



# EFNISYFIRLIT

Frá forstjóra .....	3
Mannauður .....	4
Eldgos í Eyjafjallajökli vorið 2010 .....	5
Eldgosin 2010 – Jarðváreftirlit .....	6
Eldgosin 2010 – Rannsóknir á skjálftavirkni .....	8
Eldgosin 2010 – Vatnaváreftirlit .....	10
Eldgos í Eyjafjallajökli – Gosmökkur og eldingar .....	12
Eldgosin 2010 og upplýsingamiðlun Veðurstofunnar .....	13
Tíðarfar .....	14
Vatnsbúskapur á yfirborði landsins .....	16
Ofanflóðaverkefni .....	17
Umhverfissvöktun og efnarannsóknir .....	18
Flóðarannsóknir .....	19
Loftslagsrannsóknir .....	20
Mælingar á yfirborðsbreytingum íslenskra jökla .....	21
Samstarfsverkefni í jarðvísindum .....	22
Ný jarðeðlisfræðileg mælitæki .....	23
Rekstraryfirlit .....	24
Ritaskrá .....	28
Summary in English .....	31



© Veðurstofa Íslands 2011  
Bústaðavegi 9, 150 Reykjavík  
Umsjón útgáfu: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir  
Hönnun og prentun: Oddi  
ISBN 978-9979-9975-2-8  
Forsíða: Fimmvörðuháls. Ljósmynd: Árni Sigurðsson.

# FRÁ FORSTJÓRA

Ný Veðurstofa Íslands var sett á stofn með lögum nr. 70/2008. Með þeim voru sameinaðar tvær stofnanir, Veðurstofa Íslands og Vatnamælingar Orkustofnunar, en jafnframt var nýrri stofnun falið að sinna auknum verkefnum á sviði náttúrvár og á sviði loftslagsmála. Einnig var henni falið að annast allar almennar vatnafarsrannsóknir. Hún hóf starfsemi 1. janúar 2009.

Aðdragandi að stofnun nýrrar Veðurstofu var ekki langur. Í stjórnarsáttmála ríkisstjórnar Geirs H. Haarde 2007 var stefnt að þessari sameiningu og var fyrsta skrefið að flytja Vatnamælingar Orkustofnunar frá iðnaðarráðuneyti til umhverfisráðuneytis þann 1. janúar 2008. Því næst var umhverfisráðherra falið að undirbúa sameiningu stofnananna m.a. að því er varðar nauðsynlegar lagabreytingar. Fyrsta skref í þeim undirbúningi var að gera greiningu á núverandi starfsemi beggja stofnana, lýsa helstu starfspáttum, meta mikilvægi þeirra, hagræði af sameiningu og benda á æskileg ný viðfangsefni sameinaðrar stofnunar. Til þessa verks voru fengnir þrír sérfræðingar, Einar Sveinbjörnsson veðurfræðingur, Hákon Aðalsteinsson vatnalíffræðingur og Sveinbjörn Björnsson eðlisfræðingur. Sérfræðihópurinn skilaði ítarlegri álitserð um starfsemi stofnananna og kosti sameiningar.

Í framhaldi af framangreindri greiningarvinnu skipaði umhverfisráðherra starfshóp 14. janúar 2008 til að leggja grunn að lagafrumvarpi um hina nýju stofnun. Í starfshópnum voru skipuð: Magnús Jóhannesson, ráðuneytisstjóri í umhverfisráðuneytinu, formaður, Árni Snorrason, forstöðumaður Vatnamælinga, Magnús Jónsson veðurstofustjóri, Hermann Sveinbjörnsson, sérfræðingur í umhverfisráðuneytinu, Ingibjörg Halldórsdóttir, lögfræðingur í umhverfisráðuneytinu og Þorsteinn Sæmundsson, sérfræðingur í umhverfisráðuneytinu. Sigurður H. Helgason, framkvæmdastjóri Stjórnháttu ehf., starfaði með starfshópnum að verkefninu. Auk þess sátu fundi starfshópsins Matthew J. Roberts, fyrir hönd Starfsmannafélags Veðurstofu Íslands, og Gunnar Sigurðsson, fyrir hönd starfsmanna Vatnamælinga. Starfshópurinn skilaði tillögum í formi greinargerðar til umhverfisráðherra 7. mars 2008. Honum var einnig falið að finna nafn á nýja stofnun en komst ekki að niðurstöðu þannig að þeirri ákvörðun var vísað til umhverfisráðherra sem skar úr um að ný stofnun skyldi bera nafnið Veðurstofa Íslands.

Á haustmánuðum árið 2008 var unnið að stefnumótun fyrir nýja stofnun með öllum starfsmönnum beggja stofnana og með liðsinni ráðgjafastofun Intellecta. Sú vinna skilaði sér í framtíðarsýn fyrir nýja stofnun, en einnig í nýju skipuriti sem forstjóri lagði fram undir lok árs. Skipuritin var ætlað að tryggja eins og kostur var að markmið sameiningar næðust og er grunnhugmynd skipuritsins samþætting.

Fagsvið stofnunarinnar eru fjögur. Athugana- og tæknisvið sér um rekstur allra athuganakerfa á veðri, vatni og jörð og er sá rekstur allur samningsbundinn við önnur svið Veðurstofunnar eða aðra aðila sem kalla eftir slíkri þjónustu, t.d. orkufyrirtæki, sveitarfélög og Vegagerðina. Stefnt er að því að þessi rekstur verði undir vottaðri gæðastjórnun.

Úrvinnslu- og rannsóknasvið vinnur að almennum rannsóknum á veðri, vatni og jörð, rannsóknum á loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra á náttúru og samfélag, rannsóknum á náttúruvá og er þar höf-

uðáhersla á ofanflóð samkvæmt samningi við Ofanflóðasjóð, en einnig á jarð- og vatnavá. Sviðið vinnur að umhverfisrannsóknum og þar eru rannsóknir vegna upp-töku vatna- og flóðatilskipana ofarlega á baugi. Sviðið skilgreinir einnig hvaða mælingar það telur að þörf sé á til þess að það geti sinnt hlutverki sínu og gerir samninga um framkvæmd þeirra við Athugana- og tæknisvið.

Eftirlits- og spásvið er ábyrgt fyrir sólarhringsvöktun á náttúruvá tengdri veðri, vatni og jörð. Einnig annast sviðið alla veðurþjónustu, þ.m.t. flugveðurþjónustu. Sviðið skilgreinir í samvinnu við náttúruvárstjóra þær mælingar sem þörf er talin á til þess að sviðið geti sinnt hlutverki sínu og gerir samninga um framkvæmd þeirra við Athugana- og tæknisvið.

Fjármála- og rekstrarsvið er ábyrgt fyrir fjár- og rekstrarmálefnum Veðurstofunnar, en er einnig ábyrgt fyrir upplýsingatæknipjónustu nýrrar stofnunar á grundvelli þjónustusamninga sem taka annars vegar til sértækrar þjónustu vegna verkefna og hins vegar almennrar þjónustu við starfsmenn. Sviðið rekur verkefnastofu sem er framkvæmda- og verkefnisstjórum innan handar um nútímalega verkefnastjórn stærri og smærri verkefna og verkefnaflokka.

Skrifstofa forstjóra hefur innan sinna vébanda mannauðsstjóra og gæðastjóra. Þeir bera ábyrgð á stefnumótun og framkvæmd verkefna hvor á sínu sviði. Jafnframt eru innan sviðsins fléttustjórar rannsókna, náttúruvár og þróunar. Þeirra hlutverk er að marka stefnu fyrir þá málaflokka sem þeir bera ábyrgð á, en jafnframt bera þeir ábyrgð á því að opinber verkefni stofnunarinnar séu unnin í samræmi við árangursstjórnarsamning milli hennar og umhverfisráðuneytisins. Þá heldur skrifstofan utan um samninga við Alþjóðflugmálastofnunina og annast samskipti Veðurstofunnar við aðrar stofnanir innanlands og utan.

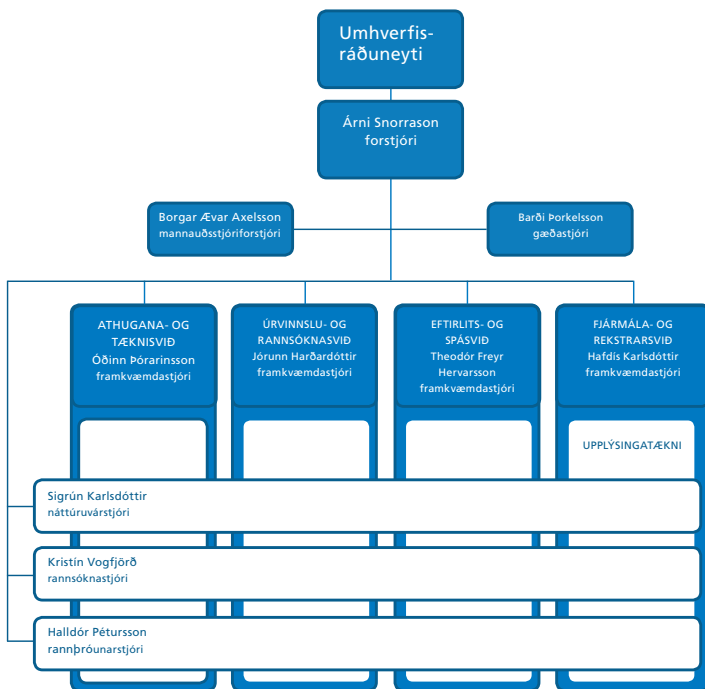
Árið 2010 voru liðin 90 ár frá stofnun Veðurstofu Íslands, en Íslendingar tóku við veðurathugunum af dönsku veðurstofunni 1. janúar 1920. Tímamótunum var fagnað á afmælisfundi sem 150 manns sóttu þann 14. desember 2010. Nokkrir helstu áfangar í sögu þessarar stofnunar eru settir myndrænt fram í þessari ársskýrslu.

Atburðir síðasta árs reyndu á alla þætti í starfsemi Veðurstofunnar og reyndist skipuritið vel í hvítetna. Tekist hefur að skila hagræðingu í rekstri verkefna nýrrar Veðurstofu og jafnframt að leysa úr læðingi orku og frumkvæði starfsfólks allra sviða, sem skilar nú nýrri stofnun fram á við með nýjum og krefjandi verkefnum.

Árni Snorrason



# MANNAUÐUR



Ljósmynd: Kristjana G. Eypórsdóttir.



Ljósmynd: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir.

Árið 2009 var ár sameiningar eldri Veðurstofu Íslands og Vatnamælinga og því fylgdu breytingar hjá starfsmönnum, sem nú voru komnir til starfa á nýrri stofnun. Einna mestar voru breytingarnar á starfsaðstöðu starfsmanna, en einnig starfshlutverkum. Tekið var upp nýtt viðveru- og verkskráningarkerfi, Vinnustund, og byrjað að innleiða nýtt verklag vegna starfsmannasamtala. Vinna hófst við gerð stofnanasamninga og lauk henni að mestu 2010. Stofnanasamningar voru undirritaðir við Félag íslenskra náttúrufræðinga (FÍN), Stéttarfélag í almannajónustu (SFR) og stéttarfélag undir hatti Huggarðs, þ.e. Félag íslenskra félagsvísindamanna, Kjarafélag viðskiptafræðinga og hagfræðinga, Stéttarfélag bókasafns- og upplýsingafræðinga og Fræðagarð. Einnig var lokið við áhættumat allra starfa á Veðurstofunni og gerð aðgerðaráætlunar um hvað megi bæta til að auka öryggi starfsmanna.

Í árslok 2010 voru starfsmenn 131, auk 127 athugunar- og eftirlitsmanna. Hlutfall karla og kvenna er hið sama milli ára, 65% karlar og 35% konur. 78% starfsmanna eru með háskólamenntun og er hlutfallið jafnt meðal karla og kvenna. Skipulagsbreytingar sem urðu við sameininguna svo og nýjar áherslur hafa þýtt að ný störf hafa orðið til og nýir starfsmenn ráðnir til starfa. Það eru einkum sérfræðingar sem starfa nú við ný eða aukin verkefni sem stofnunin kemur að eða heldur utan um.

Árið 2010 var samþykkt ný mannaúðs stefna og jafnréttisáætlun. Mannaúðs stefna Veðurstofunnar tekur meðal annars mið af stefnu, framtíðarsýn og gildum stofnunarinnar, en þau eru þekking, áreiðanleiki, samvinna og framsækni. Þá er hafin vinna við endurskoðun starfsmannahandbókar.



Ljósmynd: Jósef Hólmjárn.



Ljósmynd: Ólafur Freyr Gíslason.

# ELDGOS Í EYJAFJALLAJÖKLI VORIÐ 2010

Jarðskjálftahrinur og landbreytingar urðu í Eyjafjallajökli árin 1994, 1999 og sumarið 2009 og voru túlkaðar sem kvikuinnskot. Um áramótin 2009–2010 tók jarðskjálftavirknin sig aftur upp og jókst til muna í byrjun mars 2010. Sjálfvirkar GPS-landmælingar við Þorvaldseyri sýndu aukna færslu til suðurs. Upptök jarðskjálftanna grynnguðu og eldgos kom upp á Fimmvörðuhálsi 20. mars sem stóð til 12. apríl. Í samráði við Jarðvísindastofnun Háskólans (JHÍ) var ákveðið að biðja með að lýsa yfir goslokum þar til að morgni 14. apríl, en vísindamenn JHÍ voru þá á vettvangi til að kynna sér ástand eldstöðvarinnar. Það var heppilegt því um kl. 23 þann 13. apríl hófst jarðskjálftahrina undir toppgíg Eyjafjallajökuls og nokkru eftir miðnættið kom fram gosóroi sem leiddi til eldgoss í toppgígnum. Gosið var sprengigos sem framleiddi mjög fínkorna ösku. Olli askan gríðarlegum truflunum á flugsamgöngum víða um Evrópu, einkum fyrstu vikuna. Gosinu fylgdu flóð sem rufu varnargarða og vegi og fylltu jökullón við Gígjökul, norður af Eyjafjallajökli. Mikil uppsöfnun ösku á jöklinum leiddi síðar til eðjuflóða. Nokkurt hraun rann úr gígnum um tíma en mikið dró úr gosinu eftir miðjan maí. Loks var öskufok til vandræða í kjölfar gossins.

Veðurstofa Íslands (VÍ) var í nánú samstarfi við Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra í samræmi við viðbragðsáætlanir stofnunarinnar. Að beiðni Almannavarna átti VÍ aðild að upplýsingagjöf í upplýsingamiðstöð í Reykjavík, auk þess sem VÍ sendi sérfræðinga á vettvangi í hjálparmiðstöðvar almannavarnanefnda og á íbúafundi. Starfsmenn stofnunarinnar veittu tugum innlendra og erlendra fjölmiðla viðtöl og áttu samskipti við innlenda og erlenda eftirlits- og rannsóknaraðila.

Unnið var samkvæmt viðbragðsáætlunum VÍ. Gengið var frá viðbragðsáætlunum um eldgos og vatnsflóð í nóvember og desember 2009 og um dreifingu gosösku í febrúar 2010 og var hún endurskoðuð skömmu fyrir goslok. Leiðbeiningar um verklag og samskipti við samstarfsstofnanir, s.s. London VAAC (Volcanic Ash Advisory Centres á bresku veðurstofnunni) og Isavia (áður Flugmálastjórn, síðan Flugstoðir), vegna eldgosaösku í lofti og hættu fyrir flugsamgöngur, hafa verið skjalfestar og gæðavottaðar frá nóvember 2006 skv. ISO 9001 gæðastaðli.

Reglubundnar æfingar VÍ, London VAAC og Isavia hafa verið haldnar síðan 2003. Þessar æfingar snúa að flugveðurbjónustu og upplýsingaflæði um dreifingu öskuskýja í andrúmsloftinu. VÍ kemur að skipulagningu þessara staðbundnu æfinga, þátttöku og eftirfylgni, en stofnanirnar taka auk þess þátt í stórum evrópskum æfingum sem Alþjóðflugmálastofnunin (ICAO) skipuleggur. Markmiðið er að æft sé samtals fjórum sinnum á ári. Tilgangurinn er að tryggja að samskipti stofnananna séu í lagi, að tölvubúnaður og fjarskipti séu í lagi og að þjálfar veðurfræðinga og flugumferðarstjóra í viðbragðsáætlunum stofnana sinna vegna eldgosaösku í andrúmslofti. Skýrslur eru gerðar í lok hverrar æfingar þar sem tilgreint er hvað fór vel og hvað þarf að bæta, og tillögur gerðar að alþjóðlegum úrbótum til ICAO. Æfingarnar hafa skilað sér í góðum viðbragðsáætlunum og segja má að þessar þrjár stofnanir hafi verið eins vel undirbúnar fyrir eldgos og hægt var þegar eldgosíð á Fimmvörðuhálsi hófst í mars 2010.

Þegar jafn viðamikill atburður á sér stað og Eyjafjallajökulgosið, sem stóð í um sex vikur, eru stór framfaraskref tekin í vinnulagi og samskiptum milli stofnana. Í fyrsta lagi er gefið út stöðuyfirlit um allt sem gosinu viðkemur á þriggja klst. fresti meðan á gosi stendur og sent samstarfsaðilum og systurstofnunum VÍ. Í öðru lagi er stöðuskýrsla gerð daglega í samráði við JHÍ. Það fyrirkomulag reyndist mjög vel í Grímsvatnahlaupinu í byrjun nóvember 2010. Stöðuskýrslan er mikilvægur



Ljósmynd: Ólafur Sigurjónsson.

þáttur í upplýsingamiðlun. Hún var birt á vef Veðurstofunnar og send til Almannavarnardeildar Ríkislögreglustjóra og erlendra samstarfsaðila. Þá voru tveir veðurfræðingar bresku veðurstofunnar hjá VÍ um 2ja vikna skeið á meðan á gosinu stóð, sem bætti enn frekar hið góð samstarf milli stofnananna.

Á meðan á gosinu stóð var skrifað undir viljayfirlýsingu um samstarf VÍ, bresku veðurstofunnar, bresku jarðvísindastofnunarinnar og bresku stofnunarinnar um lofthjúpsrannsóknir. Þessi viljayfirlýsing skilaði sér m.a. í því að nú hafa þrjár nýjar jarðskjálftamælar verið settir upp í námunda við Kötlu til að bæta enn frekar vöktun á því svæði. Á næstu árum verður unnið að sameiginlegum verkefnum þessara stofnana til að tryggja vöktunar- og upplýsingaflæði vegna hreyfinga jarðskorpunnar og gosmakka í andrúmslofti.

ICAO hefur tekið virkan þátt í því að bæta vöktun gosmakka, m.a. með því að styrkja til fulls kaup og rekstur á færanlegri veðursjá, sem hægt er að flytja á milli eldstöðva (þ.e. í námunda við þær). Þá verður hægt að gefa upp með mikilli nákvæmni hæð gosmakkar sem aðal inn-taksbreytu inn í dreifingarlíkön. Ennfremur hefur ICAO sett af stað átta stór verkefni sem miða að því að bæta allt ferlið frá upplýsingum um þol flugvélahreyfla við ösku að bættum dreifingarlíkönum sem gera spár um dreifingu gosmakkar í andrúmsloftinu. VÍ er þátttakandi í þessari vinnu.

Útboðsgögn vegna nýrrar, færanlegrar veðursjár, sem er fjármögnuð af ICAO, voru unnin haustið 2010 af sérfræðingum VÍ og bresku veðurstofunnar. Frá því í nóvember 2010 hefur stofnunin haft að láni samskonar veðursjá frá almannavörnum á Ítalíu sem verður hér þangað til ný slík veðursjá kemur til landsins. VÍ hefur ennfremur fest kaup á notaðri veðursjá sem verður sett upp á Austurlandi. Með þessum aðgerðum fæst nánast full yfirsýn fyrir allt landið hvað varðar upplýsingar um gosmekki.

Frá sl. vori til ársloka tóku sérfræðingar stofnunarinnar þátt í fjölda ráðstefna um Eyjafjallajökulgosið, fluttu fyrirlestra og sýndu veggspjöld.

# ELDGOSIN 2010 – JARÐVÁREFTIRLIT



Ljósmynd: Árni Sigurðsson.

Eldgosið í Eyjafjallajökli átti nokkurn aðdraganda. Þegar SIL-kerfið var sett upp á Suðurlandi með nýjum stafrænum jarðskjálftamælum fóru að mælast skjálftar undir Eyjafjallajökli, sem áður var sjaldgæft. Í júlí 1992 og febrúar 1993 var SIL-kerfið útvíkkað til austurs og mælum bætt við á Skammadalshóli í Mýrdal og á Snæbýli í Skaftártungum. Við það fjölgaði staðsettum skjálftum og nákvæmnin í staðsetningu skjálfta undir Suðurjökulum varð betri. Fyrsta eiginlega hrina jarðskjálfta undir Eyjafjallajökli varð í lok maí 1994 og stóð í um það bil mánuði. Skjálftarnir í þessari hrinu voru upptakgreindir með aðferð afstaðra staðsetninga, sem gefur nákvæma innbyrðis afstöðu skjálftaupptaka og um leið skýrari mynd af skjálftavirkninni. Upptök flestra skjálftanna í þessari hrinu voru á 2–5 og 8–12 kílómetra dýpi norðaustan við toppgíginn, nálægt Steinsholtsjökli. Einnig mældist landris undir jöklinum. Það sást bæði á gervihnattamyndum (InSar) og við GPS landmælingar. Túlkun gagnanna gefur til kynna lárétt kvikuinnskot á um 4,5–6,0 km dýpi.

Í febrúar 1996 hófst ný hrina sem stóð fram undir lok apríl. Hún byrjaði grunnt, en seinni hlutinn átti að mestu leyti upptök á um 20–25 kílómetra dýpi. Þó ekki hafi mælst landris, útilokar það ekki að um kviku-söfnun hafi verið að ræða á yfir 20 km dýpi.

Í byrjun desember 1998 jókst jarðskjálftavirknin undir Eyjafjallajökli á ný og mældist aukin virkni með stuttum hléum fram undir mitt ár 2000. Skjálftarnir hófust á svipuðum stað og á svipuðu dýpi og árið 1994. Í byrjun júlí mældust skjálftar bæði við Steinsholtsjökul og til suðurs frá honum. Næstu mánuði færðist virkni til suðvesturs með grunnum skjálftum undir suðaustanverðum toppgígnum. Í desember 1999 færðist virkni aftur til norðausturs og dró úr henni. Seinasta hrinan að þessu sinni hófst rétt fyrir miðjan mars og stóð yfir fram í maí. Voru jarðskjálftaupptök að mestu leyti við Steinsholtsjökul á 2–4 og 9–11 km dýpi. Landris mældist á þessu virknitímabili og var það túlkað sem lárétt innskot á um 5–8 km dýpi.

Í ágúst 1999 varð einn atburður undir Mýrdalsjökli. Hlaup kom í Jökulsá á Sólheimasandi í kjölfar nokkurra skjálfta undir jöklinum upp af Sólheimajökli og nýr ketill myndaðist ofan við Sólheimajökul. Þarna

hefur snögghitnað undir jökli og annað hvort myndast jarðhitasvæði eða orðið örgos.

Eftir atburðinn við Sólheimajökul var ákveðið að efla Kötluvöktun og fjölga mælitækjum við Mýrdalsjökul. Jarðskjálftamælir og GPS-mælir voru settir upp við Lágu-Hvola í september/október 1999. GPS-mælir var settur upp á Sólheimaheiði í september 1999 og á Þorvaldseyri undir Eyjafjöllum í maí 2000. Í september 2001 var settur upp jarðskjálftamælir á Eystri-Skógum en á móti var mælirinn á Skammadalshóli tekinn niður í ársbyrjun 2003. Á árunum 2001–2004 jókst skjálftavirkni við Goðabungu í Mýrdalsjökli og landris mældist á brún Kötluöskjunnar á þessu tímabili. Í júlí 2006 voru jarðskjálftamælir og GPS-mælir settir upp við Goðabungu í Mýrdalsjökli, styrkt af Evrópuverkefningu VOLUME sem þá var að hefjast og hafði að markmiði að efla vöktun eldfjalla. Þannig voru fimm jarðskjálftamælar og fjórir GPS-mælar staðsettir við Suðurjökklana þegar skjálftavirkni og landris hófst aftur fyrri hluta árs 2009.

Í byrjun apríl 2009 mældust nokkrir jarðskjálftar á meira en 20 km dýpi undir Eyjafjallajökli. Í maí tók GPS-mælirinn á Þorvaldseyri að færast til suðurs, sem fyrstu merki um þenslu undir jöklinum. Rúmum mánuði seinna hófst skjálftavirkni undir Eyjafjallajökli. Í lok ágúst hætti suðurfærslan, sem þá var orðin um 17 millimetrar, og dró úr skjálftavirkni. Í desember hófst suðurfærsla á ný á Þorvaldseyri og um áramótin tók jarðskjálftavirknin sig upp, hvort tveggja af meiri krafti en áður.

Grannt var fylgst með þenslunni næstu mánuði. Í febrúar jókst hún verulega. GPS-mælirinn á Þorvaldseyri sýndi nú færslu til suðvesturs, ásamt risi, og fleiri GPS-mælar tóku að sýna færslu. Að kvöldi 3. mars tók skjálftavirknin kipp og næsta sólarhringinn mældust allt að 2–3 skjálftar á mínútu. Upptök skjálftanna greindust fyrst og fremst á 8–12 kílómetra dýpi og grynkuðu upptökin til austurs. Í kjölfarið var fundað í vísindamannaráði Almannafræðingaráðs Ríkislögreglustjóra og var ákveðið að mæla með að komið yrði á viðvörunarstigi vegna mögulegs eldgoss í Eyjafjallajökli. Þann 7. mars dró aftur úr skjálftavirkni, en 15. mars tók virkni kipp á ný. Virkni var mest á um 10 kílómetra dýpi, en tók nú að færast til austurs og grynka. Dagana 19. og 20. mars dró aftur úr skjálftavirkninni en hún var nú grynri en áður. Nánast daglegt samband var á milli jarðvársérfræðinga Veðurstofunnar og starfsmanna Almannafræðingaráðs þessarar vikur. Um klukkan 23:30 að kvöldi 20. mars hófst svo eldgos á Fimmvörðuhálsi án þess að veruleg aukning yrði á skjálftavirkni, en sjónarvottar tilkynntu rétt fyrir miðnætti um bjarma við Eyjafjallajökul.

Eldgosið á Fimmvörðuhálsi stóð yfir í rúmar 3 vikur og því lauk 12. apríl. Upphaflega gaus á um 300 metra langri sprungu, en síðan dróst sprungan saman og gígur myndaðist. Þann 31. mars opnaðist hliðarsprungu og myndaði nýjan gíg. Lítið öskufall fylgdi þessu gosi og sáralítil truflun varð á flugumferð af völdum þess.

Jarðvísindastofnun Háskólans hóf í ársbyrjun 2010 að fjölga GPS-mælum í kringum Eyjafjallajökul. Því var haldið áfram eftir að gosið hófst á Fimmvörðuhálsi og voru mælar við Steinsholt, í Básum, á Fimmvörðuhálsi, að Skógum og á Svaðbælisheiði tengdir við síma, auk mæla á Entu og Austmannsbungu í Mýrdalsjökli. Voru gögnin send daglega til Veðurstofunnar þar sem þau voru notuð við vöktun.

Um klukkan 23 að kvöldi 13. apríl hófst jarðskjálftavirkni með upptök rétt suður af toppgíg Eyjafjallajökuls. Fljótlega fór órói á lægri tíðniböndum að aukast, en það er öruggt merki þess að eldgos sé að hefjast. Því var haft samband við Almannafræðingaráð. Á grundvelli þess að skjálftavirknin

mældist aðeins sunnan við toppgíginn var ákveðið að rýma bæi bæði undir Eyjafjöllum og við farveg Markarfljóts.

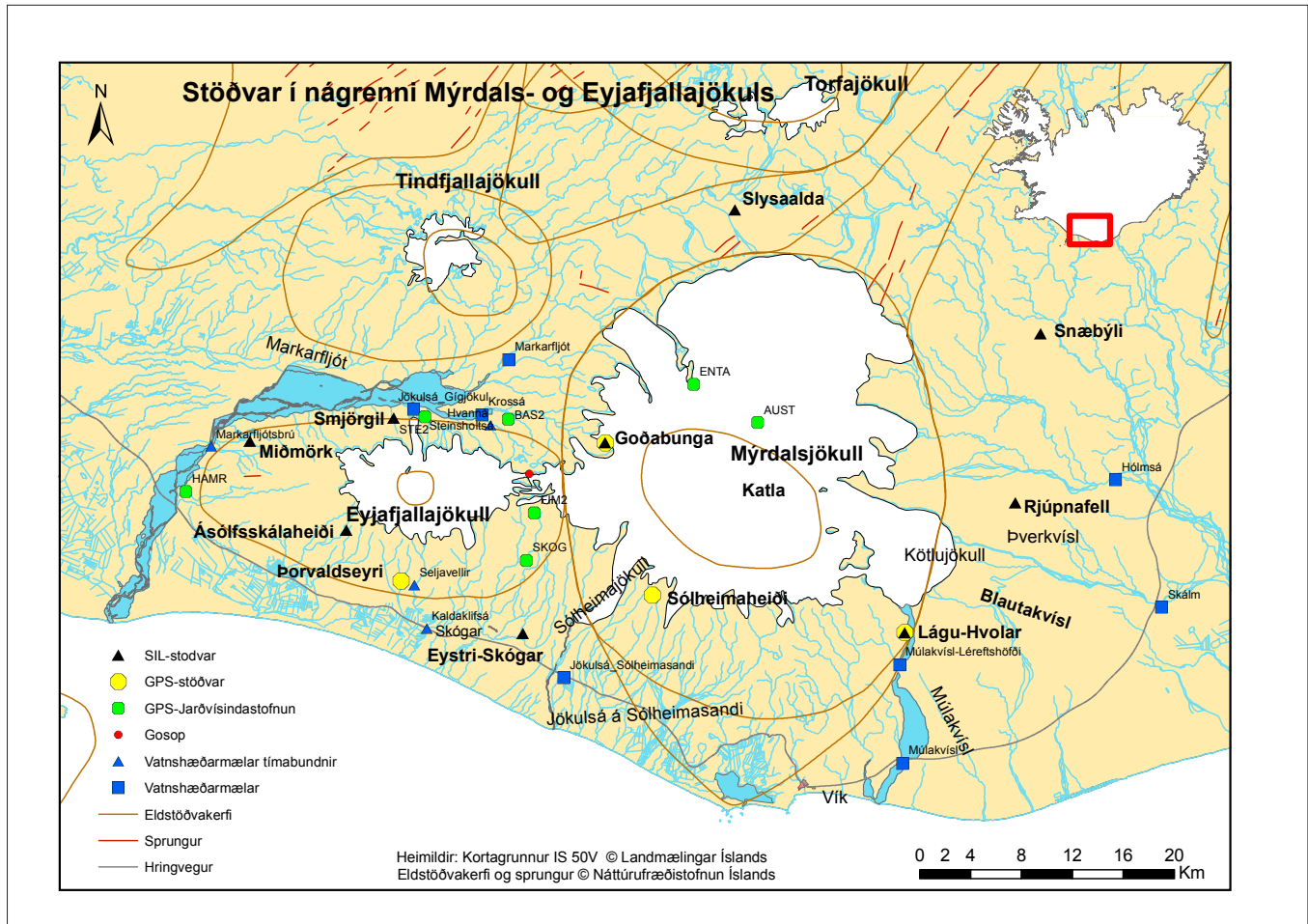
Eins og þekkt er var þetta gos mikið sjónarspil og setti flugsamgöngur úr skorðum næstu vikunar. Gosið skiptist í meginráttum í þrjá fasa. Fyrst varð sprengigos í vatnsfylltum gíg með mikilli öskuframleiðslu, síðan tók við fasi með mun minni öskuframleiðslu, en á þeim tíma rann hraun niður Gígjökul. Í byrjun maí varð hrina djúpra jarðskjálfta og sprengigosvirknin tók sig upp á ný og hélst sú virkni þar til gosvirkni lauk 23. maí.

Á meðan á gosinu stóð var fylgst með því á jarðskjálftamælum og með GPS-landmælingatækjum, auk þess sem veðurstafsja Veðurstofunnar og vefmyndavélar í eigu Mílu og Vodafone voru notaðar til að fylgjast með gosmekkinum. Einnig voru myndir úr gervitunglum gagnlegar við vöktunina. Jarðskjálftamælir var settur upp í Básum 29. mars. Jarðvísindastofnun Háskólans setti upp net jarðskjálftamæla kringum jökulinn í mars í samvinnu við Veðurstofuna og Uppsala Háskóli bætti fleirum við í maí. SO<sub>2</sub> mælitæki voru sett upp á Skógum og Steinum undir Eyjafjöllum og Infrasond-mælir á Porvaldseyri.

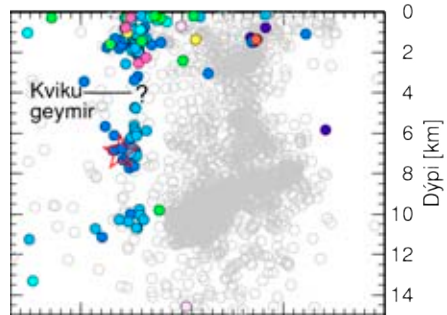
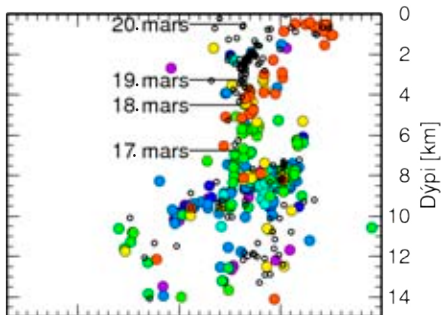
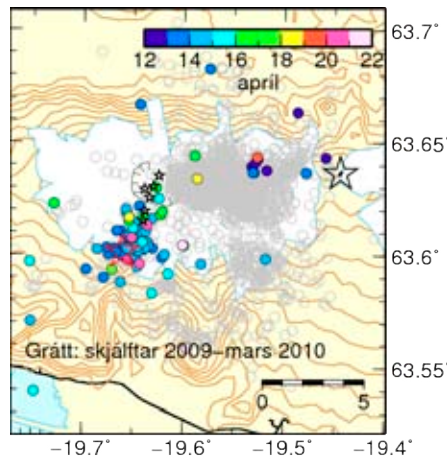
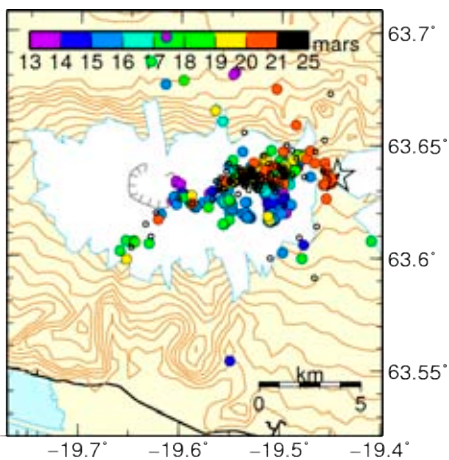
Í samvinnu við Jarðfræðistofnun Bretlands hafa þrír nýir jarðskjálftamælir af sex verið settir upp í kringum Mýrdalsjökul, á Slysaöldu norðan jökuls, við Rjúpnafell að austan og við Álftagróf sunnan jökuls. Tveir til viðbótar voru settir upp tímabundið við Eyjafjallajökul og þeir verða, ásamt einum til viðbótar frá Bretunum, settir upp við Vatnajökul sumarið 2011.



Ljósmynd: Ólafur Sigurjónsson.



# ELDGOSIN 2010 – RANNSÓKNIR Á SKJÁLFTAVIRKNI



Skjálftar í mars í aðdraganda gossins á Fimmvörðuhálsi, litaðir eftir því hvenær þeir urðu. Svartir hringir sýna skjálfta sem urðu eftir að gosið hófst. Skjálftavirknin sýnir leiðir kvikunnar upp að gosstöðvunum. Neðan við kortið er A-V-þversnið þar sem horft er frá suðri.

Skjálftar í apríl í aðdraganda og fyrstu dagana eftir upphaf gossins í toppgíg Eyjafjallajökuls, litaðir eftir því hvenær þeir urðu. Gráir hringir sýna skjálfta sem urðu í mars. Skjálftavirknin sýnir bæði leið kvikunnar upp að gosstöðvunum og líklega staðsetningu kvikuhólsins sem geymdi ísúru kvikuna. Neðan við kortið er A-V-þversnið þar sem horft er frá suðri.

Ýmis verkefni á úrvinnslu og rannsóknasviði Veðurstofunnar miða að því að auka þekkingu á eðli jarðar og stuðla að betra jarðvarefirliti. Þessi verkefni eru ýmist langvarandi verkefni sem unnið er að öðru hverju, eða stærri verkefni sem unnin eru í samstarfi við aðrar stofnanir innanlands og utan. Á sviðinu hefur m.a. verið unnið að því að þetta jarðskjálftagagngrunn gamla landsnetsins 1975–1985. Hingað til hefur verið unnið úr gögnum um skjálfta niður í stærð  $M_L=3$ . Markmiðið nú er hins vegar að vinna úr skjálftum af stærð 2 og minni, því stöðvum landsnetsins fór að fjölga mikið upp úr 1970 og þar með fjölgaði staðsetjanlegum skjálftum.

Ýmis kortlagningarverkefni hafa verið unnin í erlendu samstarfi eða sem hluti minni innlendrar verkefna, svo sem kortlagning með nákvæmt staðsettum smáskjálftum bæði á sprungum í gos- og brotabeltunum svo og á kvikuhreyfingum í eldfjöllum, t.d. í Eyjafjallajökli 2009–2010, bæði í aðdraganda gosanna svo og á meðan á þeim stóð. Sú kortlagning hjálpaði mjög til við eftirlit með umbrotunum og gaf m.a. til kynna breytingu í hegðun gossins í byrjun maí 2010, 1–2 dögum áður en hennar varð vart á yfirborði.

## Kortlagning kvikuhreyfinga í Eyjafjallajökli 2009–2010 með endurstaðsettum smáskjálftum

Sú úrvinnsla sem þegar hafði farið fram á jarðskjálftagögnum frá Eyjafjallajökli undir VOLUME-samstarfsverkefninu var góður grunnur að

þeirri vinnu sem í hönd fór þegar Eyjafjallajökull byrjaði að byla sér á ný í lok mars árið 2009. Skjálftar sem mældust þá á miklu dýpi undir fjallinu mörkuðu upphaf umbrotanna sem náðu hámarki í mars og apríl 2010 þegar gaus á Fimmvörðuhálsi og í toppgíg jökulsins. Skjálftarnir urðu við mörk möttuls og skorpu undir Eyjafjallajökli og benda til þess að kvika hafi byrjað að þrengja sér upp í jarðskorpuna ári fyrir gosin. Sumarið 2009 urðu skjálftar ofar í jarðskorpunni, líkt og 1994 og 1999–2000, á 9–11 km dýpi austur af toppgígnum. Í júlí og ágúst dreifðist virkinn einnig suður fyrir toppgígn og nokkuð ofar í jarðskorpuna. Það bendir til þess að lítið innskot hafi myndast þar þetta sumar, nokkru vestar en innskotin 1994 og 1999. Hreyfingar GPS-mælistöðvarinnar á Þorvaldseyri á þessu tímabili styrktu enn fremur þessa kenningu. Kvikuflutningur upp í fjallið hófst á ný í lok árs 2009, að því er virðist eftir sömu rás og fyrr því flestir skjálftarnir urðu í meginþyrpingunni á 9–11 km dýpi austur af toppgígnum. Um 20. febrúar fór skjálftavirknin einnig að leita til suðausturs að Kaldaklifsjöki, næstu daga leitaði virkinn enn sunnar og 1.–3. mars hafði hún náð suður í Raufarfell. Jarðskjálftarnir, sem nær allir voru mjög litlir, urðu flestir á milli fjögurra og níu kílómetra dýpi og dreifing þeirra, ásamt hreyfingum GPS-mælistöðva umhverfis fjallið, bentu til þess að innskot hefðu myndast undir suðausturhlíðunum.

Talið er að suðurjaðar þeirra sé á nokkurra kílómetra dýpi, aðeins um 3 km norður af næstu bæjum undir Raufarfalli.

Kvikuflutningur til suðausturs virðist hafa stöðvast allsnögglega 3.–4. mars þegar skjálftavirkni þar nánast dó, en hins vegar flutti virkinn sig til austurs frá megin skjálftaþyrpingunni auk þess sem fjöldi skjálfta sem mældist á dag jókst gríðarlega. Næstu daga þokaðist virkinn lengra til austurs og myndaði um 7 km langan gang á 8–9,5 km dýpi. Jafnframt má sjá að kvikan virðist hafa reynt að brjóta sér leið suður og norður úr ganginum áður en hún fann sér leið upp úr honum miðjum. Dagana 17.–20. mars má sjá hvernig skjálftarnir þokuðust æ ofar eftir mjórri rás sem liggur undir austanverðri jökulhettunni en sveigir í átt til austurs í efstu tveimur kílómetrunum. Skjálftavirknin sýnir þannig með mikilli nákvæmni ferðir kvikunnar að gosstöðvunum. Langflestir skjálftarnir sem urðu eftir að gosið hófst voru staðsettir í hnénu, eða sveigjunni á rásinni.

Skjálftavirknin fyrir síðara gosið hófst af alvöru rétt fyrir klukkan 23:00 að kvöldi 13. apríl þótt greina megi skjálfta þar um hálf tíma fyrr. Þeir urðu rétt SSV af toppgígnum aðallega í tveimur þyrpingum, á 0,5–3 km og 5–7 km dýpi. Stærsti skjálftinn þetta kvöld varð í upphafi hrunnunar og markar líklega þann tíma þegar kvikan fór að brjóta sér leið inn í ísúru kvikuna sem svo gaus upp á yfirborð en talið er að hún hafi legið á um 3–5 km dýpi, þar sem skjálftaeyðan er. Síðar fór að bera





Ljósmynd: Matthew J. Roberts.

á skjálftum á enn meira dýpi í þessari rás, á 10–12 km, en ef nánar er að gáð má einmitt sjá að bera fór á skjálftavirkni þar strax þegar kvikan var að brjóta sér leið upp á Fimmvörðuháls og fyrstu daga þess goss. Þetta bendir til þess að kvikustreymi í átt að toppgígnum hófst líklega nokkru fyrir gosið en enn fremur er bent á að kvikusöfnun hafi hafist þar þegar ári fyrr, þegar innskotíð myndaðist sumarið 2009 á sama stað.

Mjög dró úr skjálftavirkni eftir að seinna gosið hófst og voru skjálftarnir flestir grunnir. Breyting varð á 3.–5. maí þegar djúpir skjálftar mældust á ný. Sú virkni benti til nýrra kvikuskota úr möttli. Í kjölfarið breyttist hegðun gossins og gosmökkurinn hækkaði á ný. Aftur varð vart við djúpa virkni 11. maí og 15. maí og í báðum tilfellum hækkaði gosmökkurinn tímabundið í kjölfarið. Í heildina er skjálftadreifin í maí pípulöguð og sveigir til austurs í neðri hluta jarðskorpunnar og sýnir rás kvikunnar alla leið frá mótum möttuls og skorpu upp í átt að toppgígnum. Hún sýnir jafnframt að uppruni gossins er djúpt í jörðu þótt gosið hafi ísúrri kviku sem legið hafi lengi í efri jarðskorpunni en fór af stað við basískt innskot.

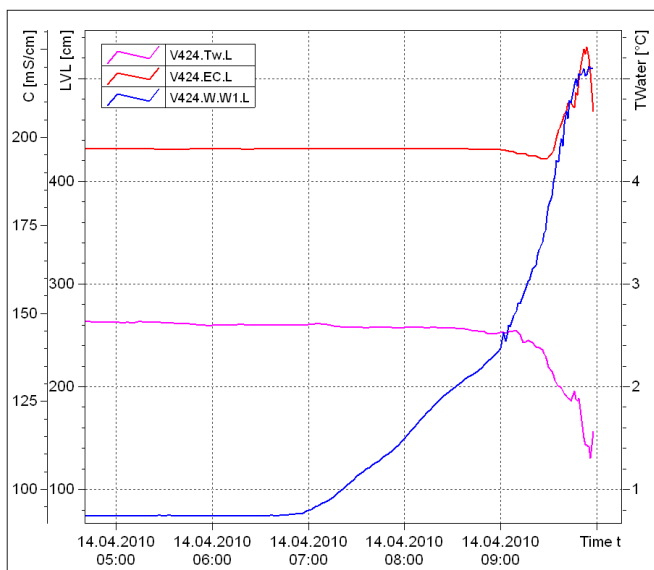
Ljósmynd: Kjartan Már Hjálmarsson.

# ELDGOSIN 2010 – VATNAVÁREFTIRLIT



Ljósmynd: Gunnar Sigurðsson.

Veðurstofan, áður Vatnamælingar Orkustofnunar, hafa rekið viðvörunarkerfi til að fylgjast með og gefa viðvaranir vegna flóða og jökulhlaupa allt frá árinu 1988 þegar fyrstu viðvörunarmælarnir voru settir upp. Þessir mælar voru í vatnsföllum sem eiga upptök sín á eldvirkum svæðum undir Vatnajökli. Í júlí 1989 varð tiltölulega stórt hlaup í Jökulsá á Sólheimasandi sem kom mönnum að óvörum. Hlaupið var vegna aukinnar jarðhitavirkni undir Mýrdalsjökli þegar nýtt innskot varð til undir jöklinum, jafnvel örlítið gos. Í kjölfar hlaupsins á Sólheimasandi var ákveðið að byggja upp kerfi vatnshæðarmæla umhverfis Mýrdals- og Eyjafjallajökul. Á árunum 1999 og 2000 voru settir upp mælar í Markar-



Vatnshæð, vatnshiti og raffeðni við Gígjökul 14. apríl 2010.

fljóti, Jökulsá við Gígjökul, Jökulsá á Sólheimasandi, Múlakvísl, Skálm og Hólmsá. Árið 2003 var bætt við mæli í Krossá. Með þessu mælakerfi er hægt að fylgjast með óeðlilegum breytingum í leiðni og vatnsrennsli í þekktum farvegum jökulhlaupa frá Eyjafjallajökli og Mýrdalsjökli.

## Flóðavöktun vegna goss á Fimmvörðuhálsi

Í febrúar 2010 jókst órói í Eyjafjallajökli og auknar líkur voru taldar á elds-umbrotum í jöklinum. Vegna þessa var ákveðið að bæta vatnavöktunina og voru tveir nýir mælar settir upp 5. mars. Annar mælirinn var settur upp á Seljavöllum en þar var mæld leiðni í hveravatni. Hinn mælirinn skráði vatnshæð Markarfljóts við gömlu brúna á fljótinu. Seinna var bætt við vatnshita- og leiðnimæli á Markarfljótsbrúna. Eldgos hófst á Fimmvörðuhálsi að kvöldi 20. mars. Hraunrennsli bræddi snjó og jökulís við sporð Hrunajökuls sem gengur út úr Mýrdalsjökli og Hvangilsjökuls sem gengur úr Eyjafjallajökli. Öttast var að hraun næði að stífla gil og mynda þannig uppistöður sem síðan kynnu að valda flóðum. Af því varð þó ekki og flóð urðu minniháttar í gosinu á Fimmvörðuhálsi en nokkur lítil hlaup komu í Hvanná. Ákveðið var að setja nýja vatnshæðarmæla í Steinsholtsá og Hvanná eftir að gosið hófst á Fimmvörðuhálsi. Hlutverk mælisins í Hvanná var að mæla bræðsluvatn frá hrauninu á Fimmvörðuhálsi en mælirinn í Steinsholtsá var settur upp vegna þess að taldir voru líkur á því að gosið gæti færst til eða gossprungan lengst inn á vatnasvið Steinsholtsár.

## Jökulhlaup í tengslum við gosið í Eyjafjallajökli

Aðfaranótt 14. apríl 2010 hófst gos í toppgíg Eyjafjallajökuls og bræddi það talsverðan ís, einkum í upphafi gossins. Litill hluti gossins kom upp sunnan í syðri gígri manum og olli litlu hlaupi austan við Steinatungur. Það fór niður Núpakotsdal og í Svaðbælisá, bar aur langt út fyrir bakka sína og skemmdi veginn við brúna á ánni. Aðalhlaupið fór niður Gígjökul og vatnsborð í lóninu framan við jökulinn byrjaði að hækka rétt fyrir klukkan sjö um morguninn. Vatnsborð í lóninu hækkaði um 1,6 m frá kl. 6:55 til kl. 9:00 og síðan um 2,75 m frá kl. 9:00 til kl. 9:52, en þá rofnaði haft við ós lónsins og farvegurinn grófst mjög hratt. Skyngjarar mælisins hættu að skrá klukkan 10:00 um morguninn og samband rofnaði við hann um 30 mínútum síðar þegar hann hvarf í hlaupið. Flóðið náði niður að gömlu Markarfljótsbrúnni rétt fyrir 11:30 og að þjóðvegi 1 um klukkustund síðar.

Kl. 19:20 sama dag kom annar flóðtoppur sem hækkaði vatnsborð við gömlu brúna um tæplega 1 m á um 20 mínútum. Með vatninu kom mjög mikið af moluðum jökulís en enginn krapi. Svo mikið var af ísnum að erfitt var að koma sýnatökum í vatn til að ná í aurburðar- og efnasýni.

Síðdegis 15. apríl kom annað hlaup niður Gígjökul. Hlaupið óx mjög hratt og vatnsborð við gömlu brúna á Markarfljóti hækkaði meira en 2 m á 15 mínútum frá kl. 20:00 til kl. 20:15. Það sýnir mun brattari flóðöldu en í upphafsflóðinu. Samkvæmt ljósmyndum rann hlaupið fram úr lónstæði við Gígjökul um kl. 18:45. Það fór því 18 km vegalengd á um 1,2 klst. (um 15 km/klst.). Ratsjarmynd frá gervihnetti tekin kl. 19:04 sýnir flóðölduna 9,8 km frá gömlu brúnni og gefur því 11 km/klst. Hlaupið virðist því hægja nokkuð á sér í neðri helmingi farvegarins.

Litið vatnsrennsli var frá eldstöðvunum dagana 16.– 20. apríl en þá var sprengigosi í gígnum og gosið náði ekki að bræða mikinn ís. Rennsli frá Gígjökli jókst síðan aftur 21. apríl um svipað leyti og gosið breyttist úr sprengigosi í hraungosi en hraun fór þá fljótlega að bræða sér leið

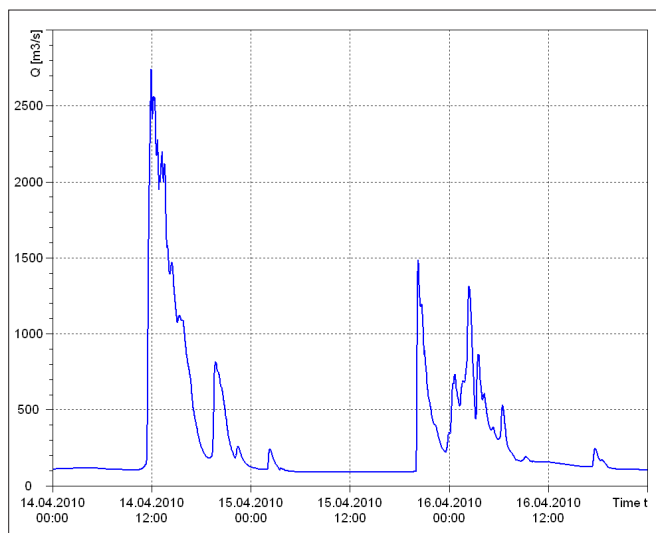
niður eftir Gígjökli. Rennsli náði hámarki í byrjun maí og fór í um 300 m<sup>3</sup>/s í flóðtoppum. Vatnsrennsli minnkaði síðan aftur þegar hraunrennsli minnkaði og gosið breyttist aftur í sprengigos. Frá 7. maí var óverulegt vatnsrennsli frá Gígjökli.

Bræðsluvatnið kom gjarnan niður í smáhlaupum og náðist að mæla sum þeirra við gömlu brúna á Markarfljóti. Þær mælingar ásamt áætluðu hámarksrennsli í fyrsta flóðtoppum voru notaðar til að reikna rennsli Markarfljóts frá 14. apríl til 6. maí en þá dró mikið úr rennsli frá eldstöðvunum í Eyjafjallajökli. Vatnið sem skilaði sér undan Gígjökli í smáhlaupum frá 21. apríl til 6. maí hafði verið í mikilli snertingu við hraunið sem sést á því að það var stundum heitt vatn sem kom undan jöklinum. Veðurstofan mældi hitann á sírita við gömlu Markarfljótsbrúna og mældist hann hæstur rúmlega 17°C 3. maí. Hámarksrennsli í hlaupinu 14. apríl er áætlað 2740 m<sup>3</sup>/s. Ekki tókst að gera beinar mælingar á hlaupinu en rennsli við gömlu Markarfljótsbrúna var áætlað út frá vatnshæð, yfirborðshraða og áætluðum greftri farvegarins í hlaupinu. Heildarrennsli í fyrsta hlaupinu 14. apríl er 35 GI og 20 GI í hlaupinu 15.–16. apríl. Uppsafnað rennsli 21. apríl til 7. maí, þegar hraunrennsli bræddi ís í Gígjökli, er um 155 GI.

Þegar vatnshæðarmælirinn við Gígjökul fór í vatnsflauminn í fyrsta hlaupinu 14. apríl var enginn vatnshæðarmælir sem hefði getað gefið viðvörðun vegna hlaups frá Eyjafjallajökli. Bætt var úr því 16. apríl þegar vatnshæðarmælir var settur á varnargarð við Þórólfsfell og daginn eftir var nýjum mæli komið fyrir við Gígjökul. Í byrjun júní myndaðist lón í gíg Eyjafjallajökuls. Talin var hætta á að vatnið úr lóninu hlypi niður Gígjökul og ylli flóði. Það gerðist ekki, vatnið seig ofan í grunnvatnskerfi fjallsins og lónið tæmdist.

Eftir hlaupið sem kom í Svaðbælisá var farvegur árinna hálffullur af sandi og gosösku og því mikil flóðahætta við ána. Það á við margar ár undir Eyjafjöllum að hætta er á flóðum vegna þess hve mikið af gosösku hefur borist í farvegi eftir gosið. Til að fylgjast með vatnafari undir Eyjafjöllum var settur upp vatnshæðarmælir í Kaldaklifsá og úrkomumælir við bæinn Öundurhorn.

Veðurstofan setti upp samtals 7 nýja vatnshæðarmæla vegna umbrotanna í Eyjafjallajökli og á Fimmvörðuhálsi. Fjórir þessara mæla



Rennsli Markarfljóts við gömlu brúna 14.–16. apríl.



Ljósmynd: Gunnar Sigurðsson.

voru teknir niður haustið 2010, þegar hætta á frekari umbrotum í Eyjafjallajökli hafði minnkað. Þrjár vatnshæðarmælar sem settir voru upp á vormánuðum 2010 eru enn á sínum stað, en það er vatnshæðarmælirinn á gömlu Markarfljótsbrúnni, vatnshæðarmælir sem var endurreistur við Gígjökul og mælirinn í Kaldaklifsá.



Ljósmynd: Gunnar Sigurðsson.

# ELDGOS Í EYJAFJALLAJÖKLI – GOSMÖKKUR OG ELDINGAR

Eldgosið í toppgíg Eyjafjallajökuls stóð í 39 daga. Útlit og hæð gosmakkarins var breytilegt vegna breytileika í goshegðun en einnig vegna hita- og vindafars í veðrahvolfinu. Gosmökkurinn náði 9 km hæð yfir sjávarmáli á fyrsta degi goss, 14. apríl, en mældist hæstur í 10 km hæð að kvöldi 5. maí. Eldgosið hafði tvo sprengifasa, 14.–18. apríl og 3.–23. maí, með makkarhæð oft á bilinu 4–7 km yfir sjávarmáli. Á tímabilinu 18. apríl til 3. maí var mun minni sprengivirkni og þar af leiðandi lágur mökkur. Oft var mökkurinn það lágur að hann sást ekki á veðursjá Veðurstofunnar á Miðnesheiði, eða undir u.þ.b. 3 km hæð. Mikilvægt var að meta hæð makkarins þar sem hæðin gefur vísbendingar um framleiðslu ösku, auk þess sem nauðsynlegt er að meta í hvaða hæð mest aska berst áfram með vindi. Gosmökkurinn var því stöðugt vakt-aður meðan á gosinu stóð. Veðursjá Veðurstofu Íslands var nýtt við vöktunina en að auki voru flugathuganir á hæð gosmakkar og útliti hans mjög mikilvægar. Þær voru einkum gerðar úr eftirlitsflugi með Landhelgisgæslunni og með hjálp vefmyndavéla á svæðinu. Veðursjáin hefur verið nýtt við vöktun á gosmökkum frá því hún var tekin í notkun 1991 og gefið góða raun. Meðan á eldgosinu í Eyjafjallajökli stóð mældi veðursjáin endurvarp í allt að 240 km fjarlægð, 10 sinnum á klukkustund en tvisvar á klukkustund voru gerðar vindmælingar í allt að 120 km fjarlægð frá veðursjánni. Gagnaröð yfir hæð gosmakkarins hefur verið unnin úr veðursjargögnunum með tímaupplausn upp á 5 mínútur og inniheldur hún hæðarmælingar í 45% tilfella. Að auki sýndi veðursjáin í 27% tilvika að mökkurinn var undir um 3 km. Nokkrar ástæður eru fyrir því að athuganir vantar:

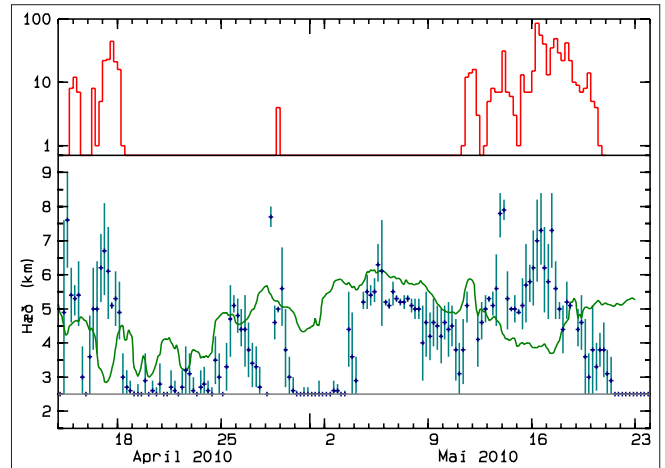
- Gosmökkurinn var hulinn af úrkomuskýjum (11% tilvika)
- Tvisvar á klukkustund frá 29. apríl mældi veðursjáin vindafar á minna svæði (10% tilvika)
- Mælingu vantaði vegna tæknilegra vandamála (7% tilvika)

Til samanburðar má nefna að eingöngu er hægt að meta hæð gosmakkarins á myndum frá vefmyndavél Milu hf. á Hvolsvelli, 34 km frá eldfjallinu, í 20% tilfella. Oftast nýtist vefmyndavélin illa vegna skýjafars eða lélegs skyggis. Gagnaröðin frá veðursjánni telst mjög heildstæð og ljóst er að hún er mikilvægt framlag Íslands til rannsókna á eldgosum og þróunar á dreifilíkönunum.

## Eldingar

Ljósmyndir af eldingum í gosmekkinum yfir Eyjafjallajökli fóru víða 2010 og vöktu mikla athygli. Eldingavirkni í eldgosum hefur verið þekkt um aldir, en hún er mismikil frá einu gosi til annars. Meðal hugmynda um slíkan rafhleðsluaðskilnað í gosmökkum má nefna: þegar vatn kemst í snertingu við kviku og hvelsýður; þegar gasrík kvika rifnar og tættist í ösku; þegar öskukorn núast í gosmekkinum; og þegar gufudropar í mekkinum stíga upp í fimbulkulda háloftanna og frjósa. Nokkuð hefur skort á mælingar sem gætu gert upp á milli fjölbreyttra hugmynda og ekki má útiloka að fleiri en eitt fyrirbæri valdi eldingum og neistaflugi í gosmökkum.

Mælingar í Eyjafjallajökulsgosinu gáfu nýja sýn á rafhleðsluaðskilnað í gosmekki. Gosið stóð í nær sex vikur og tók ýmsum breytingum og á meðan breyttust aðstæður í lofthjúpnunum umhverfis gosmökkinn. Myndin sýnir athyglisverða fylgni milli eldingavirkni í eldgosinu í Eyjafjallajökli og þess að gosmökkurinn náði upp í fimbulkulda þar sem búast má við að gufudropar frjósi. Í veðurtengdum þrumuskýjum stígur



Eldingar, hæð gosmakkar og hæð á  $-20^{\circ}\text{C}$  hitaflöt lofthjúps í Eyjafjallajökulsgosinu 14. apríl – 23. maí 2010.

loft og kólnar og tengist rafhleðsluaðskilnaður frýstingu skýjadropa, en vegna smæðar frjósa þeir þó ekki fyrr en við  $-10^{\circ}$  til  $-20^{\circ}\text{C}$ . Efri hluti myndarinnar sýnir fjölda eldinga á hverjum 6 klst., mælt með langdrægu ATDnet kerfi bresku veðurstofunnar, en þetta kerfi mælir fyrst og fremst stærri eldingar. Þar sést að eldingavirknin var fyrst og fremst bundin við 14.–18. apríl og 11.–20. maí, en þá var mikill kraftur í gosinu. Neðri hluti myndarinnar sýnir hæð gosmakkar eins og hún mældist með veðursjá Veðurstofunnar; 6 klst. meðalhæð (bláir deplar) og staðalfrávik. Þar er einnig sýnd hæð á  $-20^{\circ}\text{C}$  hitafloti andrúmsloftsins yfir Eyjafjallajökli (grænn ferill). Ekki mældust eldingar 3.–10. maí þrátt fyrir allnokkurn kraft í gosinu. Á þeim tíma var lofthjúpurinn tiltölulega hlýr þannig að mökkurinn náði ekki upp í nægilega kalt loft til að hleðsluaðskilnaður yrði við skýjadropafrýstingu.

Mælingar í Eyjafjallajökulsgosinu styðja því þá kenningu að stórar goseldingar myndist á svipaðan hátt og eldingar í veðurþrumuskýjum og að hleðsluaðskilnaðurinn tengist frýstingu gufudropa í gosmekkinum. Ástand lofthjúpsins umhverfis gosmökkinn skiptir þá lykilmáli við myndun goseldinga.

## Dreifing öskunnar út fyrir landsteinana

Vegna tiltölulega stöðugar norðaustan- og norðanáttar í háloftum barst aska frá Eyjafjallajökli til suðurs og suðvesturs og olli miklum röskunum á flugumferð yfir Norður-Atlantshafið. Ráðgjafarmiðstöð um gjóskudreifingu (London Volcanic Ash Advisory Centre – VAAC) gerði spár um dreifingu ösku frá Eyjafjallajökli með dreiflíkaninu NAME (Numerical Atmospheric dispersion Modeling Environment) sem tekur tillit til upplýsinga um sprengivirkni eldfjallsins auk vindaspáa. Var mikil samvinna á milli starfsfólks Eftirlits og spásviðs Veðurstofunnar og Ráðgjafamiðstöðvarinnar um þær upplýsingar sem notaðar voru við útreikninga með dreiflíkaninu hverju sinni. Spár frá dreiflíkaninu voru notaðar til að gefa út viðvaranir um hvar væri ótryggt að fljúga. Veðurstofan gaf út 508 slíkar viðvaranir vegna ösku meðan á eldgosinu stóð. Mikil samvinna og upplýsingamiðlun var viðhöfð milli Veðurstofunnar og notenda flugveðurbjónustu hennar þegar útlit var fyrir að loftrými yfir flugvöllum hérlendis myndi lokast sökum ösku í lofti, en slíkt gerðist nokkrum sinnum.

# ELDGOSIN 2010 OG UPPLÝSINGAMIÐLUN VEÐURSTOFUNNAR

Eldgosin á Fimmvörðuhálsi og í toppgíg Eyjafjallajökuls vorið 2010 snertu öll svið Veðurstofu Íslands og reyndu verulega á upplýsingamiðlun um vef stofnunarinnar, *vedur.is*. Á öðrum degi gossins sem hófst í Eyjafjallajökli 14. apríl var ljóst að um stóran atburð var að ræða. Mikið álag var á sérfræðingum stofnunarinnar og bæta þurfti upplýsingaflæði. Var ákveðið að opna sérstakar vefsíður á íslensku og ensku, með beinum aðgangi af forsiðu, til að auðvelda vísindasamfélaginu, almenningi og fjölmiðlum aðgang að upplýsingum. Áberandi borði efst á hverri síðu vefsins veitti flýtleiðir á það sem snerti eldgosid og svör við helstu spurningum.

Upplýsingamiðlun varðandi eldgosid var af tvennum toga: annars vegar kvikar síður sem uppfærast sjálfvirkt og sýna staðsetningu nýrra jarðskjálfta, tímasetningu og stærð, tvo sólarhringa aftur í tímann. Slíkt kort fyrir Mýrdalsjökul og nágrenni sýndi virkni kringum Eyjafjallajökul mjög vel. Hins vegar voru almennar upplýsingar uppfærðar eftir þörfum, fréttir og greinar skrifaðar daglega með fjölda ljósmynda sem bárust frá sérfræðingum og áhugamönnum úr vettvangsferðum eða könnunarflugum; einnig voru birt stutt myndskreið, ýmist tekin í nálægð við atburðina eða samsett úr gervihnattamyndum. Sameiginleg stöðuskýrsla Jarðvísindastofnunar Háskólans og Veðurstofunnar, sem birt var á vefnum frá og með 25. apríl, var til hagræðingar og mikilvæg fyrir innlenda og erlenda fagaðila og almenning. Það nýtist afar vel í einróma upplýsingaflæði (single voice of information), til fjölmiðla og annarra sem þurfa á þessum upplýsingum að halda. Þá var opnuð gátt á Veðurstofuvefinn í upplýsingamiðstöð sem Almanavarnir settu upp í Reykjavík í samvinnu við Veðurstofuna meðal annarra.

Veðurfræðingar gerðu öskufoksspá tvisvar á dag sem var ávallt aðgengileg á vefnum ásamt korti með myndrænni framsetningu. Skráningarform var hannað fyrir upplýsingar frá almenningi um öskufall og þær birtar jafnóðum í töflu ásamt upplýsingum frá veðurathugunarmönnum. Skráningarform vegna jarðskjálfta var einnig til staðar. Vegna hættu sem landbúnaði kynni að stafa af flúormengun voru birtar á sérstakri vefsíðu upplýsingar um úrkomu á svæðum þar sem aska lá eða gæti hafa safnast við öskufjúk.

Öðru hvoru var á vefnum fjallað ítarlegar um tiltekin atriði, s.s. dýpt skjálftanna, og fylgdu þá staðsetningarkortum lóðrétt snið sem sýndu hvernig þyrpingin þokaðist upp á við. Við umfjöllun um flóð og jökulhlaup voru birt línurit úr vatnshæðarmælum sem sýndu skyndilegar breytingar. Hraunflæðilíkan var gert fyrir Fimmvörðuháls og fylgst með myndun gíga í Eyjafjallajökli. Mikið var fjallað um dreifingu öskunnar yfir Atlantshaf og um hæð og gerð gosmakkarins.

Tenglar á sértækari síður jarðváreftirlits Veðurstofunnar vegna gosóróa og hnics (GPS-mælingar) voru aðgengilegir á öllum vefsíðum sem tengdust eldgosinu. Tenglar voru á vefmyndavélur einkaaðila nærri Eyjafjallajökli auk tengils á Almanavarnir og fleiri stofnanir sem fylgdust með gosinu. Fyrirspurnir og ábendingar frá almenningi komu að góðu gagni til að bæta vefsíðurnar.

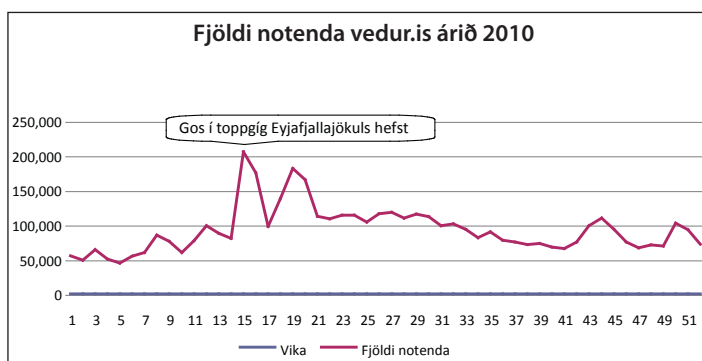
Nánast allt efni var jafnóðum sett fram á enskum vef Veðurstofunnar. Báðir vefir hlutu mikla athygli og heimsóknir slógu fyrri met. Reynslan af notkun vefsins í Eyjafjallajökulsgosinu nýttist í Grímsvatnahlaupinu nokkrum mánuðum síðar og mun nýtast í næsta eldgosid eða við aðra stóratburði.



Ljósmynd: Geir Sigurðsson.



Ljósmynd: Tómas Jóhannesson.



# TÍÐARFAR



Ljósmynd: Nikolai Nawri.

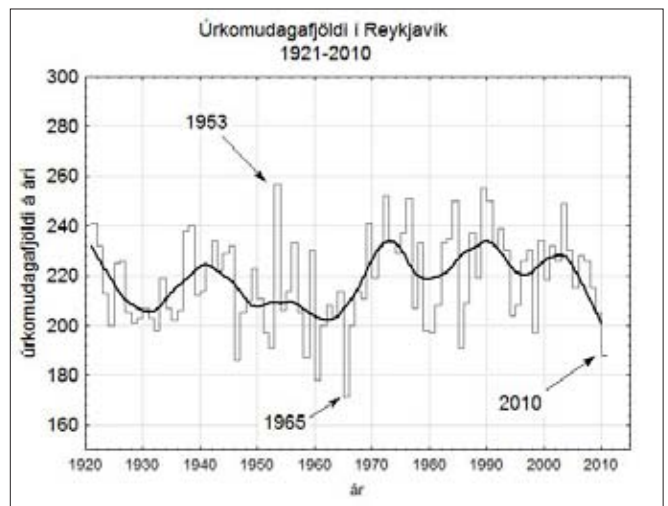
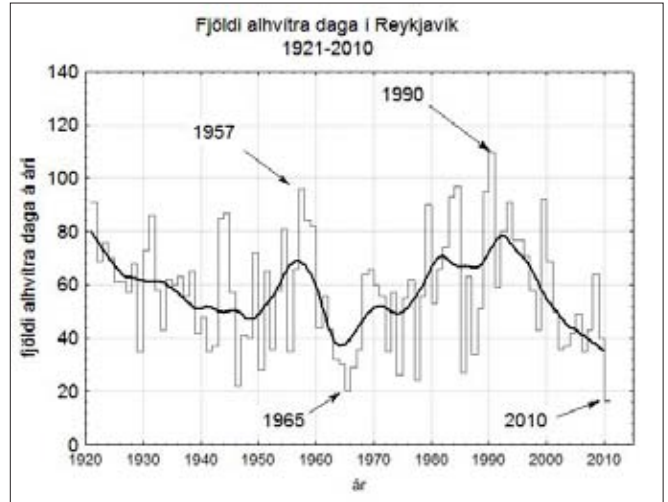
Líkt og gert hefur verið frá upphafi vinnur Veðurstofan úr upplýsingum frá veðurstöðvum og birtir nú mánaðarlega yfirlit um tíðarfar á vef sínum. Hér fylgir lauslegt ársyfirlit fyrir árin 2009 og 2010. Þessi tvö ár var tíðarfar hagstætt en einnig óvenjulegt.

## Tíðarfar 2009

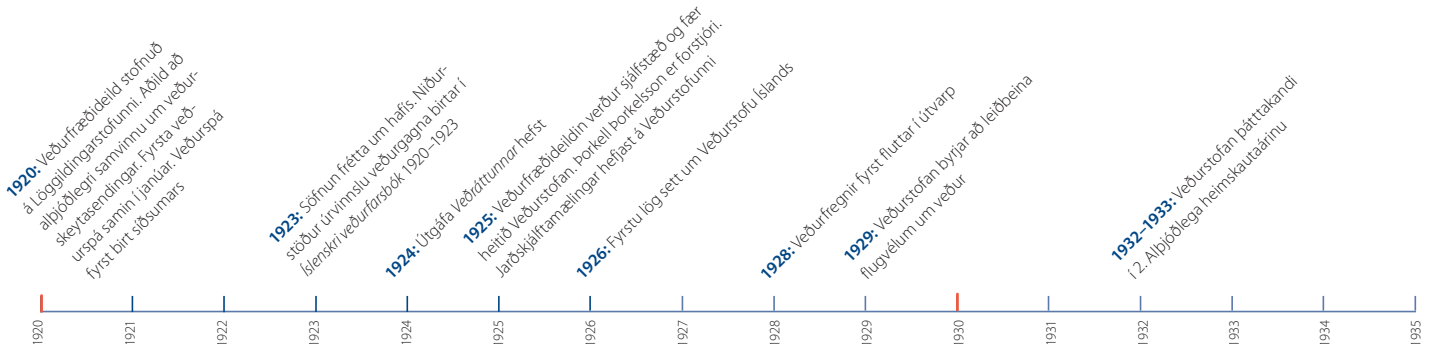
Árið 2009 var hiti langt yfir meðallagi um landið sunnanvert og vel yfir meðallagi nyrðra. Í Reykjavík var árið það tíunda hlýjasta frá upphafi mælinga. Hitinn var 1,2 stigum ofan við meðaltalið 1961 til 1990 og 0,6 stigum ofan meðaltalsins 1931 til 1960. Á Akureyri var árið ívið svalara að tiltölu og lenti í 31. sæti frá upphafi mælinga þar, árið 1882, og í Stykkishólmi var árið það 14. hlýjasta frá upphafi mælinga 1845. Í Reykjavík og á Akureyri voru allir mánuðir nema tveir með hita yfir meðallagi.

Hæsti hiti ársins mældist 26,3 stig á Egilsstaðaflugvelli 29. júní og á Torfum í Eyjafirði þann 1. júlí. Síðarnefnda daginn mældist mestur hiti ársins á mannaðri veðurstöð, á Torfum, 25,6 stig. Lægsti hiti ársins mældist í Svartárkoti 12. febrúar, -29,0 stig. Lægsti hiti á mannaðri veðurstöð mældist í Reykjavíki við Mývatn sama dag, -24,0 stig. Í Reykjavík mældist hæsti hiti ársins á mönnuðu stöðinni 21,1 stig, bæði 12. og 20. júlí. Lægstur varð hitinn á mönnuðu stöðinni í Reykjavík -9,7 stig þann 5. febrúar og á Þorláksmessu, 23. desember. Hæsti hiti á Akureyri mældist að kvöldi 1. júlí (skráð 2. júlí), 21,5 stig. Lægstur hiti á Akureyri var -14,2 stig og mældist 27. febrúar og einnig 28. mars.

Ársúrkoma mældist 713 mm í Reykjavík og er það 10% undir meðallagi. Þetta er þurrasta ár í Reykjavík síðan 1995. Óvenjuburrt var í Reykjavík og víðar um sunnan- og vestanvert landið framan af sumri. Á Akureyri



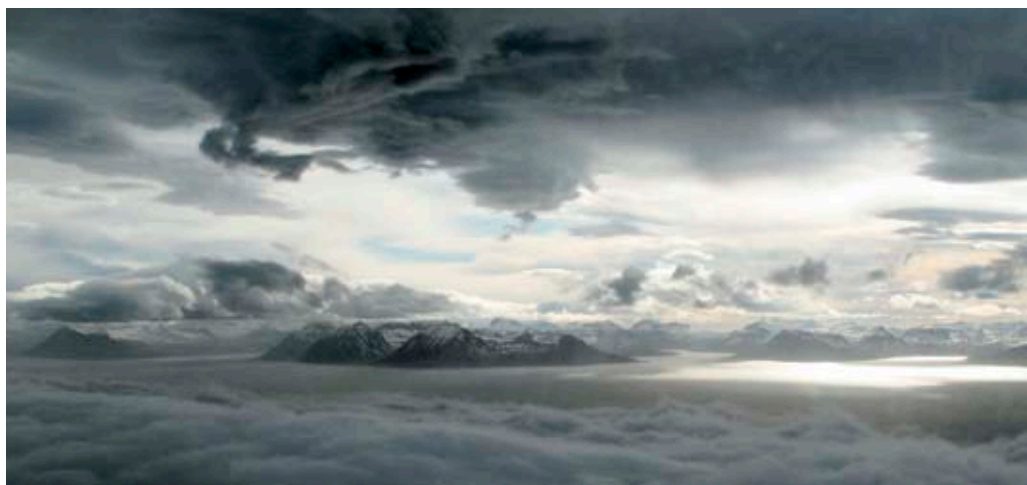
mældist úrkoman 652 mm og er það 30% umfram meðallag. Þetta er mesta ársúrkoma á Akureyri síðan 1991. Mestu munar um óvenju úrkomusaman desember en úrkoma hefur ekki mælst meiri í desember á Akureyri frá upphafi samfelldra mælinga þar 1927. Árið var snjólétt. Mesta sólarhringsúrkoma ársins á mannaðri veðurstöð mældist í Hólum í Hornafirði 10. október, 180,6 mm. Mest sólarhringsúrkoma á sjálfvirkri veðurstöð mældist 10. október á Eskifirði, 185,3 mm. Mest sólarhringsúrkoma í Reykjavík mældist 20,1 mm 10. október og 9. nóvember. Mest sólarhringsúrkoma á Akureyri mældist 21,5 mm 25. desember, á jóladagsmorgni. Mesta snjódýpt ársins mældist á Mýri í Bárðardal 18. janúar, 166 cm. Mest snjódýpt í Reykjavík mældist 19 cm, þann 29. janúar. Mest snjó-



dýpt á Akureyri mældist 90 cm að morgni 30. desember. Óvenju snjópungt var á Norðurlandi síðustu 10 daga ársins.

Sólskinsstundir í Reykjavík mældust um 1490 og er það meira en 200 stundum umfram meðallag. Þetta er 10. árið í röð með sólskinsstundafjölda ofan meðallags í Reykjavík. Á Akureyri mældust sólskinsstundirnar 1050 og er það í meðallagi.

Austlægar áttir voru tíðari en í meðalári og hefur austanáttin ekki verið jafn þrálát frá árinu 1985, en þá var hún svipuð. Skaðaveður sem náðu til stórs hluta landsins voru óvenju fá á árinu. Mesta veðrið hvað útbreiðslu og styrk varðar gekk yfir 9. og 10. október.



Ljósmynd: Árni Sigurðsson.

## Tíðarfar 2010

Hæsti hiti sem mældist á árinu var 24,9 stig. Það var á Möðruvöllum í Hörgárdal 4. september. Hæstur hiti á mannaðri stöð mældist sama dag, 24,7 stig, á Mánárbakka á Tjörnesi. Óvenjulegt er að landshámark ársins mælist í september og er aðeins vitað um það þrisvar áður, 1877, 1915 og 1981. Lægsti hiti sem mældist á árinu var -28,6 stig við Mývatn þann 22. desember. Lægsti hiti á mannaðri stöð mældist 23. desember á Grímsstöðum á Fjöllum, -26,2 stig. Hæsti hiti ársins í Reykjavík mældist 21,2 stig þann 17. júlí. Hæsti hiti á Akureyri var 23,6 stig og mældist í hitabylgjunni 4. september. Lægsti hiti ársins í Reykjavík mældist -10,8 stig þann 23. desember, daginn áður mældist lægsti hiti ársins á Akureyri, -17,1 stig.

Árið var í flokki þeirra þurrustu á Suðvestur- og Vesturlandi. Í Reykjavík mældist ársúrkomu aðeins 592,3 mm. Ársúrkoma hefur aðeins einu sinni mælt minni en þetta. Í Stykkishólmi hefur úrkoma verið mæld samfelt að heita má frá 1856. Árið 2010 er hið fimmta þurrasta þar frá upphafi. Þurrara var 1881, 1915, 1916 og 1998. Vatnsskorts gætti sums staðar um landið vestan- og norðvestanvert. Þótt ekki sé hægt að segja að árið hafi verið mjög úrkomusamt á Norðaustur- og Austurlandi var úrkoma á þeim slóðum yfir meðallagi. Ársúrkoman á Akureyri mældist 521,3 mm. Þar varð janúar sá þurrasti frá upphafi samfelldra mælinga, 1928. Mesta sólarhringsúrkoma ársins mældist í Kvískerjum í Örfum 26. september, 179,4 mm. Mesta sólarhringsúrkoma ársins á sjálfvirkri stöð mældist í Grundarfirði 5. mars, 170,6 mm. Mesta úrkoma á einni klukkustund mældist á Kvískerjum 21. janúar, 20,6 mm. Mesta sólarhringsúrkoma ársins í Reykjavík mældist 21,2 mm þann 27. september. Mesta sólarhringsúrkoma á Akureyri mældist 25,5 mm. Það var 13. nóvember.

Snjór var með minnsta móti á Suður- og Vesturlandi og alhvítir dagar í Reykjavík voru ekki nema 16, 39 dögum færri en í meðalári. Svo fáir

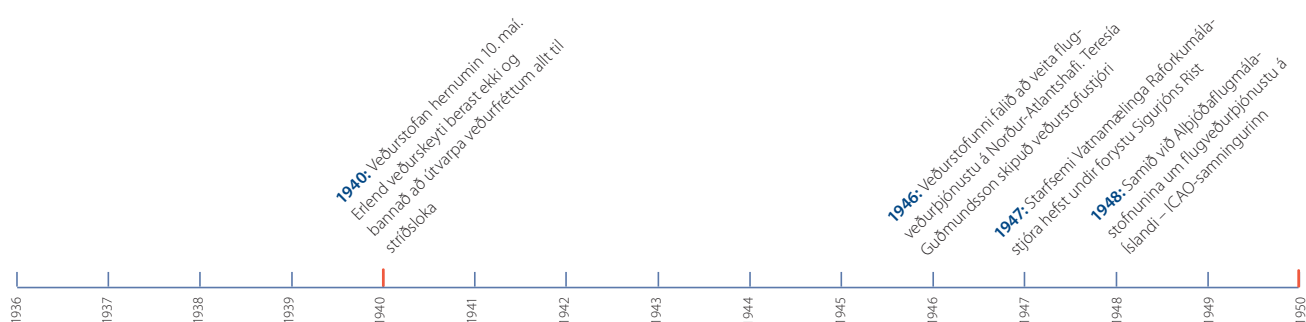
hafa alhvítir dagar aldrei verið í Reykjavík frá upphafi snjöhuluathugana þar 1921. Á Akureyri var fjöldi alhvíttra daga 14 dögum undir meðallagi en þó voru hvítu dagarnir þar fleiri en flest undanfarin ár. Þar var óvenju snjópungt í nóvember. Mesta snjódýpt ársins mældist í Vík í Mýrdal 27. febrúar, 110 cm. Um svipað leyti féllu mörg snjófloð í Mýrdalnum, m.a. á bæinn Garða. Tjón varð þó lítið. Mest snjódýpt í Reykjavík mældist 19 cm 28. febrúar og 2. mars. Mest snjódýpt á Akureyri mældist 81 cm. Það var á nýársdag.

Í Reykjavík mældust sólskinsstundir 1641,3 eða 257 stundum fleiri en í meðalári. Fleiri sólskinsstundir hafa aðeins mælt fimm sinnum áður í Reykjavík, en samfelldar mælingar hófust 1923. Það var árin 1924, 1927, 1931, 1966 og 2005. Meðalskýjahula í Reykjavík hefur ekki verið minni en var 2010 frá árinu 1979, en litlu munar. Sólskinsstundir á Akureyri voru um 50 fleiri en í meðalári, en langt frá meti.

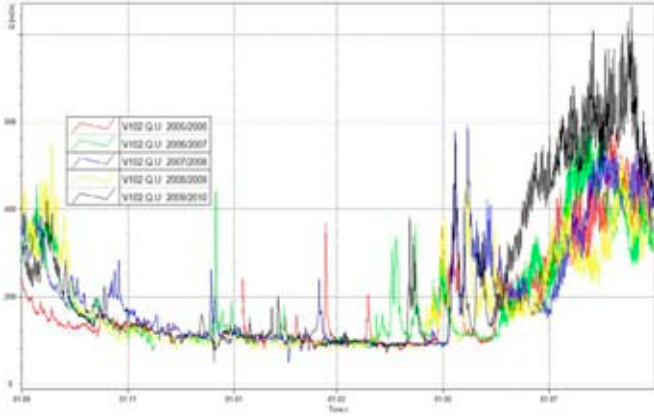
Ársmeðalloftþrýstingur hefur ekki orðið hærri í Reykjavík frá því að mælingar hófust 1822. Sama á við um aðrar stöðvar á landinu þar sem mælingar hafa staðið skemur. Illviðradagar voru áberandi færri en í meðalári. Helstu illviðri á árinu 2010 gerði 24. til 25. janúar (af austri), 22. til 23. mars (af austri og norðaustri) og 17. desember (af norðri). Nokkurt foktjón varð í þessum veðrum en hvergi verulegt. Norðan- og austanáttir voru ívið algengari en í meðalári.

## Veðurstofa Íslands 90 ára

Íslendingar tóku við veðurathugunum af dönsku veðurstofunni 1. janúar 1920. Á þessari opnu og næstu tveimur eru ýmsir helstu viðburðir í 90 ára starfsemi Veðurstofu Íslands sýndir á tímalínu 1920-2010.



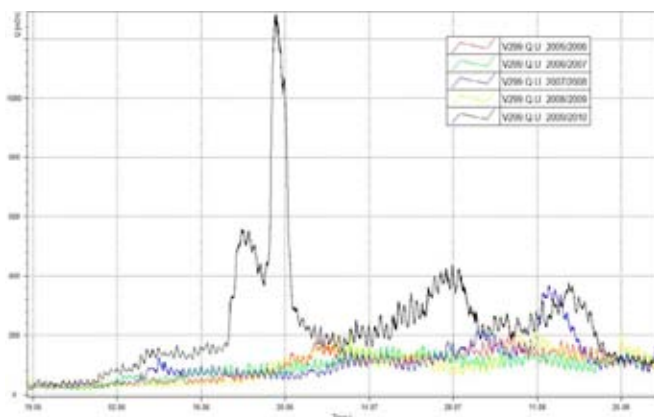
# VATNSBÚSKAPUR Á YFIRBORÐI LANDSINS



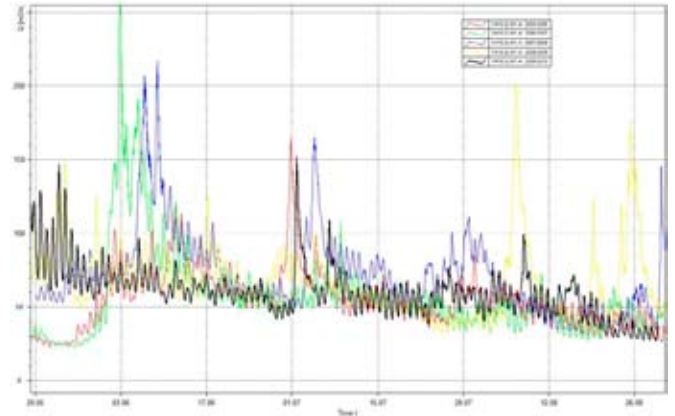
Rennslí Jökulsár á Fjöllum 2005–2010. Vatnsárið 2009/2010 táknað með svörtu.

Vatnsárið stendur samkvæmt skilgreiningu frá 1. september til 31. ágúst næsta árs og miðast það við að snjór skili sér í formi vatns áður en hann byrjar að safnast upp aftur, einhvers konar jafnvægispunktur fyrir uppgjör vatnsbúskapar á yfirborði landsins. Á haustin eru gögn vatnsársins yfirfarin og unnið úr upplýsingum um vatnsföllin og hegðun þeirra.

Það sem einkennir rennslí vatnsfalla á nýliðnu vatnsári, 2009/2010, var annars vegar hin mikla jökulbráð á svæðum þar sem aska frá Eyjafjallajökulsgosinu lá í hæfilegri þykkt á jöklum landsins og hins vegar lítið rennslí í drag- og lindám vegna lítillar úrkomu, einkum á Vesturlandi. Vatnsárið 2008/2009 var ekki nærri því eins þurr og vatnsárin 2006/2007, 2007/2008 og 2009/2010, en á öllum þeim árum voru ár vatnslitlar og snjólítið til fjalla. Nýliðið vatnsár var eitt hið þurrasta sem mælst hefur á Vestfjörðum, en vatn skorti í Árneshreppi á Ströndum síðsumars. Á Austurlandi hafa helstu vatnsföll nú verið miðluð vegna virkjana í nokkur ár og gerir það samanburð erfiðari.



Rennslí Skaftár við Sveinstind, maí til ágúst 2005–2010. Vatnsárið 2009/2010 svart. Í júní hljóp úr Skaftárkötlum.



Rennslí Markarfljóts á Emstrum, maí til ágúst frá 2005. Vatnsárið 2009/2010 svart.

Á nýliðnu ári var rennslí Jökulsár á Fjöllum, mælt við Grímsstaði, mjög nærri meðallagi þar til í júní þegar jökulbráðin hófst. Hlýtt var í veðri og mikil jökulbráð. Rennslíð fór langt fram úr meðallagi og vatnsmagnið sem rann fram í júní, júlí og ágúst var 1,4 km<sup>3</sup> meira en á sama tíma í meðal-ári. Það svarar til umframbráðunar sem nemur 1,2 m þykkar íss yfir allt vatnasvið árinna á jökli, en heildarbráðunin íssins á tímabilinu nemur 2 m. Umframbráðunin samsvarar 3/4 af rými Háslóns við Kárahnjúka.

Rennslí Skaftár var langt yfir meðallagi á jökulleysingatímanum. Auk mikillar jökulbráðunar hljóp úr báðum Skaftárkötlum í júní 2010. Fyrri hlaupið kom úr vestari katlinum en það síðara, hæsti toppurinn, kom úr þeim eystri. Í vatnavöxtum flæmist Skaftá víða út á hraun og hripar niður í grunnvatn og eykur rennslí lindalækja á svæðinu. Meðalársrennslí Skaftár við Sveinstind var 88 m<sup>3</sup>/s á vatnsárinu, en á árum fyrir 1995 var meðalársrennslí ársins yfirleitt um 40 m<sup>3</sup>/s. Á myndinni sem sýnir rennslí Skaftár frá miðjum apríl til loka ágúst má sjá að vorleysingar af hálendinu hefjast í byrjun maí, en síðan hefst jökulbráðunin í júní.

Rennslí Markarfljóts var ekki mikið á jökulbráðunartímanum. Líklegt er að þykk aska hafi einangrað vatnasviðið á jökli, sem er einkum norð-vestanverður Mýrdalsjökull. Úrkoma kemur kröftuglega fram í Markarfljóti.

Rennslí síðsumars í þurrviðrinu á Vesturlandi var lítið. Jökulbráðun á Langjökli var töluverð og áberandi í Farinu og Hvítarvatni, en afrennslí jökulsins til suðausturs er á þéttari grunni. Rennslí til vesturs í Hvítá í Borgarfirði var rétt í meðallagi síðustu ára. Aðeins hluti árinna er beint afrennslí frá jökli og virðist þurrviðrið hafa vegið þungt í draghluta árinna. Grunnvatnið sem lindirnar koma úr er mjög háð jöklinum. Lækir og ár sem renna frá vesturjaðri jökulsins hverfa margar út í Hallmundarhraun og koma fram sem lindarvatn neðar.

Drjúgt rennslí var í Austri-Jökulsá í Skagafirði sl. sumar en vorflóð af hálendinu utan jökuls hafa verið fremur lítil. Mikið rennslí sem jafnan er í júní og kemur úr Nýjabæjarfjalli og því umhverfi vantar alveg, en í stað þess kom jökulbráð með venjulegum dagsveiflum.

**1951:** Fyrsti sírítandi vatnshæðarmælirinn tekinn í notkun

**1952:** Flugveðurstofa tekur til starfa á Keilavíkurlíðvegelli. Reglugerðir um háloftaathuganir hefjast

**1956:** Vetrarmælingar Vatnamælinga á hálendinu hefjast. Þersk vörn koma út með fyrsta yfirliti um vatnsfall landsins

**1958:** Mengunarmælingar hefjast á Veburstöðfurni

**1963:** Hilynur-Sigtryggsson skipaður veburstofustjóri

**1964:** Fullkomin jarðskjálftar voru mældar af Akureyri. Fyrir flötum stöðum

**1965:** Mönnubú veðurathugasstöð tekur til starfa á Hveravöllum





# OFANFLÓÐAVERKEFNI

Á Veðurstofu Íslands hefur um árabil verið unnið að þróun hættumatsaðferða og hættumati vegna ofanflóða. Þegar hefur hætta verið metin fyrir þéttbýlisstaði þar sem umtalsverð ógn er talin af völdum ofanflóða. Á síðustu árum hefur hætta verið metin fyrir nokkra þéttbýlisstaði þar sem ofanflóð eru sjaldgæf. Árið 2010 var gefið út hættumat fyrir Akureyri og hafist handa við hættumat fyrir Mosfellsbæ. Einnig var unnið að hættumati fyrir nokkurt svæði undir Esjuhlíðum í framhaldi af staðbundnu hættumati fyrir Kerhóla á Kjalarnesi. Árið 2009 var gefið út hættumat fyrir Drangsnæs, Kirkjubæjarklaustur og Vík í Mýrdal. Vinna við úttekt á ofanflóðahættu í dreifbýli hélt áfram. Unnið var við samantekt ofanflóðasögu og upplýsinga um ofanflóðaaðstæður fyrir Fnjóskadal, Öxnadal, Hörgárdal, Dýrafjörð og Öndarfjörð. Ekki er um formlegt hættumat að ræða heldur úttekt sem gagnast lögreglu- og almanna-varnaryfirvöldum þegar hætta skapast, og nýtist við undirbúning skipulags og ýmissa framkvæmda. Veðurstofan hefur einnig það hlutverk að meta snjóflóðahættu á skíðasvæðum landsins. Hættumat fyrir Odds-skard í Fjarðabyggð og fyrir Skarðsdal og Hólsdal í Fjallabyggð var kynnt fyrir sveitarstjórnnum á árinu 2010. Einnig var unnið að hættumati fyrir skíðasvæðið í Hlíðarfjalli.

Veðurstofan vaktar ofanflóðahættu í þéttbýli og er í samstarfi við almanna- og varnarmálaráðgjöf um ofanflóðahættu í dreifbýli. Starfsfólk ofanflóðavaktarinnar er á starfsstöðvum Veðurstofunnar á Ísafirði og í Reykjavík og snjóathugunarmenn eru víða um land. Ofanflóðavakt Veðurstofunnar lýsir yfir óvissustigi eða tekur ákvörðun um rýmingu húsnæðis ef þurfa þykir í samráði við snjóathugunarmenn og yfirvöld í héraði. Árið 2009 var snjór fremur lítill til fjalla framan af en í mars þurfti að rýma hús á Norðurlandi og Vestfjörðum. Þá var langvarandi óstöðugleiki í snjópekjunni á Vestfjörðum. NV-áhlaup gerði með fannburði á Norðurlandi sem er fremur óalgengt í þeirri vindátt. Árið 2010 var ekki gripið til rýminga en snjóflóð féll þó á íbúðarhús í Reynishverfi í Mýrdal í febrúar. Snjór var líkt og veturinn áður fremur lítill víðast hvar framan af vetri. Mikil snjóflóðahrina reid yfir Norðurland fyrstu vikuna í apríl en ógnaði ekki byggð. Þá féll fjöldi stórra snjóflóða yfir Ólafsfjarðarveg, á skíðasvæði Siglirðinga í Skarðsdal og yfir hitaveitumannvirki í Skútudal. Á árinu 2010 þurfti að hafa vakandi eftirlit með aurskriðuhættu við Eyjafjallajökul í kjölfar gossins vegna mikils öskufalls á svæðinu.

Á nokkrum stöðum á landinu vinna sveitarfélög að byggingu varnarmarkna gegn ofanflóðum með stuðningi Ofanflóðasjóðs. Á árunum 2009 og 2010 lauk byggingu varnargarða á Siglufirði, í Bíldudal og á Ólafsfirði og stoðvirki voru reist í Tvísteinahlíð í Ólafsvík og treystir bakkar meðfram farvegi krapaflóða í grennd við byggðina. Þar með hafa verið reist varnarmarkna á ellefu stöðum á landinu í uppbyggingaráttaki sem hófst með byggingu leiðgarða á Flateyri árið 1997. Nú er unnið að uppsetningu stoðvirkja í Tröllagiljum í Neskaupstað, byggingu varnargarðs í Bolungarvík og undirbúningi varnarmarkna á fleiri stöðum. Veðurstofan kemur að undirbúningi varnarmarkna með sam-



Ljósmynd: Sveinn Brynjólfsson.

antekt ýmissa gagna á hönnunartigi og sérfræðiráðgjöf. Á árinu 2009 var gefin út handbók um hönnun varnargarða og annarra varnarmarkna á úthlaupssvæðum snjóflóða í ritstjórn starfsmanna Veðurstofunnar og Norsku jarðtæknistofnunarinnar. Bókin er í ritröð sem Evrópuráðið (European Commission) gefur út og fjallar um niðurstöður rannsóknarverkefna sem ráðið styrkir.

Á stofnuninni eru stundaðar rannsóknir á ofanflóðum og ofanflóðahættu. Tvívíð snjóflóðalíkon í tölvum hafa verið í mikilli þróun síðustu árin og ná í mörgum tilfellum að herma snjóflóð nokkuð vel. Þau gefa mikilvægar vísbendingar um stefnu snjóflóða í flóknu landslagi og mögulega skriðlengd. Á Veðurstofunni hefur verið unnið að þróun aðferða til að nota slík líkon á kerfisbundinn hátt við mat á snjóflóðahættu og felst aðferðin í því að skilgreina svokölluð tvívíð rennislisstig. Tvívíð rennislisstig eru línur sem sýna hvar snjóflóð með ákveðna, fyrirfram skilgreinda eiginleika stöðvast samkvæmt tvívíðum snjóflóðalíkönunum. Á Snjóflóðasetri Veðurstofunnar á Ísafirði hafa enn fremur verið gerðar tilraunir með sprengingar til að koma af stað snjóflóðum. Flóðin hafa verið tekin upp á myndbönd og ýmsir eiginleikar þeirra mældir, svo sem stærð og hraði. Árið 2009 tókst að koma af stað mjög stórum flóðum og hafa verið gerðar tilraunir til að herma þau með tvívíðum snjóflóðalíkönunum með forvitnilegum árangri.

1967: Byrjað að taka á mót gervir-tunglamyndum. Vatnamælingar verða deild á Orkustofnun. Veður-fregnir hefjast í sjónvarpi.  
1968: Fyrsta landsnet jarðskjálfta-mæla fullbúið, sex jarðskjálftastöðvar.

1972: Mengunarmælingar eitðar brenniseini og setu í lofti, svifryki og lúkumu.

1977: Veðurstofan eignast fjár-skiptaölu og fær einkaafnot af Hrabvíkri fjarskiptalínu.  
1978: Veðurstofunni falið að annast snjóflóðabættir og snjóflóðavarnir.

1979: Hálfannsóknir eftbar. Þenslumælum komið fyrir í Þorholum. Veðursþáttgjafi á Keflavíkurflugvelli lögð niður.



# UMHVERFISVÖKTUN OG EFNARANNSÓKNIR

Veðurstofa Íslands sinnir árið um kring margvíslegum verkefnum sem varða vöktun og rannsóknir efnaferla í lofti, á láði og í legi. Megináherslur Veðurstofunnar hafa verið vöktun á fjölbreytilegum efnaferlum í lofthjúpi jarðar og vöktun og rannsóknir á vatnafari landsins, þ.m.t. efnafræði og aurburði.

## Lofthjúpur

Veðurstofan hefur í samvinnu við innlendar og erlendar stofnanir tekið þátt í gagnaöflun og uppbyggingu alþjóðlegra vöktunarverkefna. Slík samvinna gerir alþjóðasamfélaginu kleift að fá skýrari og heildrænni upplýsingar um lofthjúp jarðar og styrkir um leið fræðilegan grunn þeirra ferla sem Veðurstofan rannsakar og vaktar. Rannsóknir og vöktun í lofthjúpi jarðar sem Veðurstofan kemur að eru:

- Brennisteinn og selta. Daglegar mælingar eru gerðar á brennisteini og seltu í lofti, svifryki og úrkomu við Írafoss í Grímsnesi. Mælingar hafa verið gerðar þar síðan 1980, en höfðu áður verið gerðar á Rjúpnahæð síðan 1972.
- Þrávirk lífræn efni. Vöktun á styrk þrávirkra lífrænna efna hefur farið fram á Stórhöfða í Vestmannaeyjum síðan 1995.
- Þungmálmur. Öflug vöktun á styrk þungmálma úrkomu hefur farið fram í Reykjavík síðan 1999 og á Stórhöfða síðan 2001. Þá hefur styrkur þungmálma í svifryki verið vaktadur á Stórhöfða síðan 1995.
- Gróðurhúsalofttegundir. Sýnataka vegna mælinga á gróðurhúsalofttegundum hefur farið fram á Stórhöfða síðan 1992.
- Óson. Fyrstu mælingar á ósoni á Veðurstofunni eru frá árinu 1952. Í dag eru eftirfarandi mælingar gerðar á ósoni: Í Reykjavík hefur magn ósons í háloftunum verið mælt daglega frá 1957; á Keflavíkurflugvelli hafa verið gerðar mælingar á ósonstyrk með háloftakanna yfir vetrarmánuðina frá 1991; og á Stórhöfða í Vestmannaeyjum hafa verið gerðar sísmælingar á ósoni við jörð síðan 1992.
- Súrefnissamsætur. Veðurstofan veitir rannsóknum á súrefnissamsætum í úrkomu brautargengi með mánaðarlegum sýnatökum í Svartárkoti í Bárðardal og í Reykjavík.
- Langt aðborið svifryk frá hafi og af landi. Sýnasöfnun á Stórhöfða síðan 1991.
- Geislavirkni. Veðurstofan styður við innlendar og erlendar rannsóknir á geislavirkni með úrkomusýnatökum og upplýsingum um veðurskilyrði. Sýnaöflun fer fram á Írafossi og í Reykjavík.
- Frjókornamælingar. Veðurstofan veitir aðstöðu og þjónustu til mælinga á magni frjókorna í andrúmslofti.



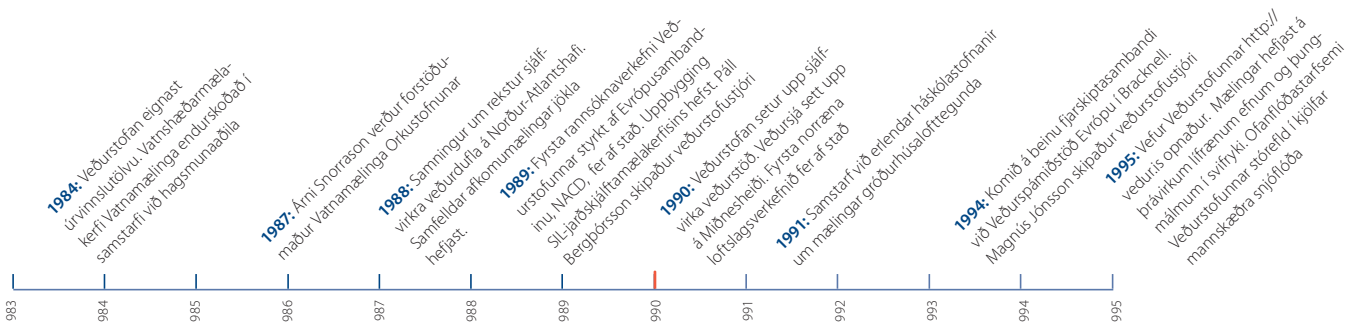
Ljósmynd: Þorsteinn Þorsteinsson.

## Vatn

Veðurstofa Íslands hefur unnið að efnagreiningum í straum- og grunnvatni síðastliðna fjóra áratugi í tengslum við fjölmörg verkefni og aðila. Mikil sýnatökuherferð var framkvæmd í byrjun áttunda áratugarins innan helstu vatnasviða landsins og hafa niðurstöður verið notaðar sem gildi fyrir grunnástand í mörgum vatnsföllum. Í kjölfar Gjálpargossins árið 1996 var ákveðið að koma á sjálfvirku efnavöktunarkerfi vegna jökulhlaupa og flóða frá eldsubrotum í Vatnajökli og Mýrdalsjökli og var bakgrunnsgögn um árstíðasveiflur í efnastyrk safnað innan þess verkefnis, auk þess sem leiðnimælar og vöktunarkerfi voru sett upp. Í byrjun 9. áratugarins, og aftur árið 1996, hóf Orkustofnun að safna sýnum úr lindum og straumvötnum vítt og breitt um landið undir forystu Freysteins Sigurðssonar. Heldur Veðurstofan utan um þau gögn og hefur tekið saman skýrslur um niðurstöðurnar. Árið 1996 hófst samstarf nokkurra stofnana um efnavöktun í íslenskum vatnsföllum sem síðan hefur þróast með breytingum á fjárveitingum og kostunaraðilum. Í dag eru sýni til efnagreininga tekin úr helstu vatnsföllum á Suðurlandi, Austurlandi og Vesturlandi og gefnar út árlegar skýrslur um niðurstöðurnar. Að auki mælir Veðurstofan hita, leiðni og aurburð í helstu vatnsföllum landsins.

## Vatna- og flóðatilskipun Evrópusambandsins

Í samræmi við stofnsáttmála Evrópusambandsins, samþykktir EES og skuldbindingu Íslands um upptöku á Vatnatilskipun 2000/60/EU og Flóðatilskipun 2007/60/EU Evrópusambandsins, hafa starfsmenn Veðurstofu Íslands tekið þátt í undirbúningi vegna fyrirhugaðrar innleiðingar þessara tilskipana í samvinnu við Umhverfisstofnun og aðrar fagstofnanir ríkis og sveitarfélaga. Auk þátttöku í vinnuhópum hefur aðkoma Veðurstofunnar einkum snúið að undirbúningsvinnu varðandi skilgreiningu og samþættingu gagna, skipulag og uppbyggingu gagnakerfa og gagnaskil er lúta að skráningu, skýrslugerð og því þjónustuhlutverki sem kveðið er á um í bæði vatna- og flóðatilskipuninni.



# FLÓÐARANNSÓKNIR

Í desember 2006 urðu óvenjumikil flóð víðsvegar um landið. Ástæður þess voru mikil og snögg hlýindi ásamt mikilli úrkomu eftir langan kuldakafli. Snjó á hálandi tók upp en jörð var frosin og lítið sem ekkert vatn seytlaði niður í jarðveginn, en leitaði í næstu farvegi. Einna verst urðu flóðin á Suðurlandi meðfram bökkum Hvítár/Ölfusár en auk þess í Hvítá í Borgarfirði og Héraðsvötnum í Skagafirði. Af þessu hlaut þó nokkurt tjón fyrir íbúa á þessum svæðum þar sem vatn flæddi sums staðar yfir tún og inn í hús og eitthvað af búfénaði fórst.

Vakin var athygli ríkisstjórnarinnar á nauðsyn þess að kortleggja og afla gagna um flóðin. Í kjölfar þess var skipuð nefnd til þess að hafa umsjón með framkvæmd slíks verkefnis og styrkur veittur til þriggja ára. Fyrir nefndinni fór Elín Smáradóttir, sem þá var lögfræðingur hjá Orkustofnun, en auk hennar tilnefndu ýmis ráðuneyti og hagsmunaaðilar fulltrúa í nefndina, Ágúst Gunnar Gylfason frá embætti Ríkislögreglustjóra, Ásbjörn Blöndal, tilnefndur af Sambandi Íslenskra sveitarfélaga, Gylfi Júlíusson frá Landgræðslunni, Ólafur Melsteð frá Skipulagsstofnun, Svanhvit Axelsdóttir, tilnefnd af samgönguráðuneytinu og Þórður Arason frá Veðurstofu Íslands. Þær breytingar urðu síðar á nefndinni að Hafdís Hafliðadóttir kom inn fyrir Skipulagsstofnun í stað Ólafs og Sigrún Karlsdóttir náttúruvörðgjafi Veðurstofu Íslands í stað Þórðar.

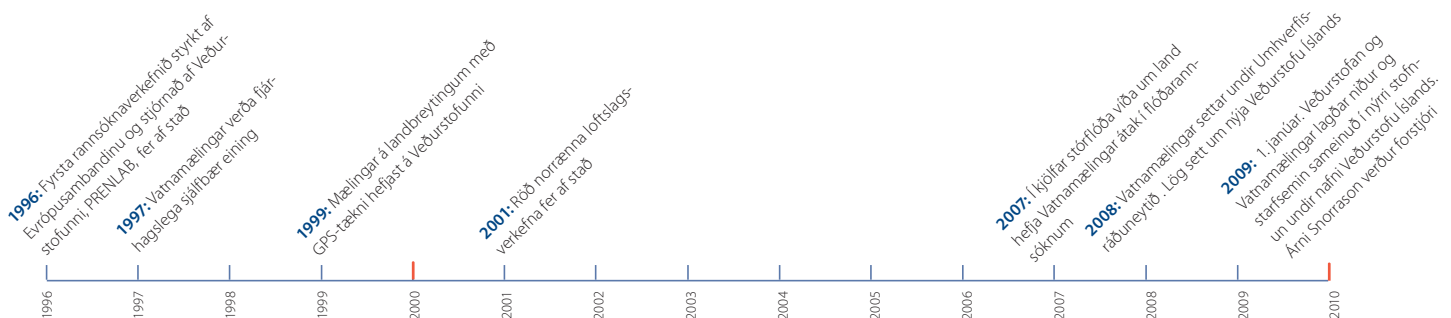
Vinna við að kortleggja flóðin og meta umfang þeirra fór að mestu fram á árunum 2007 og 2008 og fólst í því að kanna vettvang atburðanna og afla upplýsinga og áreiðanlegra gagna um útbreiðsluna. Flóð af þessari stærðargráðu skilja eftir sig margskonar ummerki sem hægt er að rekja og kortleggja og voru flóðhæðir og flóðför mæld og skráð með nákvæmum GPS-landmælingatækjum. Þá var upplýsinga aflað hjá íbúum í þessum vettvangsferðum í samtölum og óskað eftir ljósmyndum sem teknar voru meðan á flóðunum stóð. Svæðin sem um ræðir eru víðfeðm og ekki var alls staðar hægt að rekja útbreiðslu flóðanna vegna skorts á sýnilegum flóðförum eða af öðrum ástæðum. Sérfræðingar þurftu því að beita öðrum tiltækum ráðum til þess að fylla í eyðurnar svo hægt væri að fá samfelld útbreiðslukort. Þeir studdust við mælingar sem fengust á vettvangi og ljósmyndir af flóðunum, auk þess að fjárfest var í háupplausnar landhæðarlíkani og loftmyndum frá Samsýn ehf., af svæðinu meðfram bökkum Hvítár/Ölfusár, til þess að meta útbreiðsluna út frá mældum flóðhæðum. Einnig var samið við heimamenn á nokkrum svæðum um að safna sögulegum heimildum um eldri flóð sem gætu nýst verkefninu og verið skráð í gagnagrunn.

Settir voru upp nýir vöktunarmælar og nokkrir mælar sem þegar voru til staðar teknir inn í vöktunarkerfið. Gerðar voru prófanir með flóðalíkanagerð og festi Veðurstofa Íslands kaup á MIKE Flood hugbúnaðarpakkanum til þeirra verka. Hafa þær prófanir gefið góða raun og mun vinnan nýtast við frekari líkangerð sem þörf er á í framtíðinni til að spá fyrir um umfang og útbreiðslu flóða af mismunandi stærðargráðu.



Ljósmynd: Þorsteinn Þorsteinsson.

Niðurstöður verkefnisins liggja nú fyrir og eru settar fram á flóðakortum sem sýna útbreiðslu og flóðhæðir fyrir flóðin 2006 á eftirtöldum svæðum: Hvítá við lðu, Hvítá við Skeið, Hvítá við Sorta, Ölfusá neðan Selfoss, Hvítá í Borgarfirði og Héraðsvötn í Skagafirði. Kortin hafa verið kynnt í héraði: 15. nóvember 2007 þar sem drög að flóðakorti fyrir Skeiðin voru kynnt; 19. febrúar 2009 á Selfossi, þar sem drög að flóðakortum fyrir svæðið ofan lðu og svæðið sem nefnist Sorti (frá Selfossi að neðri hluta Skeiða) voru kynnt; 26. október 2010 fyrir Héraðsvötn í Skagafirði; 4. nóvember 2010 fyrir Hvítá í Borgarfirði; og 11. nóvember 2010 fyrir Ölfusá neðan Selfoss. Gagnlegar athugasemdir heimamanna nýttust til að bæta kortlagningu á viðkomandi svæðum. Ennfremur liggur fyrir flóðagagnagrunnur sem hægt er að þróa. Hann mun nýtast samfélaginu og hagsmunaaðilum í framtíðinni svo sem við ýmiskonar ákvarðanatöku, varnir og skipulagsvinnu.



# LOFTSLAGSRANNSÓKNIR



Svifryk á höfuðborgarsvæðinu 7. september 2010, vegna ösku frá Eyjafjallajökli. Ljósmynd: Sibylle von Löwis.

Á Veðurstofu Íslands hafa verið stundaðar rannsóknir á veðurfari og breytingum á því um áratuga skeið. Á Vatnamælingum Orkustofnunar átti sér einnig stað þróttmikið rannsóknastarf á sviði loftslagsbreytinga og áhrifum þeirra á vatnafar og jökla. Þannig unnu vísindamenn frá

báðum stofnunum að mati á umfangi og áhrifum loftslagsbreytinga á Íslandi innan vísindanefndar um loftslagsbreytingar sem starfaði á vegum umhverfisráðuneytis. Við sameiningu þessara tveggja stofnana í nýja Veðurstofu Íslands fluttust því umfangsmiklar rannsóknir á loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra í eina stofnun.

Í skýrslu vísindanefndar var líklegt umfang hlýnunar á Íslandi og nærliggjandi hafsvæðum skoðað. Niðurstaðan var sú að líklegasta hlýnun fram til ársins 2050 lægi á bilinu 0 til 2°C og væri 1°C hlýnun líklegust. Þetta byggðist á útreikningum hnattrænna loftslagslíkana með gisnu reiknineti. Slík líkön geta ekki tekið tillit til landslags Íslands nema að mjög óverulegu leyti. Þó hefur lengi verið ljóst að líklegt er að hlýnun verði önnur og meiri inn til landsins en við ströndina.

Ein leið til að fá betri mynd af þessu er að þetta upplausn reiknilíkana fyrir Ísland. Slíkt er þó hægara sagt en gert, því slíkir reikningar eru afar umfangsmiklir og kostnaður við þá hleypur á milljónum. Slíkir reikningar voru þó gerðir fyrir Evrópu á vegum ENSEMBLES verkefnisins þar sem tugum ólíkra loftslagslíkana með þéttu reiknineti var beitt til að skoða líklegar loftslagsbreytingar í Evrópu. Á vegum CES verkefnisins var unnið sérstaklega úr niðurstöðum fyrir Norðurlöndin. Niðurstöðurnar sýndu að með bættri upplausn reiknilíkana er spáð meiri hlýnun yfir landi en á nærliggjandi hafsvæði og einnig hlýnar miðbik landsins meira en strandsvæði. Þótt líkönunum bæri ekki saman er eftirtektarvert að með bættri upplausn reiknilíkana verður dreifing hlýnunar yfir landið trúverðugri.

## Norræna rannsóknarverkefnið „Climate and Energy Systems“ (CES) og íslenska systurverkefni þess „Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á orkukerfi og samgöngur“ (LOKS)

Í verkefninu Climate and Energy Systems (Loftslag og orkukerfi, CES) sameinuðu veðurstofur, vatnamælingastofnanir og ýmsar aðrar rannsóknastofnanir á Norðurlöndum og í baltnesku löndunum krafta sína til þess að rannsaka áhrif loftslagsbreytinga á orkuframleiðslu og orkukerfi landanna. Verkefnið er það þriðja í röðinni frá 2001 og hafa þau öll verið undir stjórn Veðurstofu Íslands/Vatnamælinga. Lokaráðstefna verkefnisins var haldin í Osló 31. maí til 2. júní 2010 og kom þar fram að loftslagsbreytingar hafa þegar haft veruleg áhrif á orkukerfi Norðurlanda og enn meiri áhrifa er að vænta á næstu áratugum. Lokaskýrsla verkefnisins er væntanleg vorið 2011. Upplýsingar um verkefnið er að finna á vefsíðu þess (<http://en.vedur.is/ces>).

Umtalsverðar breytingar urðu í hitafari á Norðurlöndum á síðustu 20–30 árum og er verulegra breytinga að vænta fram yfir miðja öldina. Mörg orkufyrirtæki hafa þegar tekið tillit til framkominna breytinga í veður- og vatnafari í rekstri sínum. Þau vænta frekari breytinga í náninni framtíð og hafa þær í huga við hönnun nýrra orkumannvirkja. Hér á landi stafa mestu breytingarnar í vatnafari af völdum loftslagsbreytinga af aukinni jöklaleysingu. Verulegra breytinga í rekstrarumhverfi orkufyrirtækja er einnig að vænta vegna margs konar óbeinna áhrifa veðurfarsbreytinga, svo sem alþjóðlegra samninga um minni losun gróðurhúsalofttegunda og breyttra forsendna fyrir rekstri vatnsaflsvirkjana þegar vægi vindafis og annarra nýrra orkugjafa vex í orkukerfunum.

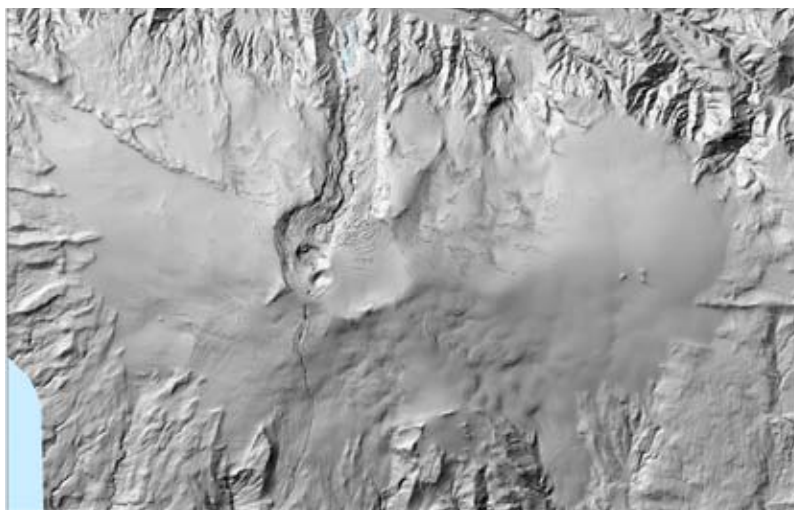
Markmið CES verkefnisins var að greina líklegar breytingar í

veðurfari fram undir miðja 21. öldina og draga fram mikilvægustu áhrif fyrir orkuframleiðslu og orkukerfi. Verkefnið var styrkt af Nordic Energy Research, sem er rannsóknasjóður fjármagnaður af norrænu ráðherranefndinni, svo og af norrænum orkufyrirtækjum. Landsvirkjun hefur verið íslenskur styrktaraðili og þátttakandi. Orkustofnun, Vegagerðin og iðnaðarráðuneytið hafa einnig styrkt verkefnið. Þessir sömu aðilar hafa styrkt frekari rannsóknir á þessu sviði í íslenska verkefninu LOKS sem skipulagt hefur verið samhliða því norræna og stendur út árið 2011.

Norræna ráðherranefndin ákvað árið 2009 að efla rannsóknir á loftslagsbreytingum og áhrifum þeirra á umhverfi og samfélag og veitti um 10 milljörðum íslenskra króna til rannsóknaverkefna á þessu sviði sem fram eiga að fara á tímabilinu 2011–2015. Á grunni CES verkefnisins var sótt um stuðning til nokkurra verkefna með þátttöku Íslendinga og fengust myndarlegir styrkir til rannsókna á jöklum og á hagnýtingu vindorku sem Veðurstofa Íslands, Háskóli Íslands og Jarðvísindastofnun Háskólans ásamt Landsvirkjun og Landsneti taka þátt í. Umfang þessara rannsókna hér á landi er um 40–50 milljónir króna árlega og þær munu gera viðkomandi stofnunum kleift að efla mjög rannsóknir sínar á þessum sviðum á næstu árum. Skapast munu ýmis sóknarfæri, meðal annars með ráðningu doktorsnema og nýdoktora, en einnig sérfræðinga til leiðandi hlutverks á sviði loftslagsrannsókna og nýtingar endurnýjanlegrar orku.

## Rannsóknarverkefnið ICEWIND

Veðurstofan tekur þátt í norræna rannsóknarverkefninu ICEWIND (Improved forecast of wind, waves and icing). Verkefnið er styrkt af Toppforskningsinitiativet, rannsóknasjóði Norrænu ráðherranefndarinnar, sem styrkir norrænt rannsóknasamstarf á veðurfari, umhverfi og orku. Markmið ICEWIND verkefnisins er að þróa og auðvelda tengingu vindraforku við orkukerfi Norðurlandanna. Sem hluta af verkefninu verður vindorka á Íslandi kortlögð og kannað á hvaða svæðum nægur vindur fer saman við rekstraröryggi. Einnig verður kannað hvernig íslenska orkukerfið ræður við vindorku og hvar á Íslandi er mest hættu á ísingu, en með ísingu eykst orkutap vindorkuvera. Að lokum verður kannað hvernig bæta megi veður-, öldu- og orkuspár yfir hafi, en það tengist rekstraröryggi vindorkuvera á strandsvæðum. Auk Veðurstofunnar koma Háskóli Íslands, Landsvirkjun og Landsnet að verkefninu. 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.



Líkan af útlínun Eyjafjallajökuls, leysimæling 11. ágúst 2010.

## Rannsóknarverkefnið „Stability and Variations of Arctic Land Ice“ (SVALI)

Veðurstofan tekur ásamt Jarðvísindastofnun Háskólans þátt í norræna jöklarannsóknarverkefninu SVALI sem hófst á síðasta ári og standa mun til ársins 2015. Verkefnið er þáttur í rannsóknarátaki sem norræna ráðherranefndin stendur að og nefnist Toppforskningsinitiativet (TFI) eða Top-level Research Initiative (TRI), þar sem fengist er við margvíslegar rannsóknir á áhrifum loftslagsbreytinga. Við Norður-Atlantshaf og á Norðurskautssvæðinu er umtalsverður hluti jökla á jörðinni og frá þeim falla mörg vatnsföll til Norður-Atlantshafsins og Norðuríshafsins. Þessir jöklar hafa flestir hoptað hratt undanfarin ár og þörf er á margvíslegum rannsóknum

til þess að segja fyrir um viðbrögð þeirra við áframhaldandi hlýnun sem vænta má á norðurslóðum á næstu áratugum.

Í rannsóknarverkefninu verður skipulagður norrænn samstarfsvettvangur fyrir jöklafræðinga við 17 rannsóknastofnanir og háskóla þar sem fengist verður við greiningu jöklamælinga og líkanreikninga á veðurfari, afkomu jökla og ísflæði. Unnið verður að endurbótum á reiknilíkönunum sem notuð eru til þess að segja fyrir um áhrif loftslagsbreytinga á jökla og ritaðar yfirlitsskýrslur um breytingar á jöklum á Norður-Atlantshafssvæðinu og öðrum norðurslóðum. Mikilvægur þáttur í verkefninu er dreifing upplýsinga um jöklabreytingar til ýmissa hagsmunaaðila og almennings. Vefsíða verkefnisins er „<http://www.ncoe-svali.org>“.

## Mælingar á yfirborðsbreytingum íslenskra jökla með leysimælingum

Verkefnið er unnið í samstarfi við Jarðvísindastofnun Háskólans og hefur staðið síðan 2008. Mæld hafa verið nákvæm landlíkön af um helmingi af jöklum landsins með leysimælingu (lidar-mælingu) úr flugvél, þ.e. Hofsjökli, Langjökli, Eiríksjökli, Snæfellsjökli, Mýrdalsjökli, Eyjafjallajökli, Hornafjarðarjökli, Breiðamerkurjökli í Vatnajökli og nokkrum öðrum skriðjöklum Vatnajökuls til austurs og suðurs. Verkefnið er áfangi í kortlagningu helstu jökla landsins sem áformað er að ljúki á næstu þremur árum. Samtals hafa rúmlega 5500 km<sup>2</sup> verið kortlagðir, þar af rúmlega 4000 km<sup>2</sup> sumarið 2010. Það er um helmingur af flatarmáli íslenskra jökla, en jöklarnir eru í heild um 11000 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Sambærileg landlíkön af jöklum landsins hafa ekki verið til. Ný landlíkön munu gefa öðrum mælingum aukið gildi vegna þess að þau er unnt að nota til samanburðar við allar aðrar mælingar, bæði fyrirlliggjandi mæliniðurstöður og mælingar sem gerðar verða á næstu árum.

Jöklakortlagningin hófst á alþjóðárum heimskautanna 2007–2009

og var framlag Íslands til rannsókna á því tímabili og í framhaldi þess. Verkefnið hefur verið fjármagnað af Rannsóknasjóði RANNÍS, Orkurannsóknasjóði Landsvirkjunar, Rannsóknasjóði Vegagerðarinnar, Umhverfis- og orkurannsóknasjóði Orkuveitu Reykjavíkur og Landmælingum Íslands, auk framlags frá Veðurstofu Íslands og umhverfisráðuneyti. Mikilvægt er að kortleggja jöklana með þessum hætti nú þegar hraðar breytingar eiga sér stað á jöklum landsins vegna hlýnandi veðurfars. Nákvæm landlíkön af jöklum nýtast til margs konar rannsókna og hafa auk þess mikla hagnýta þýðingu, m.a. í sambandi við undirbúning og rekstur vatnsaflsvirkjana. Með endurteknum mælingum er unnt að reikna rúmmálsbreytingar og þar með framlag jöklanna til aukins afrennslis fallvatna og hækkunar sjávarborðs heims hafanna. Nákvæm kort eru nauðsynleg til þess að meta rennislísið vatns og vatnasvið á jöklum. Kortin eru mikilvæg til rannsókna á framhlaupum jökla og landlyftingu vegna minnkunar jöklanna og veita upplýsingar um eðli ísflæðis. Kortin hafa einnig notagildi í sambandi við ferðamennsku og björgunarstörf á jöklum og við útgáfu hvers kyns landakorta.

# SAMSTARFSVERKEFNI Í JARÐVÍSINDUM



Hristingskort sem sýnir útbreiðslu stórskjálfta í Ölfusi, 29. maí 2008.

Á árinu 2009 lauk þrem umfangsmiklum samstarfsverkefnum sem Veðurstofan var þátttakandi að í sjöttu rammaáætlun Evrópusambandsins, en verkefni höfðu þá staðið yfir í rúm þrjú ár. Tvö þeirra lutu að rannsóknum og þróun á skyndigreiningu gagna um jarðskjálftavá, SAFER ([www.saferproject.net](http://www.saferproject.net)) og flóðbylgjuvá, TRANSFER (<http://labtinti4.df.unibo.it/transfer/>), en eitt fékkst við rannsóknir á kvikuhreyfingum í eldfjöllum, VOLUME ([www.volume-project.net](http://www.volume-project.net)).

Í SAFER verkefninu var áherslan á þróun ferla fyrir Suðurlandsbrotabeltið. Grunnúrvinnsla jarðskjálftagagna leiddi til þróunar dvínunarjafna fyrir mesta hraða og mestu hröðun (PGV, PGA) með fjarlægð frá upptökum skjálfta. Jöfnurnar lágu svo til grundvallar þróunar á sjálfvirkri skyndigreiningu á PGV og PGA til þess að meta staðsetningu og stærðir skjálfta og til sjálfvirkrar birtingar niðurstaðna á „alert“ korti og hristingskorti (e. ShakeMap) á vefsíðu Veðurstofunnar ([hraun.vedur.is/ja/alert](http://hraun.vedur.is/ja/alert)). Kortin birtast um leið og fyrstu úrvinnslu lýkur, einni til tveim mínútum eftir skjálfta, og eru uppfærð eftir því sem meiri og betri gögn berast. Kortin sýna útbreiðslu skjálftaáhrifa um landið og gegna mikilvægu hlutverki í kjölfar stórskjálfta, þar sem þau geta gert viðbragðsaðilum kleift að meta samstundis staðsetningu skjálftans, stærð áhrifsvæðis og líklegar afleiðingar. Annar mikilvægur afrakstur úrvinnsluferlisins var að það skilaði í fyrsta sinn áreiðanlegu stærðarmati á stórum skjálftum, sem SIL-kerfið vanmetur. Í verkefninu var einnig hafin þróun á sjálfvirkri úrvinnsluferli til afstæðra staðsetninga skjálfta í nær-rauntíma og ferlið sett upp á tilraunsvæðinu við Hengil, þar sem það er enn í þróun.

Í flóðbylgjuváverkefninu TRANSFER var áherslan á Tjörnesbrotabeltið og skjálftavirkni í hafinu umhverfis Ísland. Auk gagnasöfnunar um flóðbylgjur og flóðbylgjuvá við Ísland voru ferli úr SAFER aðlöguð og þróuð áfram. Þá var skjálftavirkni á Húsavíkursprungunni í Óxarfirði kortlögð, sem og fundin áhrif frá  $M=7,0$  skjálftanum þar árið 1755. Innan verkefnisins voru sóttir rauntímagagnastraumar frá erlendum jarðskjálftastöðvum í kringum Norður-Atlantshaf til að bæta staðsetningar stórra skjálfta á hafsbotni. Fyrstu skrefin voru stigin til sjálfvirkrar rauntímaúrvinnslu á ráðandi tíðni í gagnastraumum SIL-kerfisins og erlendu stöðvanna, en ráðandi tíðni í P-bylgjum frá stórum skjálftum getur gefið vísbendingar um stærð skjálfta. Þannig skyndigreining á stærð gæti gert Veðurstofunni kleift að senda út viðvörum um yfirvofandi flóð-

bylgju frá stórum skjálfta á hafsbotni, áður en hún bærst að ströndum landsins. Þróun er ekki lokið.

Rannsóknáherslur Veðurstofunnar innan eldfjallaverkefnisins VOLUME voru á Eyjafjallajökul og Kötlu í Mýrdalsjökli og var sú þekking sem þar myndaðist grundvöllur fyrir öflugra eftirlit en áður hafði þekkt með umbrotahrinunni og eldgosinu í Eyjafjallajökli árið 2010. Í verkefninu hafði skjálftavirkni tengd kvikuinnskotum undir eldstöðina á tíunda áratugnum þegar verið kortlögð með nákvæmum afstæðum staðsetningaraðferðum. Virkniin endurspeglaði tvö fremur grunn innskot austan við toppgíginn árin 1994 og 1999 og eitt djúpt, inn í botn jarðskorpunnar undir vestanverðum toppgígnum, árið 1996. Þegar ný skjálftahrina hófst aftur árið 2009 varð strax ljóst að ný hrina innskota væri hafin í Eyjafjallajökli. Þekking á fyrri virkni gerði kleift að fylgjast með ferli kvikunnar frá botni skorpunnar og upp að yfirborði til beggja gosstöðvanna í mars og apríl 2010. Kortlagningarniðurstöður úr gosinu 2010 hafa verið sendar í alþjóðlegt vísindatimarit.

Í Kötlu var áherslan annars vegar á innbyrðis samanburð jarðskjálfta á vesturöxl eldstöðvarinnar, nálægt Goðabungu og hins vegar á kortlagningu skjálftavirkni inni í öskjuni. Gögn frá Goðabungu og víxifylgni milli þeirra gáfu til kynna að skjálftarnir væru á sama stað og nánast við yfirborð. Orsök þeirra tengist því líklega samspili jökuls og yfirborðs. Inn í öskjunni voru valdir ótruflaðir og skýrir skjálftar til afstæðra staðsetninga. Þær sýndu að um 80% skjálftanna voru í efstu kílómetrunum og að stór hluti tengdist jarðhitasvæðum sem liggja undir ískötum á yfirborði jökulsins. Ekki voru áberandi virk svæði dýpra í skorpunni, en þó hafa nokkrir skjálftar mælst við botn skorpunnar síðan árið 2007. Þá hefur einnig mælst djúp skjálftahrina undir Hjörleifshöfða, sem bendir til að kvikuinnskot inn í skorpuna eigi sér stað á nokkuð stóru svæði í nágrenni Kötlu. Að auki var rannsökuð fylgni milli rennslis í jökulhlaupum úr Mýrdalsjökli og lotubundins óróa á nálægum jarðskjálftamælum, tengsl jökulhlaups og ísskjálfta í Kötlujökli skoðuð, og unnið úr GPS gögnum frá Upptýppingum sem studdu niðurstöður fyrri jarðskjálftakortlagningar um hallandi ganginnskot í neðri skorpu.



Ljósmynd: Elín Björk Jónasdóttir.

# NÝ JARÐEÐLISFRÆÐILEG MÆLITÆKI

Á árinu 2009 fór af stað átak til eflingar og endurnýjunar þenslu-mælakerfis Veðurstofunnar og samstarfsaðilans Carnegie Institute of Washington í Bandaríkjunum. Mælanetinu var upphaflega komið fyrir í borholum á Suðurlandi á áttunda áratugnum og notaðist það ennþá við hliðrænar aðferðir við gagnasöfnun og sendingar. Upphaflega höfðu mælarnir verið sjö, en árið 2009 voru fjórir ennþá virkir. Upphaflegt hlutverk mælna var að mæla aflögun vegna stórra jarðskjálfta í Suðurlandsbrotabeltinu, en í aðdraganda Heklugosanna árin 1991 og 2000 kom í ljós að þeir gegndu einkar mikilvægu hlutverki við vöktun kvikuhreyfinga í Heklu. Um einum og hálfum tíma áður en eldgosið hófst árið 2000 fóru að sjást merki á stöðinni við Búrfell, í 15 km fjarlægð frá Heklu, sem sýndi að kvika var að byrja að streyma upp að yfirborði. Þetta gerði kleift að senda út viðvörðun í útvarpið með um hálf tíma fyrirvara.

Endurnýjun kerfisins fólst í borun nýrrar þensluholu í 5 km fjarlægð frá Heklu til að auka næmni og upplausn kvikuhreyfinga í eldfjallinu og uppsetningu stafrænnar söfnunar og gagnasendinga. Carnegie stofnunin lagði til 50 þúsund dollara á móti samsvarandi styrkuppþæð sem fékkst úr Brinson stofnuninni í Bandaríkjunum. Veðurstofan lagði út fyrir svipuðu framlagi í kostnað við kaup og vinnu við borun holunnar. Auk þessa fékkst 2,4 milljón króna styrkur úr Orkusjóði Landsvirkjunar og Landgræðsla ríkisins veitti einnig aðstoð við uppsetningu og fjarskipti. Borun nýju holunnar hófst í júlí 2010 og eftir að ýmsir erfiðleikar voru yfirstignir var mælirinn settur niður á 178 m dýpi í september sama ár. Þá var einnig söfnunar- og sendibúnaður þriggja af eldri stöðvum uppþæddur. Sumarið 2011 er áætlað að uppþæra búnað tveggja eldri stöðva.

Í kjölfar víðtækra áhrifa öskumakkarins frá Eyjafjallajökulgosinu 2010 lagði breska jarðfræðistofnunin BGS til sex breiðbands-jarðskjálftanema, í samstarfi við NERC (National Environment and Research Council) í Bretlandi, til vöktunar á íslenskum eldstöðvum. Mælarnir komu til landsins í



Hekla, horft til norðurs. Nýjum þenslumæli var komið fyrir í borholu 5 km suðaustur af hátindi Heklu. Ljósmynd: Matthew J. Roberts.

lok sumars 2010. Ákveðið var að þrjár mælna yrðu settir upp í nágrenni Kötlu til að auka næmni SIL jarðskjálftamælakerfisins á jarðskjálfta í öskju eldstöðvarinnar. Unnið var af kappi fram eftir hausti við að finna góðar og hljóðlátar staðsetningar fyrir mælna og mæla bakgrunnshávaða. Mælunum var valinn staður við Slysöldu á Mælifellssandi, við Rjúpnafell austan Mýrdalsjökuls og í Álftagróf í Mýrdal. Tveir mælar voru auk þess tímabundið settir upp sunnan og norðan Eyjafjallajökuls. Gögnin frá mælunum byrjuðu að streyma til Veðurstofunnar í október og seinasti mælirinn var tekinn inn í SIL-kerfið í árslok 2010. Áætlað er að fjarlægja tímabundnu mælna sumarið 2011 og setja þrjá breiðbandsmæla upp við vestanverðan Vatnajökul til að bæta næmni og staðsetningarnákvæmni vegna aukinnar skjálftavirkni í eldstöðvum Vatnajökuls.

## Ný verkefni í rammaáætlun Evrópusambandsins

Í lok árs 2010 hófust tvö ný samstarfsverkefni í sjöundu rammaáætlun Evrópusambandsins sem miða að uppbyggingu evrópskra rannsóknainnviða. Markmið NERA verkefnisins er að tengja saman lykilorannsóknainnviði í Evrópu á sviði jarðskjálftavár og -hættu, sameina þekkingu í jarðskjálftafræði og jarðskjálftaverkfræði, stuðla að sameiginlegum gæðastöðlum og bæta aðgengi að innviðum og gögnum. Þátttaka Veðurstofunnar felst í flutningi SIL breiðbands-gagna inn í sameiginlegan gagnagrunn verkefnisins í ORFEUS jarðskjálftagagnaveitunni í Hollandi, þar sem þau verða aðgengileg öllum til rannsókna. Auk þess mun Veðurstofan leiða netverk mælikerfa og gagna frá helstu sprungusvæðum (e. near fault observatories) Evrópu. Þessi svæði eru Suðurlandsbrotabelti Íslands, Norður-Anatólíusprungan í Marmarahafi, Alto Tiberina og Irpinia sprungusvæðin á Ítalíu, Kórintuflói í Grikklandi og Valais-svæðið í Sviss. Netverkið mun stuðla að auknum tengslum milli svæðanna til að (i) styrkja undirstöður evrópskra rannsókna á sprungusvæðum, (ii) auðvelda þekkingarflutning milli svæðanna og (iii) koma á sameiginlegum gæðastöðlum og gagnagrunni frá svæðunum. Á Íslandi verður hafið

samstarf við Rannsóknamiðstöðina í jarðskjálftaverkfræði á Selfossi með rauntíma gagnastreymi frá völdum hröðunarmælistöðvum inn í skyndigreiningarferlin sem þróuð voru í SAFER og TRANSFER verkefnum.

EPOS verkefnið, „European Plate Observing System“ er hluti af evrópska vegvísunum um uppbyggingu rannsóknainnviða og samsvarandi íslenskum vegvísi. Markmið verkefnisins er að leggja grunn að fjölpáttá gagnasöfnum sem eru aðgengileg öllu jarðvísindasamfélaginu og auðvelda rannsóknir og skilning á flóknum jarðvísindalegum ferlum. Þetta verður gert með því að sameina og styrkja núverandi fjölpáttá jarðvísindaleg mæla- og eftirlitskerfi um alla álfuna. Innviðir sem tengja á saman eru jarðeðlisfræðileg mælinet Evrópulanda, rannsóknastofur í jarðvísindum og reiknisetur. Núverandi verkefni er fjögurra ára undirbúningsfasi að stærra langtíma verkefni sem nær til ársins 2048, sem felst m.a. í skilgreiningu á skipulagi og stjórnun EPOS, lagamma verkefnisins og frumáætlunum um þá innviði sem verkefnið tekur til. Veðurstofan er fulltrúi fyrir þátttöku íslenskra stofnana í uppbyggingu EPOS, en þær eru Landmælingar Íslands, Jarðvísindastofnun Háskólans og Rannsóknamiðstöðin í jarðskjálftaverkfræði. Framlag Veðurstofunnar til EPOS eru jarðskjálfta-, GPS- og þenslumælakerfi stofnunarinnar.

# REKSTUR 2009

Þann 1. janúar 2009 sameinuðust Veðurstofa Íslands og Vatnamælingar Orkustofnunar í nýja stofnun undir heiti Veðurstofu Íslands. Stefna og framtíðarsýn nýrrar stofnunar var unnin af starfsmönnum, nýtt skipulag kynnt og nýir stjórnendur ráðnir til hinnar nýju stofnunar.

Veðurstofan hefur verið á Bústaðavegi 9 frá 1973 og Vatnamælingar á Grensásvegi 9. Við sameininguna var stofnuninni skipt upp í fjögur svið auk Skrifstofu forstjóra. Athugana- og tæknisvið er á Grensásvegi 9, en Skrifstofa forstjóra ásamt Eftirlits- og spásviði, Úrvinnslu- og rannsóknasviði og Fjármála- og rekstrarsviði eru á Bústaðavegi 9. Ný stofnun og nýtt skipulag kólluðu á tilfærslu starfsmanna á milli starfsstöðva og áherslubreytingar í rekstri. Rekstur ársins 2009 einkenndist því öðru fremur af því að koma nýrri stofnun á laggirnar.

Vegna almenns niðurskurðar fjárveitinga og samdráttar í sölutekjum, sérstaklega innanlands, svo og vinnu við sameiningu, var aðhalds gætt í rekstri og dregið var úr fjárfestingum og framkvæmdum. Jafnframt var hafist handa við að hlúa að og byggja upp sambönd við viðskiptavinum innanlands og erlendis og tryggja þannig verkefnastöðu Veðurstofunnar. Þetta bar góðan árangur þannig að þrátt fyrir að engin auka fjárveiting hafi komið til vegna umtalsverðs kostnaðar við tilurð nýrrar stofnunar var ekki nema 9,2 millj.kr. halli á árinu.

## Skýringar með rekstrarreikningi

Árið 2009 er fyrsta rekstrarár nýrrar Veðurstofu eftir sameiningu. Samanburðarfjárhæðir fyrra árs fyrir rekstrarliði eru samanlagðar rekstartölur Vatnamælinga og Veðurstofu Íslands.

Fjárheimildir ársins námu í heild 667,4 millj.kr. og sértekjur 772,0 millj.kr. Sértekjur lækkuðu um 74,9 millj.kr. frá 2008 eða um 8,8%.

Laun og launatengd gjöld námu 861,0 millj.kr. og ársverk voru 140,5. Starfsmannafjöldi var 279 í árslok. Launakostnaður lækkaði á milli ára vegna verulegs aðhalds í yfirvinnu og uppsagnar á öllum föstum yfirvinnusamningum í ársbyrjun 2009.

Funda- og ferðakostnaður lækkaði um 14,1 millj.kr. eða 21,1% frá árinu 2008. Lækkunin skýrist m.a. af takmakaðri heimild til starfsmanna til þátttöku á ráðstefnum erlendis ef útselt verkefni kostaði ekki þátttöku.

Rekstur tækja og áhaldna lækkaði á milli ára um 8,0 millj.kr. eða 14,1%, en á árinu var ekki svigrúm til að fara í eðliega endurnýjun tækja í sjálfvirkum mælikerfum. Á móti hækkar annar rekstrarkostnaður um 12,8 millj.kr., aðallega vegna aðildar Veðurstofunnar að samtökunum EUMETSAT.

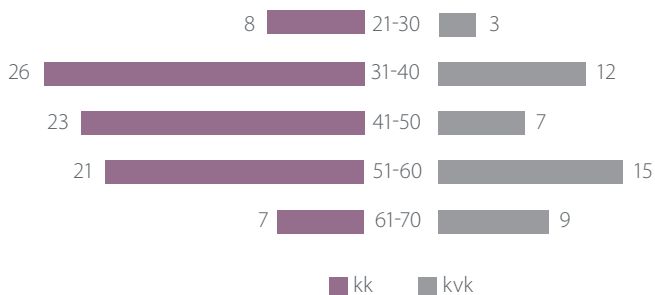
Eignakaup lækkuðu um helming á milli ára, enda var aðeins allra nauðsynlegustu endurnýjun sinnt.

Rekstrarniðurstaða ársins sýnir 9,2 millj.kr. halla sem tekinn er af óráðstöfuðum rekstrarafgangi fyrri ára.

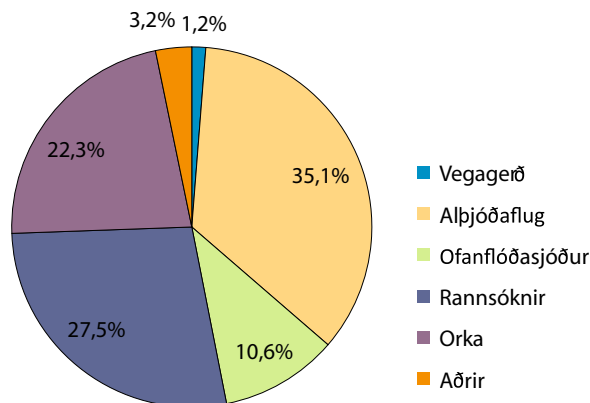
Prófgráða starfsmanna



Fjöldi starfsmanna eftir aldri og kyni



Uppskipting tekna eftir starfsgreinum





# REKSTRARREIKNINGUR ÁRIÐ 2009

	<b>2009</b>	<b>2008</b>
<b>Tekjur</b>		
Styrkir og framlög . . . . .	364.155.292	393.895.121
Seld þjónusta . . . . .	376.127.675	411.389.315
Aðrar tekjur . . . . .	31.736.208	41.673.288
	<u>772.019.175</u>	<u>846.957.724</u>
<b>Gjöld</b>		
Laun og launatengd gjöld . . . . .	861.047.795	876.962.825
Skrifstofu- og stjórnunarkostnaður . . . . .	73.798.266	78.296.701
Funda- og ferðakostnaður . . . . .	53.032.860	67.178.798
Aðkeypt sérfræðiþjónusta . . . . .	162.985.441	158.480.437
Rekstur tækja og áhalda . . . . .	48.302.223	56.255.698
Annar rekstrarkostnaður . . . . .	82.362.810	69.525.108
Húsnæðiskostnaður . . . . .	98.333.560	94.110.694
Bifreiðarekstur . . . . .	12.557.252	11.992.630
Tilfærslur . . . . .	11.874.545	27.193.504
	<u>1.404.294.752</u>	<u>1.439.996.395</u>
Eignakaup . . . . .	53.236.078	109.141.483
	<u>1.457.530.830</u>	<u>1.549.137.878</u>
<b>(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir hreinar fjármunatekjur</b>	( 685.511.655)	( 702.180.154)
Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld) . . . . .	8.869.589	16.263.827
<b>(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir ríkisframlag</b>	( 676.642.066)	( 685.916.327)
Ríkisframlag . . . . .	667.400.000	660.000.000
<b>Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins</b>	<u>( 9.242.066)</u>	<u>( 25.916.327)</u>
Höfuðstóll í ársbyrjun	142.334.600	168.250.927
Rekstrarniðurstaða ársins	-9.242.066	-25.916.327
Höfuðstóll í árslok	<u>133.092.534</u>	<u>142.334.600</u>

# REKSTUR 2010

## Veðurstofa Íslands í tölum



Árið byrjaði vel með nægum verkefnasamningum til að tryggja góðan rekstur allt árið. Hafist var handa við að innleiða faglega verkefnastjórnun og stefnumótun fyrir öll svið stofnunarinnar með framtíðarsýn Veðurstofunnar og árangursstjórnunarsamning við umhverfisráðuneytið að leiðarljósi. Þegar gosið í Eyjafjallajökli hófst reyndi það, með harkalegum hætti, á nýja stofnun og skipulag hennar. Óhætt er að segja að gosið hafi snert alla starfsmenn og starfsemi stofnunarinnar og sýnt í verki ávinninginn af þeirri sambættingu og því skipulagi sem ný stofnun hafði komið á fót. Starfsmenn lögðu á sig mikla vinnu í gosinu og í framhaldi af því við að vinna úr þeim tækifærum sem sköpuðust vegna þess. Þegar þýðing Veðurstofunnar í eftirliti með eldgosavá var alþjóðasamfélaginu ljós varð mikil eftirspurn eftir viðveru starfsmanna Veðurstofunnar erlendis á ráðstefnum og alþjóðlegum samráðsfundum og hafa starfsmenn eftir fremsta megni reynt að koma til móts við þessar óskir.

Mikilvægi Veðurstofunnar fyrir alþjóðaflugið kom berlega í ljós í gosinu og styrkti stofnunin sig í hlutverki sínu sem „State Volcano Observatory“. Á grundvelli langtímaáætlunar um vöktun á íslenskum eldfjöllum fyrir alþjóðaflugið er verið að fjárfesta í uppbyggingu á ratsjárkerfi Veðurstofunnar. Það felur m.a. í sér að koma upp veðurratsjá á Austurlandi þannig að öll virk eldfjöll verði vöktuð allan sólarhringinn. Jafnframt er áætlan um eina til tvær færanlegar ratsjár til þess að fylgjast með gosmekki og eiginleikum hans þegar eldgos verður. Það er ljóst eftir síðustu atburði að engar upplýsingar eru mikilvægari en þær er varða gosmökkinn þegar hann ryðst út í andrúmsloftið. Vegna mikilvægis eftirlits- og mælikerfa Veðurstofunnar fyrir alþjóðaflugið er stærstur hluti kostnaðarins fjármagnaður af því.

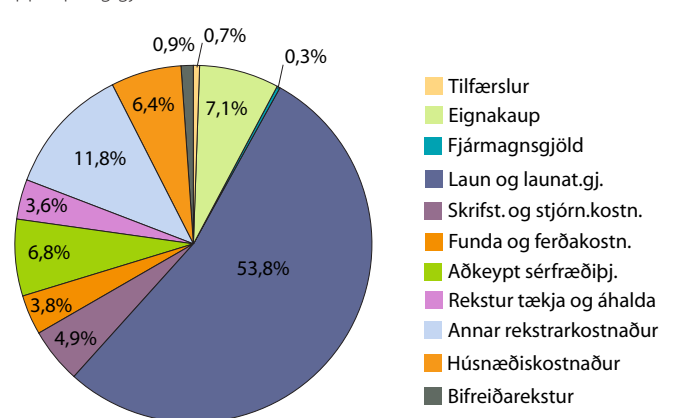
Á árinu varð Veðurstofan 90 ára og lauk árinu með afmælisfundi af því tilefni.

## Skýringar með rekstrarreikningi

Fjárveitingar á fjárlögum 2010 til Veðurstofu Íslands námu samtals 638,1 millj.kr. Með fjárukaalögum voru fjárheimildir hækkaðar um 78,0 millj.kr. sem er hlutur Veðurstofu Íslands við að mæta viðbótarkostnaði vegna eldgosanna í Eyjafjallajökli og á Fimmvörðuhálsi. Þá voru 11,0 millj.kr. fluttar til stofnunarinnar af öðrum fjárlagaliðum af sömu ástæðu. Í heild námu fjárheimildir Veðurstofunnar árið 2010 því 727,1 millj.kr.

Sértekjur jukust um 134,8 millj.kr. eða 17,5% frá fyrra ári. Framlög frá erlendum aðilum eru aðallega framlög vegna þjónustu við Alþjóðaflugmálastofnunina (ICAO) 303,6 millj.kr. og frá Nordisk Energiforskning 54,9 millj.kr. vegna norræna rannsóknaverkefna. Framlag frá Ofanflóðasjóði var óbreytt frá fyrra ári eða 81,5 millj.kr. og er til hættumats á ofan-

Uppskipting gjalda 2010



# REKSTRARREIKNINGUR ÁRIÐ 2010

	2010	2009
<b>Tekjur</b>		
Styrkir og framlög . . . . .	441.710.811	364.155.292
Seld þjónusta . . . . .	425.748.944	376.127.675
Aðrar tekjur . . . . .	39.377.996	31.736.208
	<u>906.837.751</u>	<u>772.019.175</u>
<b>Gjöld</b>		
Laun og launatengd gjöld . . . . .	922.847.804	861.047.795
Skrifstofu- og stjórnunarkostnaður . . . . .	83.378.986	73.798.266
Funda- og ferðakostnaður . . . . .	64.942.663	53.032.860
Aðkeypt sérfræðiþjónusta . . . . .	195.735.291	162.985.441
Rekstur tækja og áhalda . . . . .	61.425.271	48.302.223
Annar rekstrarkostnaður . . . . .	123.968.079	82.362.810
Húsnæðiskostnaður . . . . .	109.879.405	98.333.560
Bifreiðarekstur . . . . .	15.928.538	12.557.252
Tilfærslur . . . . .	12.244.604	11.874.545
	<u>1.590.350.641</u>	<u>1.404.294.752</u>
Eignakaup . . . . .	121.578.277	53.236.078
	<u>1.711.928.918</u>	<u>1.457.530.830</u>
<b>(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir hreinar fjármunatekjur</b>	( 805.091.167)	( 685.511.655)
Fjármunatekjur (fjármagnsgjöld) . . . . .	( 4.582.977)	8.869.589
<b>(Tekjuhalli) tekjuafgangur fyrir ríkisframlag</b>	( 809.674.144)	( 676.642.066)
Ríkisframlag . . . . .	727.100.000	667.400.000
<b>Tekjuafgangur (tekjuhalli) ársins</b>	<u>( 82.574.144)</u>	<u>( 9.242.066)</u>
Höfuðstóll í ársbyrjun	133.092.534	142.334.600
Rekstrarniðurstaða ársins	-82.574.144	-9.242.066
Höfuðstóll í árslok	<u>50.518.390</u>	<u>133.092.534</u>

flóðum og reksturs mælistöðva. Stærstu einstöku viðskiptavinir af seldri þjónustu eru Orkustofnun og Landsvirkjun samtals 271 millj.kr.

Launakostnaður jókst um 61,8 millj.kr. eða 7,2% á milli ára. Aukning á dagvinnu og yfirvinnu skýrist af nýráðningum starfsmanna og aukinni vinnu vegna Eyjafjallajökulgossins. Fjöldi starfsmanna var 258 í árslok og ársverk voru 141,5.

Funda- og ferðakostnaður jókst verulega á milli ári og skýrist sú hækkun að mestu af auknu úthaldi innanlands og ferðum erlendis vegna Eyjafjallajökulgossins.

Stór hluti aðkeyptrar sérfræðiþjónustu felst í kaupum á þjónustu innlendra og erlendra sérfræðinga vegna erlendra samstarfskerfna, sem síðan eru endurinnheimt sem seld þjónusta.

Rekstur tækja og áhalda og eignakaup jukust mjög á árinu. Ný háloftastöð var sett upp á Egilsstöðum, snjósleði vegna snjoeftirlits var keyptur svo og 5 sjálfvirkar veðurstöðvar. Vegna uppbyggingar ratsjárkerfis Veðurstofunnar var keypt veðurratsjá fyrir Austurland og bifreið undir færanlega ratsjá sem á að fjárfesta í.

# RITASKRÁ STARFSMANNA VEÐURSTOFU ÍSLANDS

## 2009

### Ritryndar greinar

Andrews, J. T. & Jórunn Harðardóttir (2009). Holocene sediment- and paleomagnetic characteristics from the margins of Iceland and East Greenland. *Jökull* 59, 51-59.

Guðrún Nína Petersen & I. A. Renfrew (2009). Aircraft-based observations of air-sea fluxes over Denmark Strait and the Irminger Sea during high wind speed conditions. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 2030-2045, doi: 10.1002/qj.355.

Guðrún Nína Petersen, I. A. Renfrew & G. W. K. Moore (2009). An overview of barrier winds off southeastern Greenland during GFDex. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 1950-1967. doi: 10.1002/qj.455.

Jón Egill Kristjánsson, Sigurður Þorsteinsson & B. Rösting (2009). Phase-locking of a rapidly developing extratropical cyclone by Greenland's orography. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 1986-1998.

Nikolai Nawri & R. E. Stewart (2009). Short-term temporal variability of atmospheric surface pressure and wind speed in the Canadian Arctic. *Theoretical and Applied Climatology* 98(1-2), 151-170.

Outten, S. D., I. A. Renfrew & Guðrún Nína Petersen (2009). An easterly tip jet off Cape Farewell, Greenland. II: Simulations and dynamics. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 1934-1949.

Philippe Crochet (2009). Enhancing radar estimates of precipitation over complex terrain using information derived from an orographic precipitation model. *Journal of Hydrology* 377, 417-433, doi:10.1016/j.hydrol.2009.08.038.

Renfrew, I. A., Guðrún Nína Petersen, D. A. J. Sproson, G. W. K. Moore, H. Adiwidjaja, S. Zhang & R. North (2009). A comparison of aircraft-based surface-layer observations over Denmark Strait and the Irminger Sea with meteorological analyses and QuikSCAT winds. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 135, 2046-2066, doi: 10.1002/qj.444.

Sigrún Hreinsdóttir, Þóra Árnadóttir, J. Decriem, Halldór Geirsson, Ari Tryggvason, R. A. Bennett, & P. LaFemina (2009). A complex earthquake sequence captured by the continuous GPS network in SW Iceland. *Geophysical Research Letters* 36, L12309, doi:10.1029/2009GL038391.

Sigurður Reynir Gíslason, E. H. Oelkers, Eydís Salomé Eiríksdóttir, M. I. Kardjilov, Guðrún Gísladóttir, Bergur Sigfússon, Árni Snorrason, Sverrir Óskar Elefsen, Jórunn Harðardóttir, P. Torssander & Niels Óskarsson (2009). Direct evidence of the feedback between climate and weathering. *Earth and Planetary Science Letters* 277, 213-222.

Sigurlaug Hjaltadóttir (2009). Use of relatively located microearthquakes to map fault patterns and estimate the thickness of the brittle crust in Southwest Iceland. University of Iceland. Faculty of Earth Sciences, Reykjavík. M.Sc. ritgerð við Verkfræði- og náttúruvísindasvið Háskóla Íslands, xvii, 104 s.

Snorri Páll Kjaran, Sigurður Lárus Hólm, E. M. Myer, Tómas Jóhannesson & P. Sampl (2009). Modelling of subaerial jökulhlaups in Iceland. Í Burr, D. M., P. A. Carling & V. R. Baker (ritstj.): *Megaflooding on Earth and Mars*. Cambridge University Press, Cambridge, 273-289.

Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson (2009). Precipitation in the Svarfaðardalur region N-Iceland. *Meteorology and Atmospheric Physics* 103, 57-66. ICAM-2007 special issue.

Sverrir Guðmundsson, Helgi Björnsson, Tómas Jóhannesson, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Finnur Pálsson & Oddur Sigurðsson (2009). Similarities and differences in the response of two ice caps in Iceland to climate warming. *Hydrology Research* 40(5), 495-502, doi: 10.2166/nh.2009.210.

Þóra Árnadóttir, B. Lund, W. Jiang, Halldór Geirsson, Helgi Björnsson, Páll Einarsson & Þórarinn Sigurðsson (2009). Glacial rebound and plate spreading: Results from the first countrywide GPS observations in Iceland. *Geophysical Journal International* 177, 691-716, doi: 10.1111/j.1365-246X.2008.04059.x.

### Fræðirit og rit almenns eðlis

Barbolini, M., D. Issler, Tómas Jóhannesson, M. Naaim, K. Lied & L. Rammer (2009). Laws and regulations about avalanche protective measures in Austria, Switzerland, Italy, France, Norway and Iceland. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). *The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments*. European Communities, Brussel, 181-195.

Bergur Einarsson (2009). Jökulhlaups in Skaftá: A study of a jökulhlaup from the Western Skaftá cauldron in the Vatnajökull ice cap, Iceland. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-006*, 90 s.

Egill Axelsson & Snorri Árnason (2009). Kelduá, Kiðafellstunga vhm 205, V205. *Rennslislyklar nr. 10, 11, 12, 13 og 14. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-018*, 44 s.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Njáll Fannar Reynisson & P. Torssander (2009). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XII. *Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-04-2009*, 52 bls.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir, Njáll Fannar Reynisson & P. Torssander (2009). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi. *Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-05-2009*, 43 bls.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Egill Axelsson & P. Torssander (2009). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi. *Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-06-2009*, 22 bls.

Gauer, P. & Tómas Jóhannesson (2009). Special considerations for catching dams. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). *The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments*. European Communities, Brussels, 47-54.

Gauer, P. & Tómas Jóhannesson (2009). Loads on walls. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). *The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments*. European Communities, Brussels, 77-94.

Gauer, P. & Tómas Jóhannesson (2009). Loads on masts and narrow obstacles. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). *The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments*. European Communities, Brussels, 95-107.

Guðrún Marteinsdóttir, Jón Ólafsson, Árni Snorrason, K. Logemann, Jórunn Harðardóttir, Bergur Einarsson & Jónas P. Jónsson (2009). Vistfræðileg tengsl ferskvatnsrennslis til sjávar og hrygningar og klaks þorskins. Impact of river runoff on cod reproduction and recruitment. *Lokaskýrsla til Verk-efnasjóðs sjávarútvegsins 2009. MARICE E-report MER-04-2009*.

Guðrún Nína Petersen (2009). Flying into the storm – Greenland flow distortion experiment. *Vaisala News* 180, 16-17.

Guðrún Nína Petersen (2009). Veðurmælingar á Geldinganesi. *Áfangaskýrsla 5. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-017*, 33 s.

Gunnar Geir Pétursson & Kristín S. Vogfjörð (2009). Attenuation relations for near- and farfield peak ground motion (PGV, PGA) and new magnitude estimates for large earthquakes in SW-Iceland. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-012, 43 s.

Halldór Björnsson & Árni Snorrason (2009). Icelandic perspectives on adaption to climate change Í: G. R. Asrar (ráðg. ritstj.). Climate sense: [WCC-3], Leicester, 238-239.

Hilmar Björn Hróðmarsson, Njáll Fannar Reynisson & Ólafur Freyr Gíslason (2009). Flóð íslenskra vatnsfalla - flóðagreining rennslisraða. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-001, 101 s.

Jón Ottó Gunnarsson & Gunnar Sigurðsson (2009). Styrkur mengunarefna í ofanvatni og virkni settjarnar við Stekkjarbakka árið 2008. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-003, 23 s.

Jón Ottó Gunnarsson & Gunnar Sigurðsson (2009). Styrkur mengunarefna í ofanvatni og virkni settjarnar við Víkurveg árið 2008. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-004, 25 s.

Kristín Martha Hákonardóttir & Tómas Jóhannesson (2009). Braking mounds. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 59-67.

Oddur Sigurðsson (2009). Gengur jafnt og þétt á jökla landsins. Sporðamælingar haustið 2008. Fréttabréf JÖRFÍ 113, 5.

Oddur Sigurðsson (2009). Jöklabreytingar - Glacier variations - 1930-1970, 1970-1995, 1995-2006, 2006-2007. Jökull 59, 103-108.

Rúnar Óli Karlsson (2009). Snjóflóð á Íslandi veturinn 2006-2007. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-020, 42 s.

Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Svava Björk Þorlákúsdóttir & Jórunn Harðardóttir (2009). Yfirlit yfir svifaursmælingar samkvæmt hefðbundnum svifaursmælingum við Landsvirkjun árið 2008. Veðurstofa Íslands – greinargerð; SMÓ/SBTh/JHa/2009-01.

Sigurjón Jónsson (2009). A survey of active slope movements in Central-North Iceland from satellite radar interferometry. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-002, 78 s.

Sigurlaug Hjaltadóttir & Kristín S. Vogfjörð (2009). Bitrusprunga á Hellsheiði kortlögð við gamla þjóðveg með endurstaðsettum smáskjálftum. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-005, 14 s.

Sigurlaug Hjaltadóttir & Kristín S. Vogfjörð (2009). Kortlagning sprungna í nágrenni Prestahnúks með smáskjálftum. Kortlagning jarðhita í gosbeltum Íslands – annar áfangi. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-011, 41 s.

Sigurlaug Hjaltadóttir, Kristín S. Vogfjörð & Ragnar Slunga (2009). Seismic signs of magma pathways through the crust in the Eyjafjallajökull volcano, South Iceland. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-013, 33 s.

Snorri Zóphóníasson (2009). Endurskoðun rennslisgagna úr vatnshæðarmæli 148 í Fossá í Berufirði, 1968-2007. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-010, 120 s.

Snorri Zóphóníasson (2009). Rennslisgögn úr vatnshæðarmæli 109 í Jökulsá í Fljótsdal, Höll. Árin 1962-1997. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-014, 29 s.

Sturkell, E., Páll Einarsson, Halldór Geirsson, Eysteinn Tryggvason, J. G. Moore & Rósa Ólafsdóttir (2009). Precision levelling and geodetic GPS observations performed on Surtsey between 1967 and 2002. The Surtsey Research Society, Surtsey Research 12, 39-47.

Tómas Jóhannesson (2009). Overview of traditional design principles for avalanche dams. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 9-12.

Tómas Jóhannesson & P. Gauer (2009). Avalanche dynamics. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 13-16.

Tómas Jóhannesson, Kristín Martha Hákonardóttir, C. B. Harbitz, U. Domaas & M. Naaím (2009). Deflecting and catching dams. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 17-37.

Tómas Jóhannesson, C. B. Harbitz & U. Domaas (2009). Special considerations for deflecting dams. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 39-46.

Tómas Jóhannesson, C. B. Harbitz & U. Domaas (2009). Deflecting and catching dams - practical examples. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 149-160.

Tómas Jóhannesson (2009). Integrated protective measures – a practical example. Í: Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (ritstj.). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 161-166.

Tómas Jóhannesson, Jón Gunnar Egilsson & Þórður Arason (2009). Hættumat fyrir Drangnes. Greinargerð með hættumatskort. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-007, 39 s.

Trausti Jónsson & Hilmar Gunnþór Garðarsson (2009). Jónas Hallgrímsson og veðurathuganir á Íslandi um og upp úr 1840. The Icelandic climate project of Jónas Hallgrímsson and the Icelandic Society of Letters in the 1840s. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-019, 24 s.

Victor Kr. Helgason & Egill Axelsson (2009). Vatnshitamælingar Landsvirkjunar og Vatnamælinga á Austurlandi árin 1995-2007. Landsvirkjun, Reykjavík, LV 2009-007, 94 s.

Þorsteinn Þorsteinsson (2009). Afkoma Hofsjökuls 2007-2008. Skýrsla Veðurstofu Íslands 2009-015, 15 s.

## Ritstjórn

Tómas Jóhannesson, P. Gauer, P. Issler & K. Lied (2009). The design of avalanche protection dams. Recent practical and theoretical developments. European Communities, Brussel, 195 s.

## 2010

### Ritryndar greinar

Bennett, A. J., P. Odams, D. Edwards & Þórður Arason (2010). Monitoring of lightning from the April-May 2010 Eyjafjallajökull volcanic eruption using a very low frequency lightning location network. Environment Research Letters 5(4), 8 s. doi: 10.1088/1748-9326/5/4/044013.

Emmanuel Pagneux, Guðrún Gísladóttir & Salvör Jónsdóttir (2010). Public perception of flood hazard and flood risk in Iceland: a case study in a watershed prone to ice-jam floods. Natural Hazards 55, [19] s. doi: 10.1007/s11069-010-9665-8.

Emmanuel Pagneux, Guðrún Gísladóttir & Árni Snorrason (2010). Inundation extent as a key parameter for assessing the magnitude and return period of flooding events in South Iceland. Hydrological Sciences Journal 55(5), 704-716.

Freysteinn Sigmundsson, Sigrún Hreinsdóttir, A. Hooper, Þóra Árnadóttir, Rikke Pedersen, Matthew J. Roberts, Niels Óskarsson, A. Auriac, J. Decriem, Páll Einarsson, Halldór Geirsson, M. Hensch, Benedikt G. Ófeigsson, E. Sturkell, Hjörleifur Sveinbjörnsson & K. L. Feigl (2010). Intrusion triggering of the 2010 Eyjafjallajökull explosive eruption. *Nature* 468, 426-430, doi: 10.1038/nature09558.

Halldór Geirsson, Þóra Árnadóttir, Sigrún Hreinsdóttir, J. Decriem, P. C. LaFemina, Sigurjón Jónsson, R. A. Bennett, S. Metzger, A. Holland, E. Sturkell, T. Villemín, C. Völksen, Freysteinn Sigmundsson, Páll Einarsson, Matthew J. Roberts & Hjörleifur Sveinbjörnsson (2010). Overview of results from continuous GPS observations in Iceland from 1995 to 2010. *Jökull* 60, 3-22.

Oddur Sigurðsson (2010). Variations of Mýrdalsjökull during postglacial and historical times. *Developments in Quaternary Science* 13, 69-78.

Russell, A. J., F. S. Tweed, Matthew J. Roberts, T. D. Harris, Magnús Tumi Guðmundsson, Óskar Knudsen & P. M. Marren (2010). An unusual jökulhlaup resulting from subglacial volcanism, Sólheimajökull, Iceland. *Quaternary Science Reviews* 29, 1363-1381.

Sigurlaug Hjaltadóttir (2010). Use of relatively located microearthquakes to map fault patterns and estimate the thickness of the brittle crust in Southwest Iceland. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-003*. Meistararitgerð, 104 s.

Soosalu, H., J. Key, R. S. White, C. Knox, Páll Einarsson & Steinunn S. Jakobsdóttir (2010). Lower-crustal earthquakes caused by magma movement beneath Askja volcano on the North Iceland rift. *Bulletin of Volcanology* 72, 55-62, doi: 10.1007/s00445-009-0297-3.

Wood, K. R., J. E. Overland, Trausti Jónsson & B. V. Smoliak (2010). Air temperature variations on the Atlantic-Arctic boundary since 1802. *Geophysical Research Letters* 37, L17708, 5 s., doi:10.1029/2010GL044176.

Þórður Arason & S. Levi (2010). Maximum likelihood solution for inclination-only data in paleomagnetism. *Geophysical Journal International* 182, 753-771.

## Fræðirit og rit almenns eðlis

Bergur Einarsson & Sveinbjörn Jónsson (2010). Virkjun grunnvatnshluta vatnafræðilíkansins WaSiM, auk samanburðar við stakar rennismælingar og stuttar rennislísaðir. *Veðurstofa Íslands – greinargerð; BE/SJ-2010-01*.

Eiríkur Gíslason, Tómas Jóhannesson & Halldór G. Pétursson (2010). Ofanflóðahættumat fyrir Akureyrarbæ. Greinargerð með hættumatskort. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-006*, 49 s.

Eydís Salóme Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jörunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Egill Axelsson & P. Torssander (2010). Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi VII. Gagna-grunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Raunvísindastofnun Háskólans, Veðurstofa Íslands & Landsvirkjun, Reykjavík, RH-24-2010, 54 s.

Guðrún Nína Petersen (2010). A short meteorological overview of the Eyjafjallajökull eruption 14 April – 23 May 2010. *Weather* 65(6), 203-207.

Gustafsson, N., R. Randriamampianina, Sigurður Þorsteinsson & J. D. Vries (2010). Observing system experiments with HIRLAM and HARMONIE for the evaluation of degraded European radiosonde and AMDAR scenarios for the EUCOS Operational Programme – Upper-air network redesign. Final report to EUMETNET/EUCOS, 49 s.

Halldór Björnsson (2010). Rannsókn á lagnaðaris við Ísland: lokaskýrsla AVS verkefnis. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-011*, 31 s.

Harpa Grímsdóttir & Örn Ingólfsson (2010). Sjálfvirkar snjódyptarmælingar á upptakasvæðum snjóflóða: reynslan af SM4 snjósmæli. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-008*, 20 s.

Hilmar Björn Hróðmarsson (2010). Flóð íslenskra vatnsfalla: flóðagreining rennislísaða: viðbætur 2010. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-001*, 33 s.

Lindskog, M., Sigurður Þorsteinsson & U. Andrae (2010). A comparison of HARMONIE and HIRLAM 3-dimensional variational data assimilation. *HIRLAM Newsletter* 56, 3-11.

Magnús Tumi Guðmundsson, Rikke Pedersen, Kristín S. Vogfjörð, Bergþóra Þorbjarnardóttir, Steinunn S. Jakobsdóttir & Matthew J. Roberts (2010). Eruptions of Eyjafjallajökull Volcano, Iceland (News). *EOS* 91(21), 190-191.

Nikolai Nawri & Halldór Björnsson (2010). Surface air temperature and precipitation trends for Iceland in the 21st century. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-005*, 42 s.

Oddur Sigurðsson (2010). Magnaðar breytingar á landslagi. *Sporðamælingar haustið 2009*. Fréttabréf JÖRFÍ 116, 2-3.

Oddur Sigurðsson (2010). Drangajökull. Í: *Drangajökull: náttúra og mannlíf*. Snjáfjallasetur, Reykjavík, 3.

Sigríður Magnea Óskarsdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Jörunn Harðardóttir (2010). Yfirlit yfir svifurasmælingar samkvæmt hefðbundnum svifurssamningi við Orkustofnun árið 2008. *Veðurstofa Íslands – greinargerð; SMO/SBTh/JHa/2010-01*.

Sigrún Karlsdóttir, Harpa Grímsdóttir & Tómas Jóhannesson (2010). Verkáætlan til Ofanflóðasjóðs 2010. *Veðurstofa Íslands – greinargerð; SK/HG/TJ-2010-01*.

Sigurður Ægir Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir & Eypór Guðlaugsson (2010). Sandá (vhm 408, V408) - rennislíkan: lykilmíði með HEC-RAS straumlíkaninu. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-002*, 12 s.

Svava Björk Þorláksdóttir, Sigríður Magnea Óskarsdóttir & Jörunn Harðardóttir (2010). Yfirlit yfir svifurasmælingar samkvæmt hefðbundnum svifurssamningi við Landsvirkjun árið 2009. *Veðurstofa Íslands – greinargerð; SBTh/SMO/JHa/2010-01*.

Theodór Freyr Hvarsson, Kristín Hermannsdóttir, Borgar Ævar Axelsson, Hafdís Þóra Karlsdóttir & Barði Þorkelsson (2010). Árleg skýrsla flugveðurþjónustu 2009. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-013*, 23 s.

Tómas Jóhannesson, Árni Hjartarson & Halldór G. Pétursson (2010). Ofanflóðahættumat fyrir Kerhóla á Kjalarnesi. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-004*, 74 s.

Unnar Númi Almarsson & Óðinn Þórarinsson (2010). Flóð á vatnasviði Hvítár/Ölfusár í desember 2006. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-015*, 24 s.

Þorsteinn Þorsteinsson (2010). Afkoma Hofsjökuls 2008–2009. *Veðurstofa Íslands – greinargerð; ThTh/2010-01*.

## Ritstjórn

Sigurlaug Gunnlaugsdóttir & Inga Dagmar Karlsdóttir (2010). Viðbrögð Veðurstofu Íslands við gosi í Eyjafjallajökli 2010: samantekt og yfirlit. *Skýrsla Veðurstofu Íslands 2010-007*, 111 s.

---

Erindi og veggspjöld eru listuð á vef Veðurstofunnar: <http://www.vedur.is/umvi/utgafa/ritaskra/>

Árið 2009 var tímaritið *Veðrið* skannað og gert aðgengilegt á vefnum [www.timaritis.is](http://www.timaritis.is) í samvinnu við Landsbókasafn Íslands – Háskólabókasafn.

Í tilefni af 90 ára afmæli Veðurstofu Íslands gaf Veðurstofan út *Vedrattu-töflur Sveins Pálssonar frá árinu 1792*, í 300 tölusettum eintökum. Handritið var myndað en textinn einnig prentaður til að auðvelda lestur. Trausti Jónsson sá um útgáfuna. Einnig voru, í samvinnu við Landsbókasafn Íslands - Háskólabókasafn, skönnuð þrjú af höfuðritum Þorvaldar Thoroddsens; *Árferði á Íslandi í þúsund ár*, *Landskjálftar á Íslandi* og *Die Geschichte der isländischen Vulkane*. Þau eru aðgengileg á [www.handrit.is](http://www.handrit.is).

## SUMMARY IN ENGLISH

A new Icelandic Meteorological Office (IMO) was established in January 2009 when the Hydrological Service of the National Energy Authority merged with former IMO to create a new agency with the same name. Hence, this is the first annual report of the new institute.

Two eruptions of Eyjafjallajökull volcano in 2010, on the flank and in the summit caldera, affected all aspects of work at IMO. To monitor volcanism, several permanent networks are in operation: an automated seismic network, a continuous Global Positioning System (GPS) network, a network of automated hydrological stations for monitoring runoff in glacial regions, a regional network of borehole strainmeters and a lightning location system. Additionally, a weather radar in south-western Iceland is used to follow the dispersal of volcanic plumes and weather stations supply information on meteorological conditions and fallout of tephra.

Episodes of unrest in the Eyjafjallajökull volcano, interpreted as magma intrusions, had been recorded at IMO since 1994. Land deformation and increased earthquake activity was observed at GPS and seismic stations in the area in the months before the eruptions in 2010. Earthquakes became progressively shallower before the onset of the flank eruption on 20 March, reflecting the ascent of magma toward the surface. Shortly after the effusive flank eruption ended, the summit eruption began in the early hours of 14 April. An intense earthquake swarm followed by volcanic tremor at nearby seismic stations indicated that a new eruption had begun. This eruption had three main phases: an explosive phase when the crater was filled with meltwater, a phase of decreased ash production and lava flow and another explosive phase that persisted until 23 May. Seismic and geodetic measurements were used throughout the eruptions to follow the changing behaviour of the volcano.

The ash plume during the summit eruption was monitored continuously using IMO's weather radar, satellite images, webcams (owned by private companies) and observations from regular reconnaissance flights. Images from a synthetic aperture radar (SAR) onboard the Icelandic Coast Guard aircraft also proved important for monitoring the plume, as well as volcanic activity and volcano-ice interactions. The ash plume was often too low to be detected by the radar. It was important to assess the height of the plume, which is proportional to the ash production and necessary in evaluating ash dispersal. ICAO (International Civil Aviation Organization) will participate in improving the monitoring by financing the purchase and operation of a transportable weather radar. IMO has also purchased a used weather radar that will be installed in the east of the country.

The likelihood of floods reaching inhabited areas is great when ice-covered volcanoes erupt. Because of increased activity at Eyjafjallajökull, additional gauging stations were installed in known floodpaths in the area a few weeks prior to the flank eruption. Floods were minor during the flank eruption, but large amount of meltwater

was produced in the summit eruption. Two major jökulhlaups occurred on the first two days of the eruption causing damage to roads and rupturing levees. Thick ash layers on Eyjafjallajökull later resulted in mud floods.

Electrical storms were common in the ash plume of the summit eruption. Measurements of lightning by the IMO lightning location system gave new insights into how electrical charges form in ash plumes.

The IMO works closely with the Civil Protection Agency (CPA), London VAAC (Volcanic Ash Advisory Centre) and Isavia (Icelandic Aviation Service). Risk assessments of volcanic eruptions, floods and ashfall had already been made at IMO in 2010, and an evacuation plan for communities in the vicinity of Eyjafjallajökull had been developed by the CPA. These were put to the test during the summit eruption. At the CPA's request, IMO participated in information briefings at their agency and at help centres in the affected areas. Using information from IMO, London VAAC issued warnings of dangerous flight paths to aviation authorities. IMO staff members gave both domestic and international interviews and communicated with Icelandic as well as international monitoring and research institutes.

The IMO website was very frequently visited during the eruptions. New webpages were opened to facilitate access to information concerning the eruptions, both in Icelandic and English. Real-time information about the eruptive activity and general information was made available, for example articles on jökulhlaups and lava flows, photographs and satellite images. From 25 April, daily status reports were issued collectively by the IMO and the University of Iceland's Institute of Earth Sciences. The reports were made available on the IMO website, as were ashfall forecasts which were updated twice a day.

The IMO participates in various international research projects, including CES (Climate and Energy Systems), ICEWIND (Improved Forecast of Wind, Waves and Icing), SVALI (Stability and Variations in Arctic Land Ice), NERA (Earthquake Hazard in Europe) and EPOS (European Plate Observing System). The projects VOLUME, SAFER and TRANSFER ended in 2009. In collaboration with the Carnegie Institute, a new borehole strainmeter was installed near to the volcano Hekla in 2010 and other strainmeters in the regional network are being updated.

Due to the great influence the eruption in Eyjafjallajökull had on IMO's operation and role as a State Volcano Observatory for international aviation most of the material in this report deals with the eruptions in the Eyjafjallajökull volcano. Other aspects of work at the IMO include weather forecasts, processing of data from weather stations, climate and atmospheric research, forecasts of sea-ice drift, avalanche monitoring and research, upper atmospheric ozone measurements, monitoring and research of chemical pathways and measurements of mass-balance and surface changes of glaciers.



**Veðurstofa Íslands**  
Bústaðavegi 9, 150 Reykjavík  
[www.vedur.is](http://www.vedur.is)