

Greinargerð vegna styrks árið 2015 af tilraunafé til samvinnu um rannsóknir á Grímsvatnahlaupum.

Jöklahópur Jarðvísindastofnunar Háskólans
(umsjón: Finnur Pálsson, fp@hi.is)
Sturlugata 7, 101 Reykjavík

Við sendum hér niðurstöður um verkefnið Grímsvatnahlaup: vatnsgeymir, upphaf og rennsli.

Um er að ræða yfirlit yfir könnun á aðstæðum við Grímsvötn: vatnshæð, legu vatnsrása, mat á þykkt íshellu, flatarmáli og rúmmáli Grímsvatna, hæð og styrk ísstíflu, mat á líklegu hámarksrennsli í hlaupum, mælingum á rennsli úr Grímsvötnum, mati á núverandi stöðu í Grímsvötnum og áframhaldandi vöktun ísstíflu. Einnig afkomu ísaviðs Grímsvatna, lögum þess, ísskrið, og afrennsli leysingavatns til þeirra.

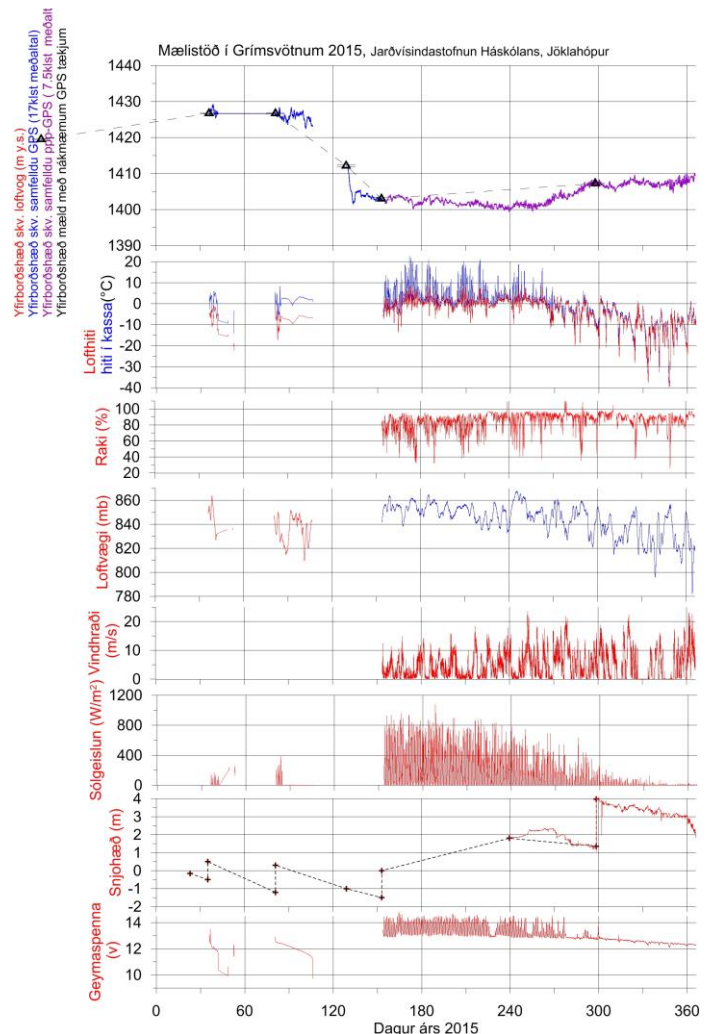
I. Mælistöð í Grímsvötnum.

Eins og mörg undanfarin ár voru rekin mælitæki í Grímsvötnum til að fylgjast með vatnshæð þar árið 2015. Vegna alvarlegra bilana í tækjabúnaði var allur búnaðurinn tekinn niður í maí, stöðin endurbýggð og sett upp aftur á fyrstu dögum júní. Nýji búnaðurinn skráir meðalloftvægi (nákv. ~ 0.2 mb) hverra 15 mínútna, einnig lofthita (nákv. ~ 0.5 °C) rakastig, vindhraða, sólgeislun, auk snjóhæðar (snjósöfnun og bráðnun) sem mældri með hljóðbylgjumæli sem komið er fyrir á slá efst á mælitækjamastri. Yfirborðshæð íshellu Grímsvatna (vatnsborð Grímsvatna er um 30m neðar) er lesin af GPS tæki á 5 mínútna fresti, nákvæmni hverrar mælingar í hæð ~ 2 m. Yfirborðshæðina má líka reikna út frá mælinum á loftvægi og hitastigi, en nákvæmni þeirra mælinga er lakari.

Gamla mælistöðin var afllaus allan janúar en 6. febrúar var skipt um rafgeymi og þá gekk stöðin í um viku. Enn var skipt um geymi 22. mars sem dugði í um mánuð (í bæði skiptin nýttust til verkanna ferðir sem farnar voru vegna umbrotanna í Bárðarbungu). 10. maí voru gömlu mælitækin tekin til byggða en GPS tæki skilið eftir á íshellunni, sem skráði yfirborðshæð þar til nýji tækjabúnaðurinn

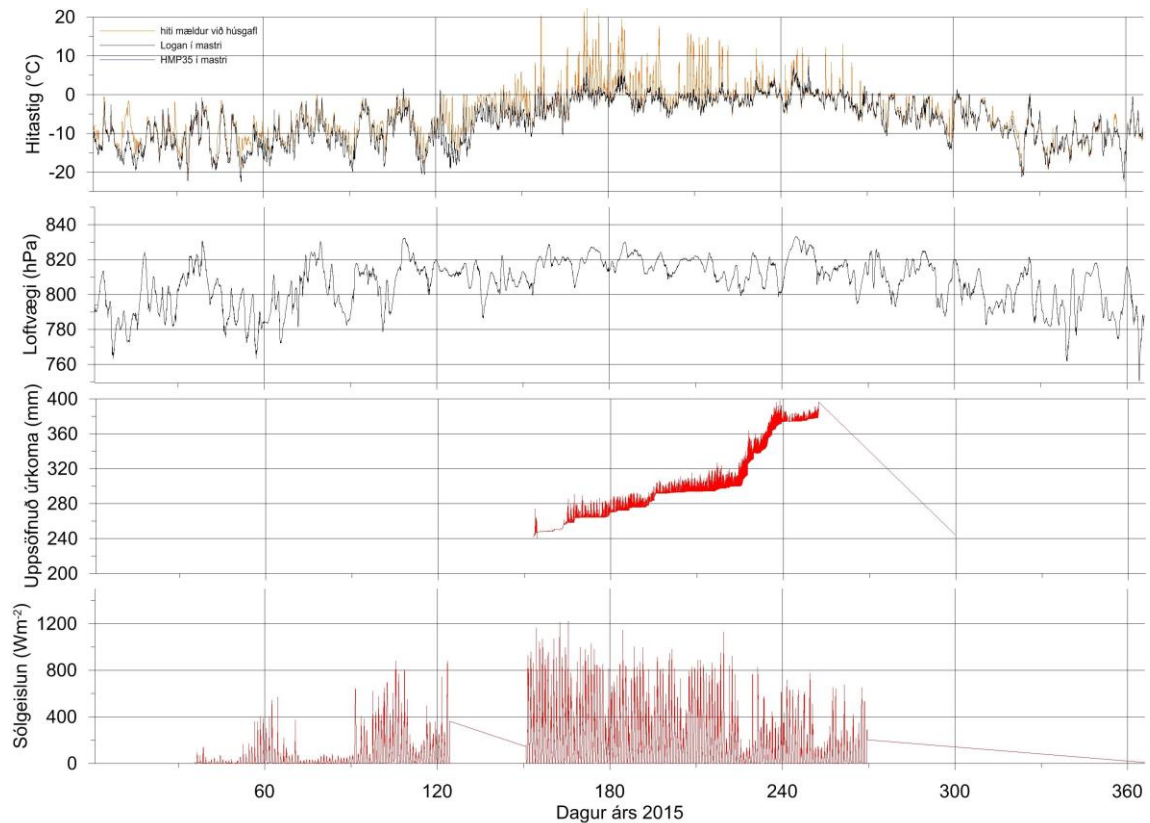


1. mynd. Endurnýjuð mælistöð í Grímsvötnum í október 2015, mastur var hækkað um 3m, til að standa af sér um 5 m vetrarsnjó. (ljósm. Finnur Pálsson).



2. mynd. Yfirlit mælinga í sjálfvirkri mælistöð í Grímsvötnum á árinu 2015.

var settur upp í fyrstu viku júní. Nýji búnaðurinn hefur skráð hnökralaust síðan, nema að



3. mynd. Yfirlit mælinga á veðurþáttum í sjálfvirkri mælistöð á Grímsfjalli á árinu 2015.

snjóhæðarmælir reyndist bilaður og ekki tók á að skipta honum út fyrr en 28. ágúst. Fjarskiptasamband hefur verið í lagi nær allan tímann líka, nema þegar ísing á suðurvegg Gamla skála á Grímsfjalli deyfir merkjasendingu til byggða of mikið (fjarskiptabúnaður og mælitæki eru í vesturenda Gamla skála). Ýmsir sem átt hafa erindi á Grímsfjall hafa brotið ísinn af skálaveggnum fyrir okkur.

Yfirlit mælinga á yfirborðshæð íshellu, veðurþáttum og snjóþykkt eru sýnd á 2. mynd.

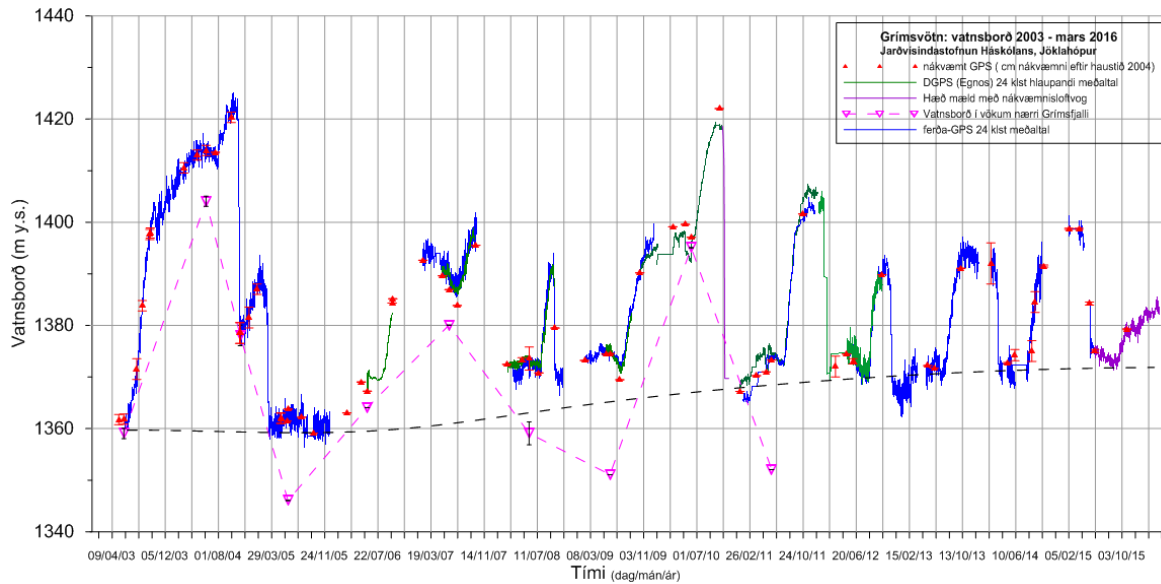
Á Grímsfjalli er einnig rekin veðurstöð sem safnar gögnum um hitastig, loftvægi og sumarúrkomu (3. mynd). Gögn um hitastig og loftvægi nýtast til reikninga á vatnshæð Grímsvatna eftir stíglum hita og loftþrýstings með hæð, ef gögnin frá GPS tækjum í Grímsvötnumbregðast. Nákvæmasta mæling lofthitastigs er sýnd með svörtum ferli. Sá skynjarari, ásamt sólgeislunarmæli, er á sérstöku mastri (röri) sem marga vetur hefur sligast undan ísingu, en appelsínuguli ferillinn er frá hitaskynjara (til vara) á vestur skálavegg gamla skálans á Grímsfjalli. Þar gætir mjög upphitunar frá sólu þegar sól fer að hækka á lofti, en á vetrum eru gæði þeirrar mælingar ágæt.

Lofthiti sumars (í um 2 m hæð) í Grímsvötnum er að meðaltali nálægt núlli, en fer að deginum alloft upp í 8-9 °C, en að næturlagi í allt að -10 °C. Hita og snjóhæðar mælingarnar sýna að sumarið í Grímsvötnum byrjaði ekki fyrr en í þriðju viku júní en teygði sig þetta árið fram yfir miðjan september, sem er óvanalegt. 13. desember 2015 fór hiti í Grímsvötnum niður fyrir -39 °C, en þá var hiti á Grímsfjalli -16 °C.

Veðurgögnin nýtast meðal annars til mats á orkubúskap við yfirborð og við gerð afkomulíkana af Grímsvatnasvæðinu.

II. Vatnshæð og vatnssöfnun í Grímsvötnum

Yfirlit mældrar vatnshæðar Grímsvatna frá ársbyrjun 2003 til 18. mars 2016 er sýnt á 4. mynd.



4. mynd. Vatnshæð Grímsvatna frá ársbyrjun 2003 til 18. mars 2016.

Í Grímsvötnum er ísbráð vegna jarðhita að mestu bundin við suður og vesturjaðar vatnanna, stök jarðhitasvæði norðan og austan þeirra en einnig í Gjálpi (þar sem eldgos varð í október 1996). Þegar íshellan er í mjög lágri stöðu er lítið eða ekkert vatnssamband milli megin hluta vatnanna og rennunnar sem nú liggur meðfram nær allri suður og vesturbrúninni. Jarðhitavatn fer að mestu í rennuna og lægðina í SV krikanum sem myndaðist í gosunum 2004 og 2011. Þetta vatn virðist að miklu leiti renna burt nær jafnóðum (eða í smáum atburðum) meðfram Grímsfjalli til austurs og þaðan um rennslisleiðir við jökulbotn að jaðri og að lokum í Gígjukvísl. Eftir að ofanbráð hefur safnast fyrir undir íshellunni miðri og hún hefur lyfst um ~10-15 m verða tengsl milli vatnsins þar og þess sem er í rennunni með fjallinu; eftir það getur jarðhitavatnið runnið þaðan til Grímsvatna, auk vatns úr jarðhitakötlunum vestan og norðan þeirra. Það virðist sem svo að sírennsli frá Grímsvötnum nái að jafnaði að halda í við bráðnun vegna jarðhita en ekki þegar ofanbráðin bætist við. Það er líka hugsanlegt að aukin hreyfing íssins, þegar leysingavatn er farið berast til botns í verulegum mæli, loki fyrir rennslisleiðir sem sírennsli er um að vetri og fram á sumar.

Í ársbyrjun 2015 voru um 0.4 km^3 í Grímsvötnum, vatn sem hafði safnast fyrir frá í mars 2014, en í febrúarlok 2014 varð jökulhlaup frá Grímsvötnum. Þetta vatn rann að mestu burt í jökulhlaupi sem hófst 6. maí 2015 og lauk um 10 dögum síðar (sjá jökulhlaupaannál Grímsvatna hér á eftir). Í hlaupinu settist íshellan á botn vatnanna, þau tæmdust nær alveg. Lítið sem ekkert vatn safnaðist innundir íshelluna fyrir en í sumarlok, uppúr miðjum september. Þá virðist hafa lokast fyrir sírennslirásina og vatn við botn hvarvetna á vatnasviðinu hefur runnið til Grímsvatna. Um þetta leiti hætti ofanbráð, svo vatnið við botn þvarr og snögglega dró úr rishraða um miðjan október. Við þessa ~7 m hækkun vatnsborðs á um mánaðartíma komst á tenging við suðurhluta vatnanna og jarðhitavatn þaðan hefur safnast innundir íshelluna síðan, vatnsborð hefur hækkað um ~3-5 m frá miðjum október 2015 til 18. mars 2016. Ef sumarbráð næsta sumars verður nærri meðallagi ætti vatnsborð að ná nærri hlauphæð næsta haust, kannski fyrir.

III. Jökulhlaupaannáll Grímsvatna (Skeiðarárhlaup) síðasta áratugar.

Eftir jökulhlaupið um mánaðamótin október-nóvember 2004 safnaðist fyrst í stað lítið vatn í Grímsvötn. Vötnin tæmdust ekki í því hlaupi (vatnshæð í lok hlaups var um 1380 m og rúmmál vatns um 0.2 km³). Hæsta vatnsstaða eftir þetta hlaup var um 1390 m (rúmmál vatns um 0.26 km³) nærri miðjum febrúar 2005. Eftir það jókst leki og endaði með smáhlaupi í byrjun mars 2005. Þá tæmdust vötnin og í hlaupinu runnu 0.25-0.3 km³ til Skeiðarár frá Grímsvötnum.

Frá því í hlaupinu í marsbyrjun 2005 til loka júlí 2006 hafði nær ekkert vatn náð að safnast í Grímsvötn, bræðsluvatn rann þaðan jafnóðum eða því sem næst. Frá ágúst 2006 til miðs nóvember safnaðist vatn fyrir og náði vatnsborð hámarki um 1395 m. Þann 8. febrúar 2007 var vatnshæðin 1393 m, nær óbreytt síðan í nóvember. Vatnsborð lækkaði jafnt og þétt og var 8. júní orðið 1387 m og lækkaði enn til u.þ.b. 15. júlí var þá 1384 m (vatnsmagn þá um 0.3 km³). Eftir það náði vatn að safnast fyrir, lekinn hafði ekki undan innstreymi bræðsluvatns af yfirborði. Það hægði á hækkuninni eftir að yfirborðsleysing datt niður í byrjun september. Vatnshæðin var orðin um 1396 m 10. október, um 6 m hærrí en var fyrir smáhlaupið í mars 2005. Lítið hlaup varð frá Grímsvötnum um mánaðamótin október-nóvember 2007, vatnshæð fyrir það hlaup var nærri 1398 m en 1372 m í lok þess. Rúmmál þessa hlaups var nærri 0.25 km³. Eftir þetta hlaup verður enn á ný sírennsli úr vötnunum en í síðustu viku júlí 2008 fer vatn að safnast hratt fyrir í Grímsvötnum, en hægir á í annarri viku september. Þetta endaði með hlaupi um mánaðamótin september-október 2008, verulegt útrennsli hófst 24. september en lauk 1. október. Vatnshæð í upphafi hlaups var 1392 m en 1370 í lok þess, rúmmál hlaupvatns nærri 0.19 km³. Eftir þetta varð enn sírennsli úr Grímsvötnum; allt bræðsluvatn rann þaðan jafnharðan. Undir lok júlí 2009 varð breyting á og vatn fór að safnast fyrir í Grímsvötnum. Um miðjan október 2009 var vatnshæð orðin ~1394 m. Rishraðinn varð minni þegar leið á veturinn, mest vegna þess að sumarleysingavatn af yfirborði hafði allt skilað sér, en að hluta vegna þess að sífellt stærri hluti íshellunnar fer á flot (meira rúmmál fyrir hvern metra í hækkun); vatnshæð orðin ~1404 m þann 14. mars 2010. Ris íshellunnar var með svipuðu sniði 2010 og var 2009, leki frá Grímsvötnum hafði undan innrennsli þar til á miðju sumri, þegar yfirborðsleysing hófst að ráði. Í sumarlok var vatnsborð orðið jafnhátt og fyrir hlaupið (og gosið) 2004, vatnsborð 1420 m og ~0.7 km³ vatns hafði safnast fyrir. Hlaup varð úr Grímsvötnum 23. október til 5. nóvember. Sig íshellunnar (og þá einnig vatnsborðs) var mælt með loftvogum á Grímsfjalli og í Grímsvötnum. Með því að tengja sigferilinn við lýsingu á rúmmáli vatns sem fall af vatnshæð var gerður rennslisferill vatns frá Grímsvötnum (5. mynd). Hámarksrennsli frá Grímsvötnum er skv. þessu um 2500 m³s⁻¹, frá ~kl. 2-8 aðfaranótt 3. nóvember, en frá hádegi fram á síðdegið við Gígjubrúna skv. mælingum Vatnamælinga Veðurstofu. Hlaupið má einnig greina á jarðskjálftamæli á Grímsfjalli. Órói á hærrí tíðniböndunum óx jafnt og þétt þegar vatn byrjaði að renna frá Grímsvötnum. Óróinn er vegna niðs í sívaxandi magni rennandi vatns (líklega er vatn þó búið að renna frá Grímsvötnum í tæpa viku (23-28. október) áður en hægt er sjá óróann vaxa). Þegar vatnsborðið hafði lækkað um ~30 m og hlaupið náði hámarki breyttist óróinn skyndilega. Óróakviður, sem líklega stafa af suðu í jarðhitakerfinu vegna þrýstilétts, bættust við rennslisóróann (sem þá var minnkandi; jöklahópur JH mun í samvinnu við Pál Einarsson skoða þennan breytileika óróans nánar). Suðuórói var öflugur til að byrja með (3.-6. nóv.) en síðan í óreglulegum rokum eftir það, datt trúlega alveg niður stuttan tíma 14. nóvember (óróinn datt líka alveg niður í nokkra daga snemma í desember og aftur milli jóla og nýárs, en tók sig upp aftur). Þetta eru vísbendingar um að vatn hafi safnast fyrir í stuttan tíma og þrýstingur orðið nægur til að kæfa jarðhitakerfið. Hinn 11. janúar 2011 var yfirborðshæð íshellunnar sú sama og í hlauplok, líklegast er að íshellan hafi hvílt á botni Grímsvatna allan tímann, lítið eða ekkert vatn safnast fyrir. Ekki fór að safnast vatn í Grímsvötn árið 2011 fyrr en um mánuður var liðinn af yfirborðsleysingartímabilinu, nærri júlílokum, og hætti snögglega þegar sumarleysing hætti í september.

Eldgos í Grímsvötnum í síðustu viku maí 2011 bræddi lítinn ís, þar sem gosið var á nær sama stað og 2004: allt bræðsluvatnið rann burtu jafnóðum (engin merki eru um að það vatn hafi safnast undir íshelluna í Grímsvötnum) eða fór upp í loftið sem hluti gosmakkar. Hins vegar dreifðist aska úr gosinu um Grímsvatnasvæðið, raunar frekar lítið magn því mest af öskunni fór til suðurs yfir Hábungu og talsvert til vesturs og vestnorðvesturs yfir Tungnaárjökul í átt að

Hamrinum og Köldukvíslarjökli. Sú litla aska sem þó dreifðist um Grímsvötn og norður um ísasvæði þeirra jók leysingu á svæðinu til muna, sjá nánar í kafla um afkomumælingar.

Í vetrarbyrjun 2011 var vatnshæð nálægt 1400 í m Grímsvötnum og vatnsmagn um 0.4 km³. Lítillega (5m) hækkaði í vötnunum til miðs desember. Eftir það náðist ekki samband við mælistöðina í Grímsvötnum, GSM sambandið hafði versnað svo að ekkert samband var við símamótald á Grímsfjalli (sambandið fjaraði alveg út í desember 2011). Í lok janúar 2012 bentu óróagröf frá jarðskjálfamælum auk vatnshæðar- og leiðnimæla Veðurstofunnar í Gígju til þess að Grímsvötn væru að hlaupa (28-30 janúar). Við töldum okkur þó vita að vatnsborð hefði ekki hækkað mikið í Grímsvötnum frá síðasta aflestri gagna í desember 2012 (mjög lítið hefur safnast í Grímsvötn á síðustu árum að vetrarlagi). Vatnsborð Grímsvatna mældist þann 17. mars hafa lækkað um ~25 m frá miðjum desember 2011. Mæligögnin sýna að vatnshæð í upphafi hlaups var um 1405 m og 1370 m í lok þess, vatnsmagn í upphafi hlaups um 0.5 km³ en 0.14 km³ í lok þess. Eftir að hlaupinu lauk lækkaði enn hægt og rólega fram á mitt sumar 2012 (um ~5 m) uns íshellan settist á botn vatnanna. Eftir miðjan ágúst safnaðist hins vegar vatn í Grímsvötn, vatnsborð reis um rúmlega 15 m á u.þ.b. mánuði (mest leysingarvatn af yfirborði vatnasviðs Grímsvatna) en svo sáralítið eftir miðjan september. Eftir vinnslu lesinna mæligagna 22. nóvember sýndist okkur að það væri farið að lækka í Grímsvötnum og sendum viðvörun til Vegagerðar um yfirvofandi hlaup: Næstu daga var fylgst mjög nákvæmlega með og Vegagerðin upplýst um gang mála. Þetta hlaup reyndist bæði lítið og langdregið, mun hægara en t.d. 2010 og 2008.

Enn hljóp í mars 2014; vísbendingar um það komu fram við aflestur af vatnshæðarmæli í um fjarskipti sunnudaginn 23. mars 2014, Jöklahópur sendi Vegagerð, Veðurstofu og Almannavörnum tölvupóst mánudaginn 24. mars um að hlaup væri hafið. Örðugt var að fylgjast með þessu hlaupi um fjarskipti, þau voru mjög stopul vegna ísingar á Grímsfjalli. Rennsli frá Grímsvötnum hætti á fimmtudegi 27. mars. Þetta var lítið hlaup mjög líkt hlaupunum 2008.

Í ágústbyrjun 2014 fór vatn að safnast fyrir í Grímsvötnum en íshellan sat nærri á botni á mælistað fram að því. Í sumarlok 2014 hafði um 0.4 km³ vatns safnast og vatnsborð hækkað um ríflega 20 m. Vatnshæð var þá mjög svipuð og fyrir síðustu hlaup, líklega nokkrum metrum hærri. Því var líklegt að hlaup gæti hafist hvenær sem væri. Grannt var fylgst með mæligögnum frá Grímsvötnum (meðan gögn bárust þaðan, tækjabúnaðurinn bilaði milli jóla og nýárs) og leitað vatnsóróa í óróaritum frá jarðskjálftamælum Veðurstofu á Grímsfjalli, Vetti og Húsbónða.

Í fyrstu viku maí 2015 var afkomumælingahópur JH og Landsvirkjunar á Tungnaárjökli við mælingar. Í óveðurshléi (mæliflokkurinn hélt til í meidhýsi við mælistað T06 á Tungnaárjökli) þann 8. maí voru skoðuð óróarit VÍ og þá virtust vera komin fram einkenni vatnsóróa á skjálftamælum á Grímsfjalli og Vetti. Vegna þessa sendi FP tölvupóst samstarfsmanna á JH, VÍ og Vegagerðinni með ábendingu um að hlaup væri væntanlega hafið (sjá aftast í þessari greinargerð). Daginn eftir fór leiðangurinn í Grímsvötn, þar gáfu sprungur til kynna þó nokkurt sig íshellunnar, og sett var upp GPS mælistöð á íshelluna. Þannig náðist GPS-skráning á um helmingi hellusigsins í þessu hlaupi, þrátt fyrir bilun í búnaði í tækjamastrinu þar. Í þessu hlaupi, sem hófst þann 6. maí lækkaði vatnsborð um ~24 m og um 0.24 km³ runnu frá Grímsvötnum; rennsli frá Grímsvötnum hætti að kvöldi 13. maí, en skv. mælingum VÍ náðu hlaupið hámarki við Gígjubrú á sama tíma, en fjaraði þar út næstu fjóra daga.

Hér að neðan er tafla með helstu kennistærðum Grímsvatnahlaupa frá 1998. Hafa þarf í huga að tölur um rúmmál og flatarmál eru úr fengnar úr stafrænum kortum af neðra borði íshellunnar og botni vatnanna frá árinu 2000. Síðan þá hefur íshellan þykkað (um ~10-15 m þar sem mælistöðin er og vötnin dýpst, en minna eða ekkert annars staðar;) og gosin 2004 og 2011 breyttu talsvert lögun íshellunnar meðfram Grímsfjalli, þó það hafi ekki veruleg áhrif á vatnshrúmmál. Þrátt fyrir þetta er óvissa í rúmmálstölum metin ekki meiri en 0.05 km³. Á árunum 2007, 2009 og 2014 voru mæld þétt mælisnið í Grímsvötnum með íssjá, úrvinnsla þeirra gagna, sem vonandi næst á árinu 2015, mun skila betra mati á ísþykkt og rúmmáli Grímsvatnalægðarinnar og þá einnig betri lýsingu á venslum vatnhæðar og vatnshrúmmáls.

	da-by	da-en	man-max	man-min	vb-max	vb-min	dz	A-max	A-min	V-max	V-min	dV	
1998,13	46	61	feb	mars	1407	1348	59	13,4	2,8	0,51	0,05	0,46	
1999,08	31	34	jan	jan	1390	1338	52	10,3	1,3	0,30	0,03	0,27	
1999,81	295	317	sept	okt	1386	1349	37	9,7	2,9	0,27	0,05	0,22	
2000,56	206	218	júl	agúst	1369	1350	19	5,6	2,9	0,12	0,05	0,07	
2001,92	337	354	des	des	1397	1391	7	11,6	10,5	0,38	0,31	0,08	
2002,20	72	106	feb	april	1399	1361	38	12,0	4,0	0,41	0,09	0,32	
2004,79	288	315	okt	nov	1422	1378	44	16,5	8,1	0,73	0,19	0,55	+0.1bráðnun
2005,18	66	77	mars	mars	1390	1361	25	9,6	4,0	0,26	0,09	0,17	
2007,83	301	305	okt	okt	1400	1372	28	12,1	6,8	0,42	0,15	0,27	
2008,72	264	275	sept	okt	1391	1369	22	10,7	5,8	0,32	0,13	0,19	
2010,84	304	310	okt	nóv	1419	1370	49	15,8	6,1	0,68	0,14	0,55	
2012,16	28	32	jan	feb	1405	1370	35	13,1	6,1	0,50	0,14	0,36	
2012,88	323	331	nóv	nóv	1388	1367	21	11,0	5,7	0,32	0,10	0,22	
2014,21	71	86	mars	mars	1392	1371	22	11,0	5,8	0,35	0,14	0,21	
2015,36	126	138	maí	maí	1398	1374	24	12,0	7,3	0,40	0,16	0,24	

Tafla 1. Kennitölur jökulhlaupa frá Grímsvötnum 1998 til 2015

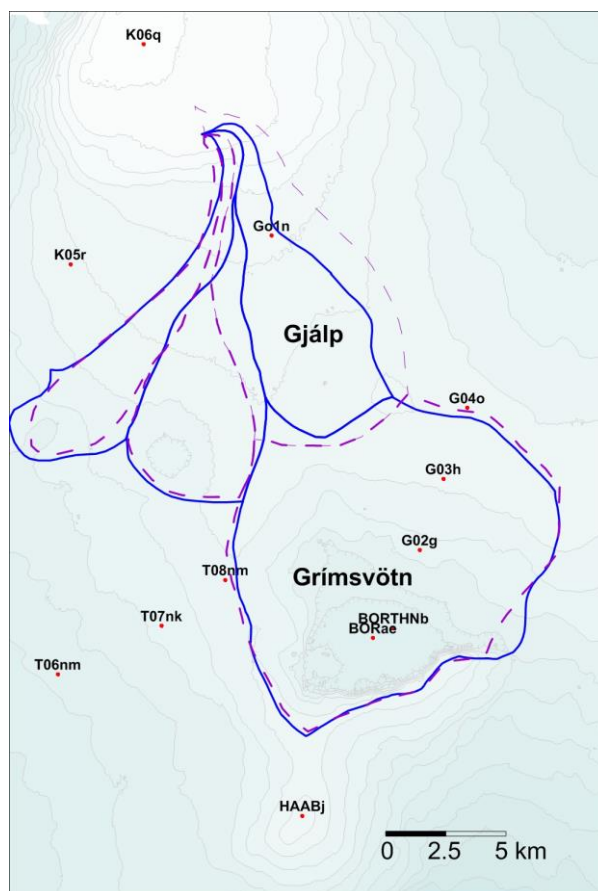
Hér er da-by og da-en dagnúmer við upphaf og lok hlaups; vb-max og vb-min hæst og lægsta vatnsborð, dz vatnshæðarbreyting (m); A-max og A-min mesta og minnsta flatarmál fljótandi hluta íshellunnar (km²) V-max og V-min rúmmál vatns við upphaf of lok hlaups (km³), dV rúmmál vatns sem rann frá Grímsvötnum (km³)

IV. Afkoma Grímsvatna.

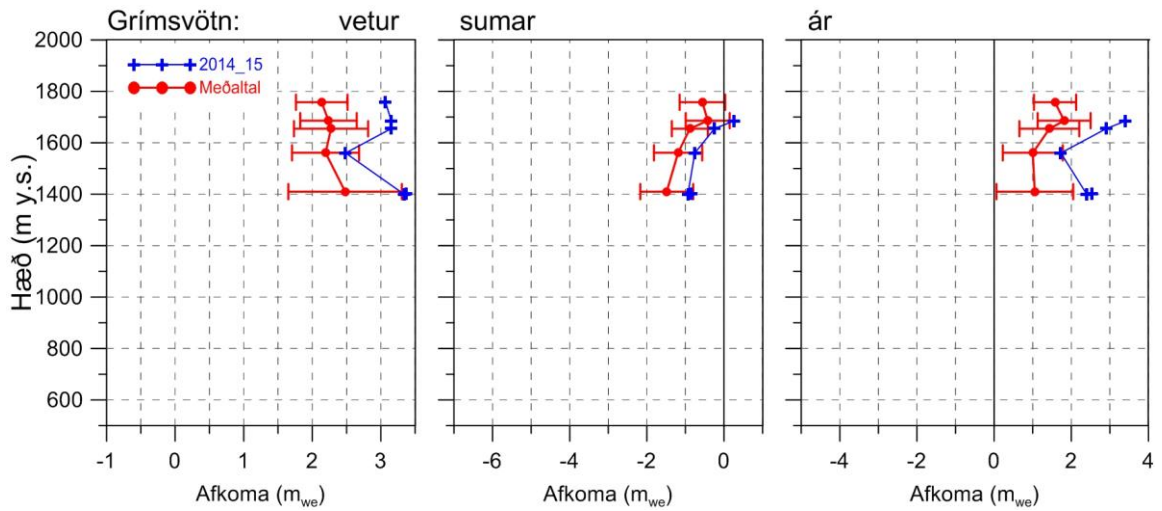
Vatn sem safnast í Grímsvötn er annars vegar leysingarvatn af yfirborði vatnasviðs Grímsvatna en hins vegar vatn sem bráðnar neðan af ísnum vegna jarðhita í Grímsvötnum og Gjálpi. Afkomumælingar eru gerðar á ísa- og vatnasviði Grímsvatna í samvinnu Jarðvísindastofnunar, Rannsóknasjóðs Vegagerðar og Landsvirkjunar, auk þess sem afkoma er mæld á íshellu Grímsvatna í vorferðum Jöklarannsóknafélagsins.

Lega mælipunktanna er sýnd á 5. mynd. Þar er líka sýnt mat ísasvæðis Skaftárkatla, Gjálpar og Grímsvatna, unnið eftir yfirborðskorti í júní 2010 (grunnurinn er hæðarlíkan sem Jöklahópur Jarðvísindastofnunar fékk frá SPOT-image fyrirtækinu unnið eftir gervitunglamyndum). Ísskrið vegna framhlaups Dyngjujökuls 1998-2000 og ísskrið inn í Gjálpi frá 1996 hafa breytt lögun yfirborðsins talsvert, ísaskil hafa fluttst til. Flatarmál ísasviðs Grímsvatna (ásamt Gjálparlægðarinnar) er metið 175 km² 2010, en var metið 204 km² 1998 (nákvæmt yfirborðskort unnið eftir EMISAR gögnum úr flugvél, mælt sumarið 1998).

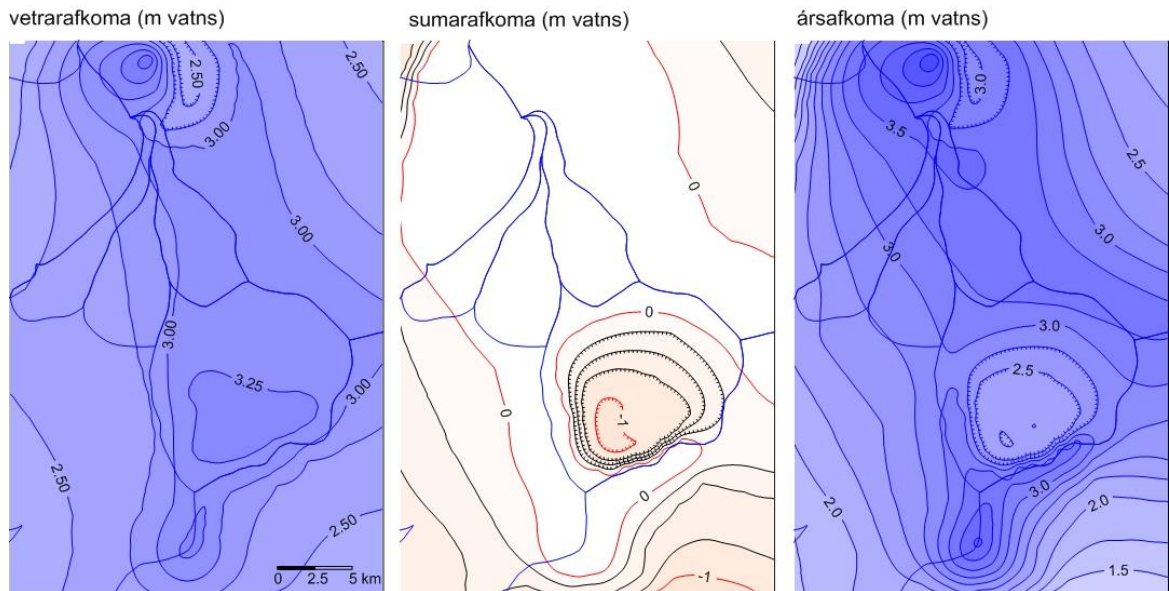
Niðurstöður mælinga í mælipunktum eru gefnar í I. töflu í viðauka hér að aftan.



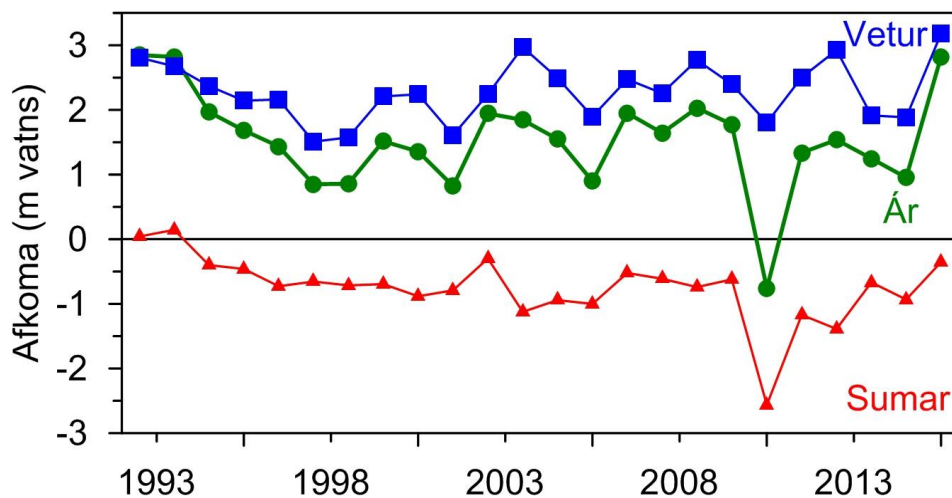
5. mynd. Afkomumælistaðir á ísasviði Grímsvatna jökulárið 2012-13. Undir er yfirborð jökulsins sumarið 2010 unnið eftir SPOT5 gervitunglamyndum. Bláu línurnar afmarka ísasvið unnin eftir yfirborðskorti 2010 en brotnu línurnar eftir yfirborðskorti 1998.



6. mynd. Afkoma 2014-15 á mælisniði á íssvæði Grímsvatna og Gjálpar (blá), og meðalafkoma þar 1991-92 til 2014-15. Þverstrikin sýna staðalfrávik mæliraðar í mælipunktum.



7. mynd. Kort afkoma Grímsvatnsvæðisins jökulárið 2014-15unnin eftir mælipunktum. Vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis.



8. mynd. Meðalafkoma Grímsvatnsvæðisins (Grímsvötn og Gjálp) jökulárin 1991-92 til 2013-14, vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis.

Á 6. mynd er sýnd vetrar-, sumar- og ársafkoma á mælisniðinu í Grímsvötnum. Þar sést að vetrarafkoma var með mesta móti, rúmlega einu staðalfráviki yfir meðaltali mælitímans (frá 1991_92) í flestum mælipunktum. Sumarafkoma var um einu staðalfráviki minna neikvæð en að meðaltali meðaltali öllum í öllum mælistöðvum, það sumraði seint og sumarið var frekar kalt og ekki bjart fyrir en á haustmánuðum. Ársafkoman varð um 1.5 staðalfráviki yfir meðaltali í mælipunktunum, afkoma nú lík því sem var á köldu árunum frá 1991_92 til 1993_94. Stafræn kort hafa verið unnin af afkomu Grímsvatna eftir mælingunum (7. Mynd). Meðalafkoma ísasviðs Grímsvatna (auk Gjálpar) er reiknuð með því að tegra afkomukortin yfir ísasviðið og deila með flatarmáli þess. Meðalafkoma Grímsvatna og Gjálparsvæðisins frá upphafi afkomumælinga er sýnd á 8. mynd.

Vetrarsnjór ísasviðs Grímsvatna og Gjálpar var sá mesti á mælitímanum, um 40% umfram snjósöfnun meðalárs, en sumarafkoma (rýrnun) var með minnsta móti einungis um 50% rýrnunar meðalárs. Niðurstaðan varð sú að ársafkoma Grímsvatnsvæðisins varð verulega jákvæð eða 84% umfram meðalafkomu mælitímans (Í töflu II. Í viðauka eru afkomutölur sem fall af hæð yfirborðs).

Helstu kennistærðir afkomu Grímsvatna jökulárið 2014-15 eru:

$$B_w = 0,43 \text{ km}^3_{we}; b_w = 3,18 \text{ m}_{we}$$

$$B_s = -0,05 \text{ km}^3_{we}; b_s = -0,36 \text{ m}_{we}$$

$$B_n = 0,38 \text{ km}^3_{we}; b_n = 2,82 \text{ m}_{we}$$

(*B* er rúmmál afkomu, *b* er þykkt afkomu jafndreift á flötinn, bæði gildin gefin sem vatnsjafngildi, *w*, *s*, *n* standa fyrir vetur, sumar og ár)

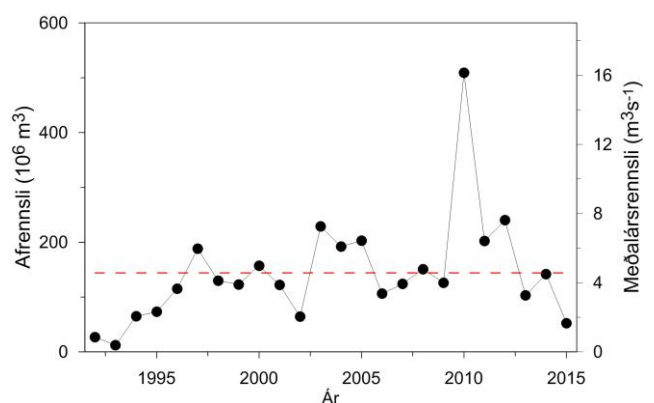
Vegna breytinga á yfirborðslögun hefur vatnasvið Grímsvatna breyst töluvert á mælitímanum. Jökulsá á Fjöllum og eystri Skaftárketillinn fá nú afrennsli af hluta þess svæðis sem áður veitti vatni til Grímsvatna (sjá 9. mynd). Þessi svæði liggja þó mjög hátt þannig að leysing þar er lítil, þessi minnkun á vatnasviði Grímsvatna úr rúmlega 200 km² í 173 km² breytir því litlu um heildarafrennslið.

Frá því mælingar á sumarafkomu vatnasviðs Grímsvatna hófust, árið 1992, hefur afrennsli leysingavatns til Grímsvatna verið mjög breytilegt (10. mynd) en að meðaltali 144 10⁶ m³ á ári (125 10⁶ m³ ef sumrinu 2010 er sleppt, gosaska frá Eyjafjallajökli margfaldaði leysingu). Í þessa tölu vantar rigningavatn sumars og líka leysingu sem bætt hefur verið upp með snjókomu að sumrinu (það er heildarafkoma sumars sem er mæld, ekki leysing); þetta er því lágmarksgildi afrennslis. Hæsta afrennslið tengist skítugu yfirborði næsta sumar eftir eldgos eða ryki sem sest í yfirborð frá hálendinu og söndunum í þurrkatíð og/eða óvenju hlýju og björtu sumri (1997, 1999, 2003, 2005, 2010). Sumarið 2015 mældist afrennsli leysingavatns (metið útfrá sumarafkomu, án tilrauna til leiðréttinga vegna snjókomu og rigninga) einungis 52 10⁶ m³.

Dreifing afrennslis yfirborðsleypingavatns til Grímsvatna á mismunandi hæðarbil sumarið 2015 er í töflu III. í viðauka.

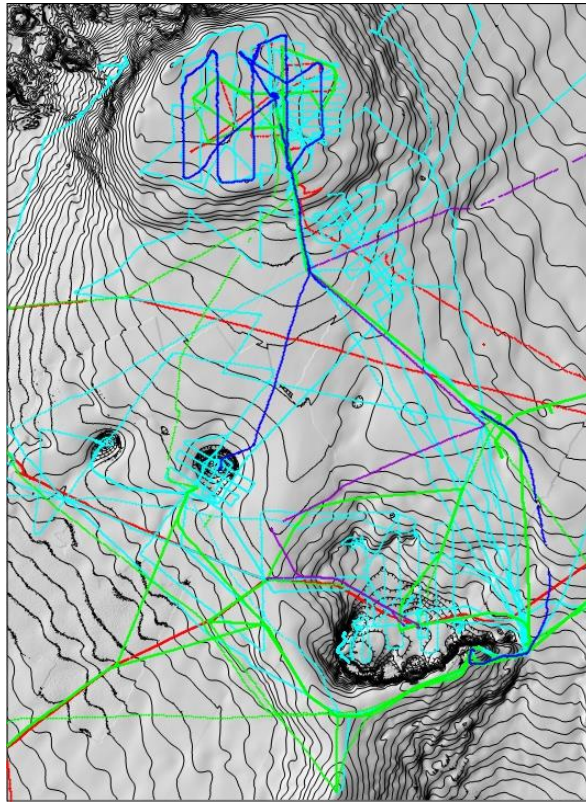


9. mynd. Vatnasvið Grímsvatna og Skaftárkatla afmörkuð eftir yfirborðskorti frá 2010 (rautt), brotnu línurnar sýna vatnasviðin metin eftir yfirborðskorti frá 1998.

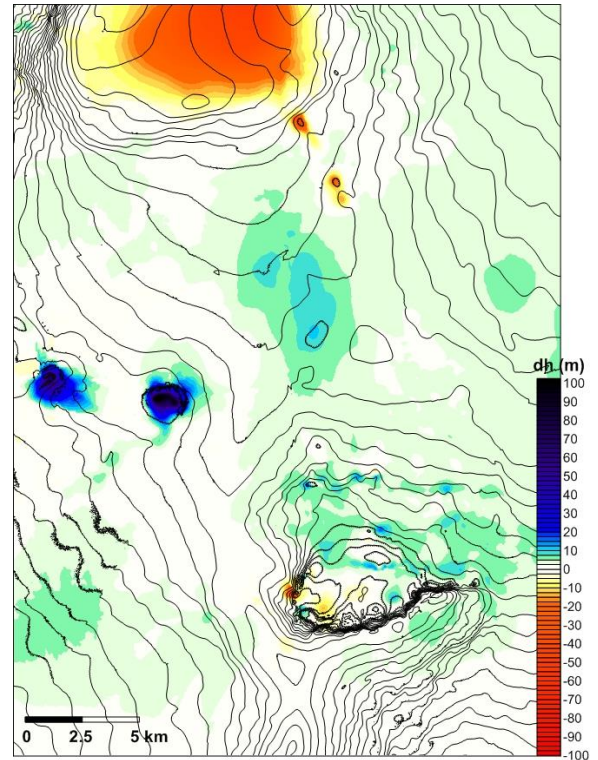


10. mynd. Afrennsli yfirborðsleypingavatns til Grímsvatna sumarið 2015 metið útfrá afkomumælingum (meðaltal árána 1992 til 2014 er sýnt með brotinni línu).

Breytingar á stærð Grímsvatna, ísþykkt, ísskrið og yfirborðshæð Grímsvatnasvæðisins.



Mynd 11. Lega hæðarsniða sem mæld voru með GPS landmælinga tækjum árið 2015. Í bakgrunni er yfirborðskort kort unnið eftir LiDAR mælingum úr flugvél árin 2010, 2011, stærsta svæðið 2012. (blátt: febrúar; fjólublátt: mars; rautt: maí; ljósblátt: júní; grænt: október).

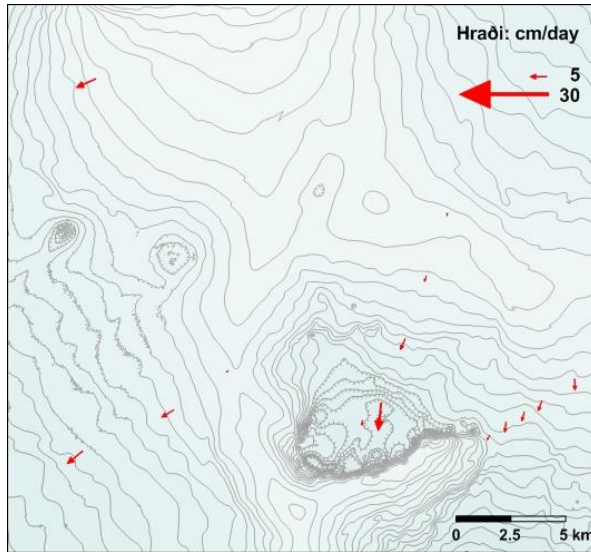


Mynd 12. Meðalyfirborðshæðarbreyting Grímsvötnum og nágrenni 2010-12 (sjá mynd 11.) til vors 2015 (yfirborð 2015 í bakgrunni).

Árlega er unnið að mælingu hæðarsniða á Grímsvatnasvæðinu í vorferð Jökklarannsóknafélags Íslands með kinematiskum GPS tækjum (nákvæmni er nokkrir cm) í samvinnu við Magnús T. Guðmundsson og Þórdísi Högnadóttur. Einnig er hæðargagna aflað í afkomumælingaferðum Jarðvísindastofnunar og Landsvirkjunar vor og haust og öðrum tilfallandi ferðum. Árið 2015 var óvenju mikið ekið um á Bárðarbungu og norðan Grímsvatna vegna umbrotanna í Bárðarbungu. Kort af yfirborði eru endurnýjuð árlega (jafnvel bæði vor og haust) eftir þessum sniðmælingum. Lega mælisniða sem aflað var á árinu 2015 eru sýnd á 11. mynd. Vinnslu allra hæðarsniða er lokið en hæðarkort af yfirborði Grímsvatnasvæðisins sumarið 2015 er ekki fullunnið. Bráðabirgðakort hæðarbreytinga frá 2012 (2012 kort unnið eftir LiDAR mælingum úr flugvél sumurin 2010, 2011 en stærsta svæðið sumarið 2012) er sýnt á 12. mynd.

Ísasvæði Grímsvatna minnkaði eftir gosið í Gjalp, ís af nokkru svæði sem áður hneig til Grímsvatna fer nú að Gjalparlægðinni. Fyrir Gjalpargosið var ísasvið Grímsvatna 160 km² en árið 1998 var það metið 132 km² (203 km² ef Gjalparsvæði er talið með).

Jöklahópurinn hefur ásamt öðrum metið varmaafli Grímsvatna á seinni hluta 20. aldar. Þetta var gert út frá vatnssöfnun í Grímsvötnum, sem var tiltölulega auðvelt að meta meðan lítill eða enginn leki var frá Grímsvötnum og uppsafnað vatn skilaði sér í Skeiðarárhlaupum á u.þ.b. 4 ára fresti. Frá gosinu í Grímsvötnum 1998 hefur einungis hluti bræðsluvatnsins safnast fyrir, stór hluti þess hefur runnið burt jafnóðum og/eða í smáum hlaupum. Til að meta varmaaflið nú þarf að meta afkomu á ísaviði Grímsvatna, auk ísflæðis til þeirra og kanna hvort massabreytingar verði á íshellunni. Ísþykkt var mæld með íssjá á einu mælisniði í júní 2014 og aftur 2015, en árin 2007, 2009 og 2013 voru mæld mörg snið sem spanna öll Grímsvötn. Tilgangur þessara mælinga er að meta þykktarbreytingar íshellunnar og þannig viðbrögðum hennar við breyttu ísasviði



Mynd 13. Meðalyfirborðsskriðhraði í Grímsvötnum og nágrenni sumarið 2015.

Grímsvatna, breytingum í jarðhita og breyttri vatnssöfnun.

Yfirborðshraðamælingarnar hafa verið gerðar hvert ár síðan 1992 á mismörgum stöðum á ísasviði Grímsvatna. Hraðavigrar í skriðmælistikum 2015 eru sýndir á 13. mynd.

Hnit mælipunkta eru í IV. töflu og reiknaðir hraðar í V. töflu í viðauka.

Hraðamælingarnar nýtast við mat ísflæðis til Grímsvatna.

Tölvupóstur: til Vegagerðar, Veðurstofu og Jarðvísindastofnunar 8.maí 2014, vegna grunsemda um að Grímsvatnahlaup sé hafið.

From: Finnur Pálsson [mailto:fp@hi.is]

Sent: Friday, May 08, 2015 6:26 PM

To: Páll Einarsson (palli@hi.is); 'Eyjólfur Magnússon' (eyjolfm@hi.is)

Cc: 'Bergur Einarsson'; 'Matthew J. Roberts'; 'Tomas Johannesson';

rognvaldur.gunnarsson@vegagerdin.is

Subject: RE: Jökulhlaupa grein

Sælir,

ég er í sof-éti á Vatnajökli og hef lítið við að vera annað en skoða á alnetið.

Mér sýnist að óróagraf á Grímsfjalli bendi til að hlaup geti verið hafið,

hátíðni órói aukist jafnt og þétt. Það er líka aukinn órói á Vetti,

kannski er þetta bara vegna hvassviðris síðustu daga en mælarnir í Gígju sýna líka eitthvað.

Ef þetta er hlaup verður það svipað og verið hefur í síðustu hlaupum

(0.2-0.3 km³), vatnshæðin er nær sú sama og síðustu nokkrum hlaupum.

Ekki er samband við mælitæki í Grímsvötnum.

b.kv.

Finnur Pálsson

Sérstakar þakkir til: Tæknimanna Jarðvísindastofnunar Sveinbjörns Steinþórssonar og Þorsteins Jónssonar, Hlyns Skagfjörð Pálssonar starfsmanns HSSR, Andra Gunnarssonar verkfræðings hjá Landsvirkjun og einnig til Jöklarannsóknafélags Íslands.

Kostnaður á árinu 2015:

Styrkur til þessa verkefnis af tilraunafé Vegagerðar var 1700 þkr.

Rekstrarkostnaður mælistöðvar (viðgerð skráningatækis, verkstæðisvinna, varahlutir í veðurstöð,

rafgeymar, plaststikur) var 550 þkr., kostnaður vegna mællileiðangra (5 ferðir, allar tengdar

öðrum verkum til að halda kostnaði í lágmarki) reyndist 750 þkr., laun starfsmanns við

frumúrvinnslu og túlkun gagna (1.5 mannmán) 1035 þkr., og umsjónargjald til yfirstjórnar

Raunvísindastofnunar 12.5% eða 210 þkr. Samtals eru þetta 2545 þkr.

31. mars 2016. f.h. Jöklahóps Jarðvísindastofnunar;

Finnur Pálsson verkefnastjóri í jöklarannsóknum

Tafla I: Mæld afkoma í mælistöðvum 2014_15.

b_w : vetrarafkoma, b_s : sumarafkoma, b_n : ársafkoma,
 l_a : nýsnjór að hausti (allar þessar stærðir í m vatns).

Staður	Staðsetning			Hæð	Dagur	Dagur	b_w	b_s	b_n	l_a	
	Breidd	Lengd	(m a.s.l.)	að vori	að hausti	(m)	(m)	(m)	(m)		
K05v	64	33,451	17	35,428	1681,1	20150509	20151026	2,280	0,354	2,634	0,284
K06u	64	38,358	17	31,364	1967,5	20150604	20151026	3,185	0,513	3,698	0,385
HAABn	64	20,952	17	24,083	1729,3	20150603	20151025	3,353	0,483	3,836	0,875
T06nq	64	24,281	17	36,538	1465,2	20150508	20151027	2,482	-0,298	2,184	0,354
T07np	64	25,291	17	31,200	1562,6	20150509	20151025	2,630	-0,302	2,328	0,455
T08nq	64	26,313	17	27,779	1635,9	20150509	20151025	2,716	0,110	2,826	0,490
BORTHNb	64	25,087	17	19,154	1400,7	20150604	20151025	3,367	-0,841	2,526	0,385
Borai	64	24,938	17	20,158	1399,9	20150602	20151025	3,337	-0,937	2,400	0,315
G02k	64	26,845	17	17,748	1560,1	20150602	20151025	2,485	-0,757	1,728	0,315
G03l	64	28,445	17	16,347	1655,3	20150603	20151025	3,153	-0,243	2,910	0,315
G04s	64	30,016	17	15,025	1684,8	20150603	20151025	3,151	0,251	3,402	0,343
Go1r	64	34,014	17	24,920	1758,1	20150603		3,069		3,069	

Tafla II. Afkoma ísarviða Grímsvatna og Gjálpar jökulárið 2014-15.

ΔS : area in elevation range, $\Sigma \Delta S$: cumulative area above given elevation, b_w : specific winter balance, b_s : specific summer balance. b_n : specific winter balance, ΔB_w : winter balance at a given elevation range, $\Sigma \Delta B_w$: cumulative winter balance above given elevation, ΔB_s summer balance at a given elevation range, $\Sigma \Delta B_s$: cumulative summer balance above given elevation, ΔB_n : net annual balance in a given elevation range, ΣB_n : cumulative net annual balance above given elevation.

Grímsvötn og Gjálpar (neðri tafla)

Elevation (m a.s.l.)			ΔS (km ²)	$\Sigma \Delta S$ (km ²)	b_w (mm)	b_s (mm)	b_n (mm)	ΔB_w (10 ⁶ m ³)	$\Sigma \Delta B_w$ (10 ⁶ m ³)	ΔB_s (10 ⁶ m ³)	$\Sigma \Delta B_s$ (10 ⁶ m ³)	ΔB_n (10 ⁶ m ³)	ΣB_n (10 ⁶ m ³)
1700	1750	1725	0,8	0,8	3139	211	3351	2,6	3	0,2	0	2,7	3
1650	1700	1675	40,8	41,6	3111	37	3149	127,1	130	1,5	2	128,6	131
1600	1650	1625	30,6	72,2	3114	-186	2928	95,4	225	-5,7	-4	89,7	221
1550	1600	1575	18,6	90,8	3201	-470	2730	59,6	285	-8,8	-13	50,9	272
1500	1550	1525	16,9	107,7	3244	-686	2558	54,7	339	-11,6	-24	43,1	315
1450	1500	1475	11,6	119,3	3279	-820	2458	38,0	377	-9,5	-34	28,5	344
1400	1450	1425	15,1	134,4	3307	-920	2387	49,8	427	-13,9	-48	36,0	380
1350	1400	1375	0,6	135,0	3249	-614	2634	2,1	429	-0,4	-48	1,7	381
1900	1950	1925	0,5	0,5	2919	529	3449	1,6	2	0,3	0	1,9	2
1850	1900	1875	0,6	1,1	2822	514	3336	1,7	3	0,3	1	2,1	4
1800	1850	1825	1,2	2,3	3002	496	3498	3,5	7	0,6	1	4,1	8
1750	1800	1775	4,5	6,8	3043	456	3500	13,8	21	2,1	3	15,9	24
1700	1750	1725	15,9	22,7	3027	362	3390	48,3	69	5,8	9	54,0	78
1650	1700	1675	16,5	39,2	3079	273	3353	50,9	120	4,5	14	55,4	133
1600	1650	1625	0,0	39,2	3081	272	3353	0,0	120	0,0	14	0,0	134

Tafla III: Afrennsli yfirborðsleysingar til Grímsvatna sumarið 2015.

ΔS : flatarmál innan hæðarbils þar sem sumarafkoma er neikvæð (leysing meiri en snjósöfnun sumars), $\Sigma \Delta S$: uppsafnað flatarmál, ΔQ_s : afrennsli frá hæðarbili, metið eftir sumarafkomu, $\Sigma \Delta Q_s$: uppsafnað afrennsli frá svæði ofn tiltekinnar hæðar, metið eftir sumarafkomu.

Vatnasvið Grímsvatna

Elevation (m a. s. l.)		ΔS km ²	$\Sigma \Delta S$ km ²	ΔQ_s (10 ⁶ m ³)	$\Sigma \Delta Q_s$ (10 ⁶ m ³)
1700	1750	0	0	0	0
1650	1700	13,3	13,3	1,4	1,4
1600	1650	23	36,3	6,7	8,1
1550	1600	18,4	54,6	8,8	16,9
1500	1550	16,7	71,3	11,5	28,4
1450	1500	11,6	82,9	9,5	37,9
1400	1450	15,1	97,9	13,9	51,8
1350	1400	0,6	98,6	0,4	52,2

Tafla IV. : Mæld hnit hraðamælistika.

Hnit hraðamælistaka eru mæld með GPS: “differential, DGPS” (I), “fast static” (FS), eða “kinematic” (K) mæliaðferð.

(Nákvæmni mælinga er 0.2-1.0 m í fleti og 0.5-2.0 m í hæð fyrri DGPS, 1-2 cm í fleti og 2-4 cm í hæð fyrir fast static, and 3 cm fyrir kinematic).

GPS stöðin á Höfn í Hornafirði er notuð sem viðmiðun fyrir allar mælingarnar, með föstum hnitum.

Viðmiðunarkerfi er ÍSN93 datum, h_i er hæð yfir ellipsóíðu, dL loftnetshæð, N metinn hæðarmunur ellipsóíðu og meðalsjárborðs, H hæð yfir meðalsjárflati ($H = h_i + N + dL$). X and Y eru í ÍSN93 “Lambert conformal conic” vörpun. M er gæðamerki.

Stöð	tími	Dag			Ár	Breidd	Lengd	h_i (m a. e.)	dL (m)	N (m)	H (m a. s. l.)	X	Y	M		
		Dags	#	Ár												
Boraj	18,907	2	6	153	2015	64	24,9448	17	20,1592	1472,8	0	-67,7	1405,1	580199,2	435922,6	K
Boraj	14,615	25	10	298	2015	64	24,9435	17	20,1599	1471	0	-67,7	1403,3	580198,7	435920,2	K
BORTHNb	11,857	5	2	36	2015	64	25,0769	17	19,1564	1497,1	-2,7	-67,7	1426,7	580997,9	436189,3	K
BORTHNb	13,88	25	10	298	2015	64	25,0717	17	19,1609	1474,9	0	-67,7	1407,2	580994,6	436179,5	K
G02l	11,294	4	6	155	2015	64	26,8497	17	17,7232	1633,2	0	-67,7	1565,5	582060,1	439512,8	K
G02l	15,087	25	10	298	2015	64	26,8469	17	17,7262	1628,9	0	-67,7	1561,2	582057,8	439507,5	K
G03m	11,475	4	6	155	2015	64	28,4431	17	16,3397	1727,6	0	-67,7	1659,8	583088,9	442502,4	K
G03m	15,626	25	10	298	2015	64	28,4416	17	16,341	1723,5	0	-67,7	1655,7	583088	442499,6	K
G04t	11,677	4	6	155	2015	64	30,0022	17	15,0014	1757,1	0	-67,7	1689,4	584081,2	445427,5	K
G04t	13,301	25	10	298	2015	64	30,0029	17	15,001	1753,6	0	-67,7	1685,9	584081,5	445428,9	K
gb2e	9,812	12	5	132	2015	64	34,1038	16	0,01906	1270,2	0	-66,9	1203,3	643728,7	455295,1	K
gb2e	9,558	23	10	296	2015	64	34,1123	16	0,02085	1267,2	0	-66,9	1200,3	643726,5	455310,8	K
Go1s	12,13	4	6	155	2015	64	33,9868	17	24,9849	1827,7	0	-67,8	1759,9	575902,9	452617,8	K
HAABo	11,418	5	6	156	2015	64	20,9659	17	24,1127	1801,1	0	-67,5	1733,5	577211	428450,2	K
HAABo	18,893	25	10	298	2015	64	20,9662	17	24,1132	1796,4	0	-67,5	1728,9	577210,6	428450,9	K
K05x	18,165	9	5	129	2015	64	33,4493	17	35,4263	1749,6	0	-67,8	1681,8	567585,5	451422	K
K05x	11,665	26	10	299	2015	64	33,4467	17	35,4408	1747,3	0	-67,8	1679,5	567574	451416,9	K
K06v	17,725	4	6	155	2015	64	38,3563	17	31,3652	2021,8	0	-67,9	1953,9	570617,3	460610,7	K
K06v	13,536	26	10	299	2015	64	38,3556	17	31,3595	2016,7	0	-67,9	1948,8	570621,8	460609,5	K
Ln1-1c	15,222	5	6	156	2015	64	24,4985	17	13,0025	1571,7	0	-67,6	1504	585969,8	435250,5	K
Ln1-1c	12,389	25	10	298	2015	64	24,4973	17	13,004	1568,2	-1	-67,6	1499,6	585968,7	435248,2	K
Ln1-2c	15,116	5	6	156	2015	64	24,7438	17	12,0186	1595,1	0	-67,6	1527,4	586747,2	435728,5	K
Ln1-2c	12,653	25	10	298	2015	64	24,7412	17	12,0193	1591	-1	-67,6	1522,4	586746,8	435723,6	K
Ln1-3c	15,021	5	6	156	2015	64	24,9931	17	11,0008	1600,7	0	-67,6	1533,1	587551,3	436214,9	K
Ln1-3c	12,741	25	10	298	2015	64	24,9907	17	11,0024	1597,1	-1	-67,6	1528,5	587550,2	436210,5	K

Ln1-4c	14,914	5	6	156	2015	64	25,2409	17	10,0163	1627	0	-67,6	1559,3	588328,6	436697,9	K
Ln1-4c	12,858	25	10	298	2015	64	25,2383	17	10,0187	1623,2	-1	-67,6	1554,6	588326,8	436693	K
Ln1-5c	14,769	5	6	156	2015	64	25,7429	17	8,00462	1667	0	-67,6	1599,4	589916,1	437677,5	K
Ln1-5c	12,987	25	10	298	2015	64	25,74	17	8,00456	1663,7	-1	-67,6	1595,1	589916,3	437672,1	K
T07nq	10,172	9	5	129	2015	64	25,29	17	31,1999	1631,6	0	-67,7	1563,9	571317,2	436343,2	K
T07nq	17,44	25	10	298	2015	64	25,2878	17	31,2087	1628,7	0	-67,7	1561	571310,2	436339	K
T08nr	11,107	9	5	129	2015	64	26,2916	17	27,7513	1705,3	0	-67,8	1637,5	574041,1	438269,8	K
T08nr	16,609	25	10	298	2015	64	26,2911	17	27,7527	1702,7	0	-67,8	1634,9	574040	438269	K

Tafla V. : Mæld hraði hraðamælistika.

Mælistöð	dagur dags.	#	dagur dags.	#	fjöldi daga	færsla (m)	(^o)	hraði (sm/dag)	m/ári
Boraj	150602	153	151025	298	145	2,43	193	1,68	6,12
BORTHNb	141015	288	150205	36	113	10,76	187	9,52	34,75
BORTHNb	150205	36	151025	298	262	10,35	200	3,95	14,42
G02l	150604	155	151025	298	143	5,77	205	4,03	14,72
G03m	150604	155	151025	298	143	2,91	200	2,04	7,43
G04t	150604	155	151025	298	143	1,41	13	0,99	3,60
HAABo	150605	156	151025	298	142	0,77	328	0,54	1,97
K05x	150509	129	151026	299	170	12,52	248	7,37	26,89
K06v	150604	155	151026	299	144	4,66	106	3,24	11,82
Ln1-1c	150605	156	151025	298	142	2,55	209	1,80	6,56
Ln1-2c	150605	156	151025	298	142	4,91	187	3,46	12,61
Ln1-3c	150605	156	151025	298	142	4,57	196	3,22	11,76
Ln1-4c	150605	156	151025	298	142	5,21	202	3,67	13,38
Ln1-5c	150605	156	151025	298	142	5,45	179	3,83	14,00
T07nq	150509	129	151025	298	169	8,14	240	4,81	17,57
T08nr	150509	129	151025	298	169	1,38	237	0,82	2,99