

## Greinargerð vegna styrks árið 2010 af tilraunafé til samvinnu um rannsóknir á Grímsvatnahlaupum.

Finnur Pálsson og Helgi Björnsson; [fp@raunvis.hi.is](mailto:fp@raunvis.hi.is), [hb@raunvis.hi.is](mailto:hb@raunvis.hi.is)  
Jarðvísindastofnun Háskólans  
Sturlugata 7, 101 Reykjavík

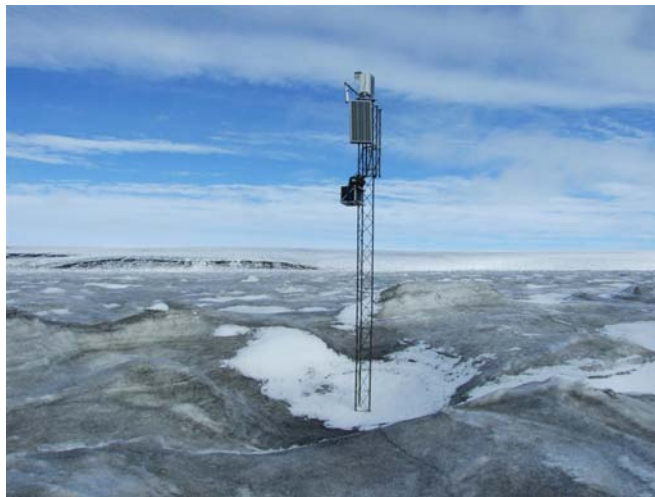
Við sendum hér með niðurstöður af samvinnu um verkefnið Grímsvatnahlaup: vatnsgeymir, upphaf og rennsli. Um er að ræða yfirlit yfir könnun á aðstæðum við Grímsvötn: vatnshæð, legu vatnsrása, mat á þykkt íshellu, flatarmáli og rúmmáli Grímsvatna, hæð og styrk ísstíflu, mat á líklegu hámarksrennsli í hlaupum, mælingum á rennsli úr Grímsvötnum, mati á núverandi stöðu í Grímsvötnum og áframhaldandi vöktun ísstíflu.

### Mælistöð í Grímsvötnum.

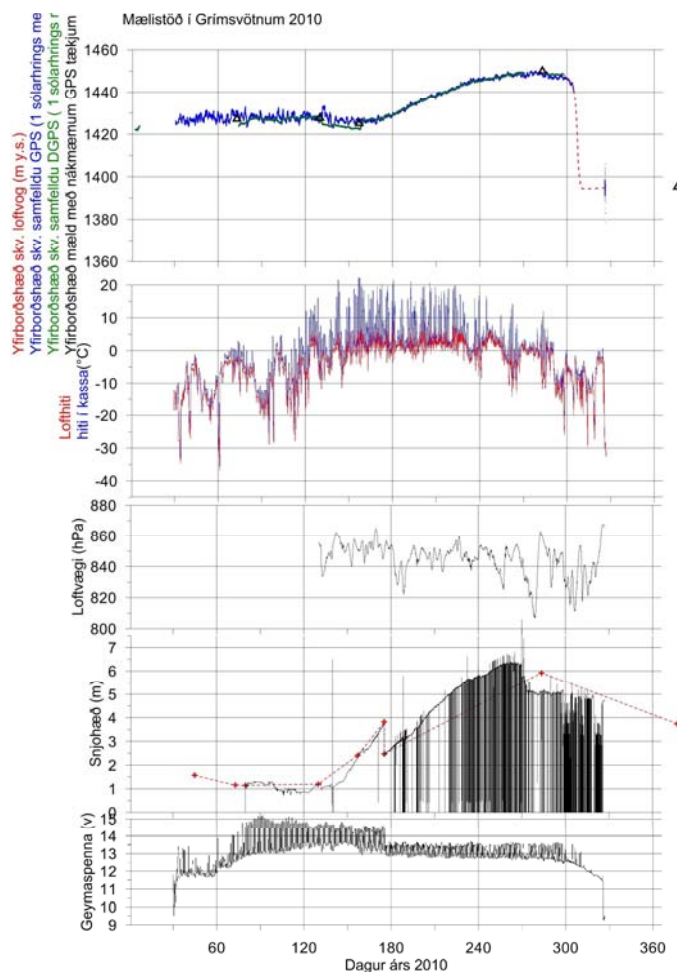
Eins og mörg undanfarin ár eru rekin mælitæki í Grímsvötnum til að fylgjast með vatnshæð.

Skráðar eru mælingar á meðalloftvægi (nákv. ~0.2 mb) hverrar klukkustundar og hitastig (nákv. ~0.5 °C). Síðustu ár hefur einnig verið skráð snjóhæð, mæld með hljóðbylgjumæli sem komið er fyrir á slá efst á mælitækjamastri. Tvö GPS tæki mæla og skrá staðsetningu og hæð mastursins, hnit frá öðru tækinu eru skráð með veðurgögnunum (á 6 mínútna fresti, nákæmni í hæð ~5-20 m), en hitt skráir í innbyggða gagnageymslu (á 5 mínútna fresti, nákæmni í hæð ~2-5 m).

Um miðjan mars 2010 var komið við í mælistöðinni. Gögn voru lesin af mælistöðinni í byrjun maí, byrjun og lok júní og loks um miðjan október. Vegna rafmagnsleysis hafði stöðin ekki skráð gögn í janúar, og skráning stöðvaðist einnig í desember af sömu ástæðu (skipt var um rafgeymi 11. janúar 2011 og gögn lesin af stöðinni). Yfirlit mælinga á



Mynd 1. Sjálfvirk mælistöð í Grímsvötnum í ágúst 2010, um 8m eru upp á topp masturs. (ljósm. Björn Oddsson).



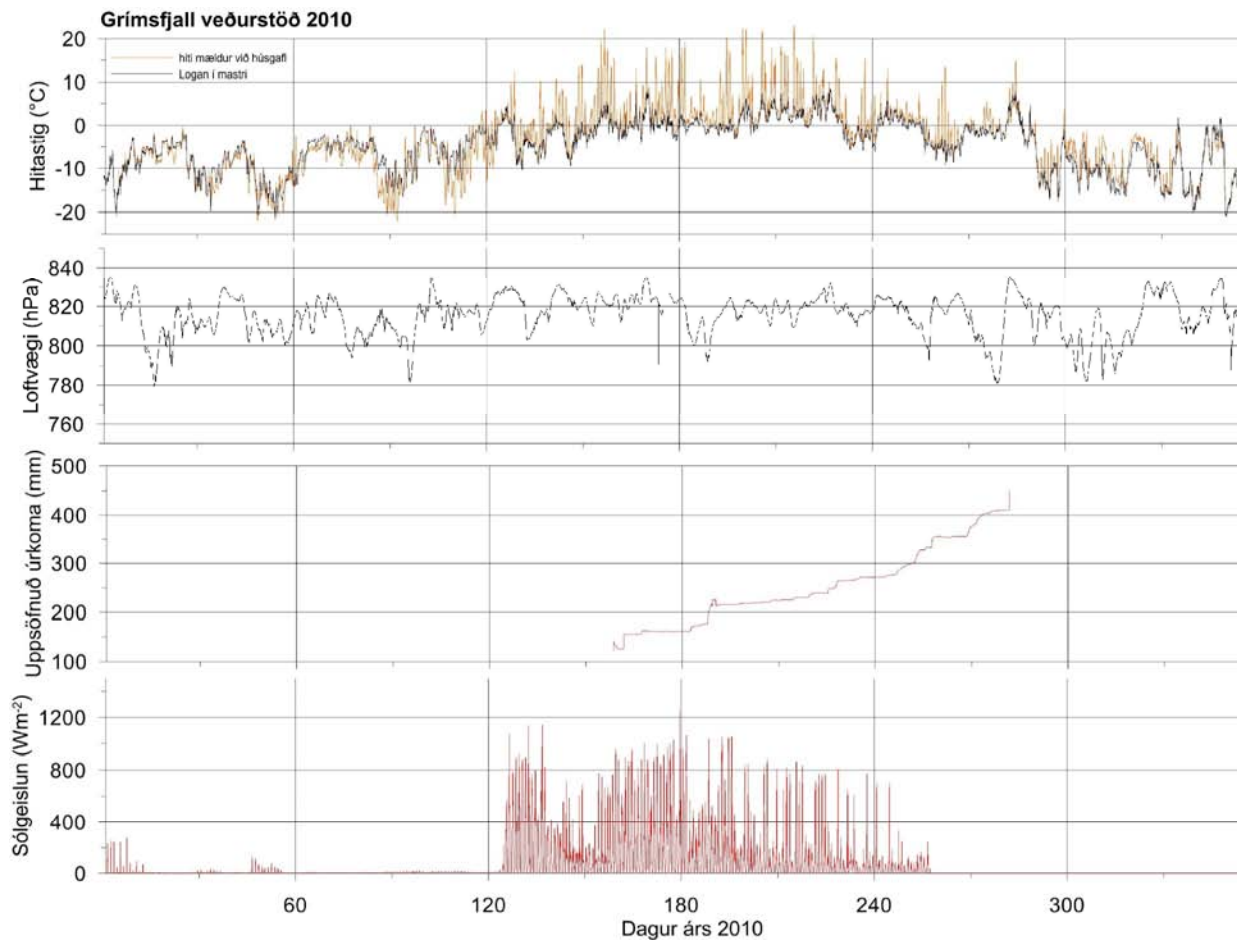
Mynd 2. Yfirlit yfir mælingar í sjálfvirkri mælistöð í Grímsvötnum á árinu 2010.

yfirborðshæð íshellu og veðurþættir eru sýnd á 2. mynd. Vírar í tengi við loftvog höfðu slitnað í október 2010, en þess ekki orðið vart fyrr en gögn voru lesin í mars 2010. Loftvogin var löguð í maí. Þegar vitjað var um stöðina í mars kom í ljós alvarleg bilun í gagnastokki (datalogger); gögn frá því sólarcella náði upp hleðslu á rafgeymi í lok janúar voru aðgengileg en ekki sást til gagna sem áttu að vera frá miðjum október til ársloka 2009. Skipt var um gagnastokk, en sá bilaði sendur til framleiðanda, sem tókst að finna gögn vetrarins (október til desember 2009) og gera við bilun.

Vert er að vekja athygli á því hve mæliflökt er miklu minna í nýja GPS tækinu (grænn ferill), þó upplausn í tíma sé þar einnig mun meiri (5 klst. meðaltal, en sólahrings meðaltal á gamla tækinu (blár ferill). Af óþekktri ástæðu skráðust ekki GPS gögn í stöðinni þegar hlaup varð úr Grímsvötnum 24. október til 5. nóvember, en þann tíma var skráning hitastigs og loftvægis í góðu lagi þannig að sigferill íshellunnar var mældur.

Á Grímsfjalli er einnig rekin veðurstöð sem safnar gögnum um hitastig, loftvægi, sólgeislun (skynjari hulinn ískápu þar til í maí) og sumarúrkomu (3. mynd). Gögn um hitastig og loftvægi nýtast til reikninga á vatnshæð Grímsvatna út frá stigli hita og lofþrýsings með hæð, ef gögn frá GPS tækjunum bregðast (sem kom sér vel núna).

Veðurgögnin nýtast einnig sem almenn veðurgögn, meðal annars til mats á orkubúskap og við gerð afkomulíkana af Grímsvatnasvæðinu.



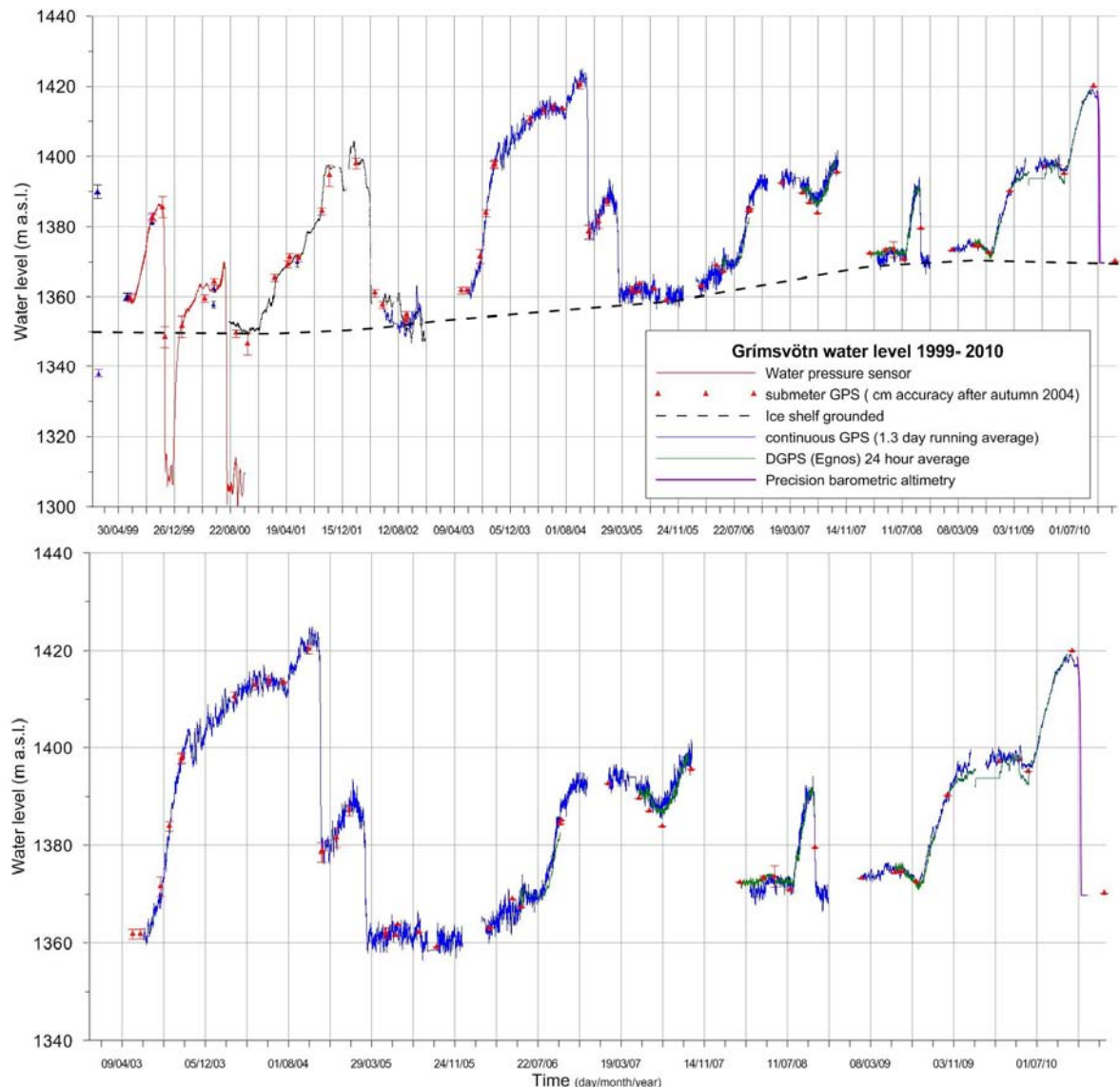
Mynd 3. Yfirlit yfir mælingar í sjálfvirkri mælistöð á Grímsfjalli á árinu 2010.

## Vatnshæð og vatnssöfnun í Grímsvötnum

Yfirlit yfir mældu vatnshæð frá ársbyrjun 1999 til 11. janúar 2011 og frá september 2003 til 11. janúar 2011 er sýnd á 4. mynd.

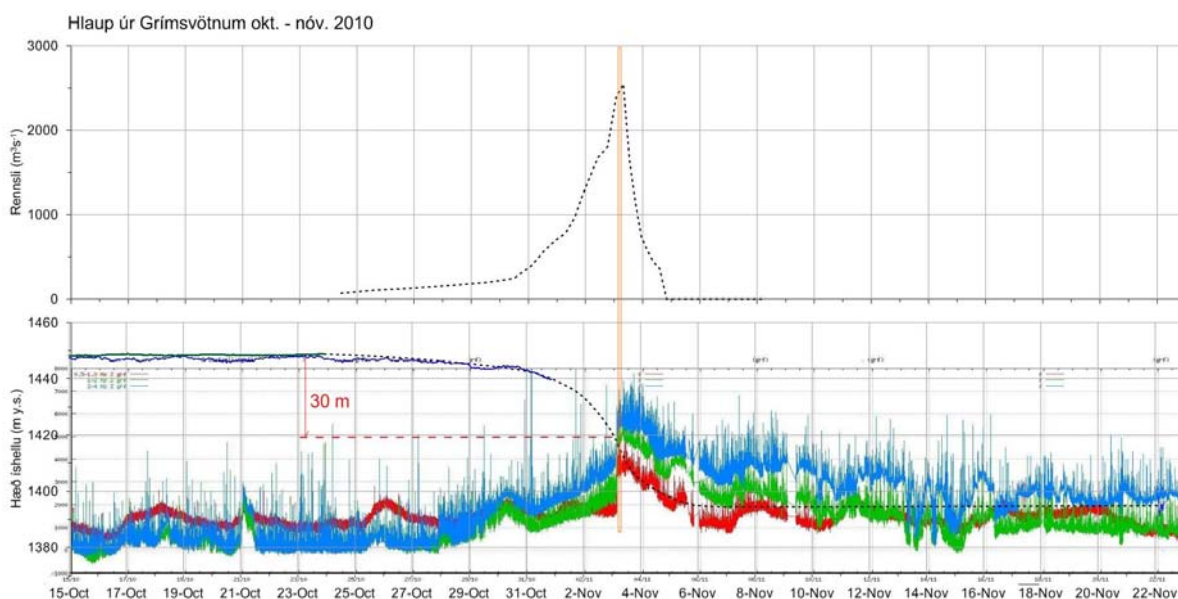
Eftir jökulhlaupið um mánaðamótin október-nóvember 2004 safnaðist fyrst í stað lítið vatn í Grímsvötn. Vötnin tæmdust ekki í því hlaupi (vatnshæð í lok hlaups var um 1380 m og rúmmál vatns um 0.2 km<sup>3</sup>). Hæsta vatnsstaða eftir þetta var um 1385 m (rúmmál vatns um 0.26 km<sup>3</sup>) nærri miðjum 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 km<sup>3</sup> til Skeiðarár frá Grímsvötnum.

Frá því í hlaupinu í marsbyrjun 2005 til loka júlí 2006 hafði nær ekkert vatn náð að safnast í Grímsvötn. Frá ágúst 2006 til miðs nóvember safnaðist vatn fyrir og náði 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



Mynd 4. Vatnshæð Grímsvatna frá ársbyrjun 1999 til 11. janúar 2011 og frá september 2003 til 11. janúar 2011 er sýnd á 4. mynd.

til u.þ.b. 15. júlí var þá 1384 m (vatnsmagn er um 0.3 km<sup>3</sup>). 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 hærra en var fyrir smáhlaupið í febrúar 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 því nærri 0.25 km<sup>3</sup>. 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 endar með hlaupi mánaðamótin september október 2008, verulegt útrennsli hefst 24. september en líkur 1. október. Vatnshæð í upphafi hlaups var 1392 m en 1370 í lok þess, rúmmál hlaupvatns nærri 0.19 km<sup>3</sup>. Nú 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) en vatnshæð orðin ~1404 m 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 km<sup>3</sup> vatns 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 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup>, 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 hærri 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 óróan vaxa). Þegar vatnsborðið hafði lækkað



Mynd 5. Á neðri myndinni er sigferill íshellu Grímsvatna felldur ofan á órót frá jarðskjálftamæli Veðurstofunnar á Grímsfjalli. Efri myndir sýnir hraða útrennslis frá Grímsvötnum.

um ~30 m og hlaupið náði hámarki breyttist óróinn skyndilega. Óróakviður, sem líklega stafa af suðu í jarðhitakerfinu vegna þrýstiléttis, bættust við rennslisóróann (sem þá var minnkandi; jöklahópur JH mun í samvinnu við Pál Einarsson skoða þetta nánar). Þessi 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 vísbendingnar um að vatn hafi safnast fyrir í stuttan tíma og þrýstingur orðið nægur til að kæfa jarðhitakerfið.

Hinn 11. janúar 2011 er yfirborðshæð íshellunnar sú sama og í hlauplok, líklegast er að íshellan hafi hvílt á botni Grímsvatna allan tímann, lítið eða ekkert vatn safnast fyrir.

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 þykknað (um ~10 m þar sem mælistöðin er og vötnin dýpst en minna eða ekkert annarsstaðar) og gosið 2004 breytti talsvert lögun íshellunnar inn við Grímsfjall, þó það hafi ekki veruleg áhrif á vatnsrúmmál. Þrátt fyrir þetta eru óvissa í rúmmálstölum talin minni en 0.1 km<sup>3</sup>.

Á árunum 2007 og 2009 voru mæld þétt mælisnið í Grímsvötnum með íssjá, en ekki hefur tekist að finna tíma og peninga til að klára vinnslu stafrænna korta eftir þeim mælingum.

Ár	da-by	da-en	tími	zw-max	zw-min	dzw	A-max	A-min	V-max	V-min	dV	
1998	46	61	feb-mars	1407	1348	59,0	13,43	2,78	0,51	0,05	0,46	
1999	31	34	jan	1390	1338	51,9	10,28	1,28	0,30	0,03	0,27	
1999	295	317	sept-okt	1386	1349	37,4	9,74	2,85	0,27	0,05	0,22	
2000	206	218	júl-ágúst	1369	1350	19,0	5,56	2,9	0,12	0,05	0,07	
2001	337	354	des	1397	1391	6,8	11,62	10,5	0,38	0,31	0,08	
2002	72	106	feb-april	1399	1361	38,2	11,96	4,04	0,41	0,09	0,32	
2004	288	315	okt-nóv	1422	1378	44,2	16,49	8,05	0,73	0,19	0,55	+0.1bráðnun
2005	66	77	mars	1385	1361	24,6	9,57	4,04	0,26	0,09	0,17	
2007	301	305	okt	1400	1372	27,9	12,13	6,76	0,42	0,15	0,27	
2008	264	275	sept-okt	1391	1369	22,0	10,72	5,82	0,32	0,13	0,19	
2010	304	310	okt-nóv	1419	1370	49,0	15,82	6,08	0,68	0,14	0,55	

Hér er da-by og da-en dagnúmer við upphaf og lok hlaups

Zw-max og zw-min hæst og lægsta vatnsborð, dz vatnshæðarbreyting (m)

A-max og A-min mesta og minnsta flatarmál fljótandi hluta íshellunnar (km<sup>2</sup>)

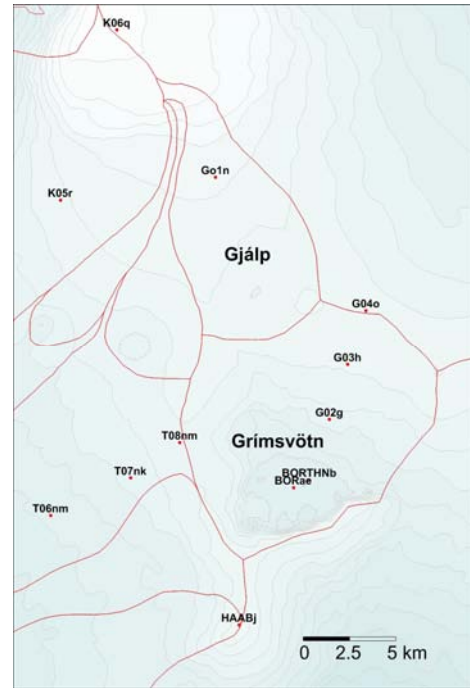
V-max og V-min rúmmál vatns við upphaf of lok hlaups (km<sup>3</sup>)

dV rúmmál vatns sem rann frá Grímsvötnum (km<sup>3</sup>)

## 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. Einnig var fyrirhugað að setja ~15 stikur til skriðmælinga og mæla sumarafkomu við þær, eins og síðustu nokkur ár. Hætt var við þau áform eins og fleiri vegna óvenjulegra aðstæðna á Vatnjökli. Vinna átti verkið í vorferð Jöklarannsóknafélagsins í fyrstu viku í júní. Á síðustu dögum gossins í Eyjafjallajökli (1. maí) dreifðist nokkuð af fingerðri ösku yfir vestanverðan Vatnajökul. Þetta gerði snjóyfirborðið dökkt og á sólbjörtum dögum sem á eftir fóru var bráðnun ofsafengin. Yfirborðið bráðnaði samt mismikið og varð mjög óslétt (7. mynd) svo nær ómögulegt og hættulegt var að fara um á hvaða farartæki sem var. Snjósleðar komust um 5 km/klst, bílar og snjóbíll eitthvað svipað. Þetta varð til þess að verk sem ekki voru bráðnauðsynleg voru felld niður. Eina örugga farartækið var snjóbíllinn og var hann notaður til að gera vetrarafkomumælingar í öllum punktum á Grímsvatnasvæðinu auk Bárðarbungu og Háubungu.

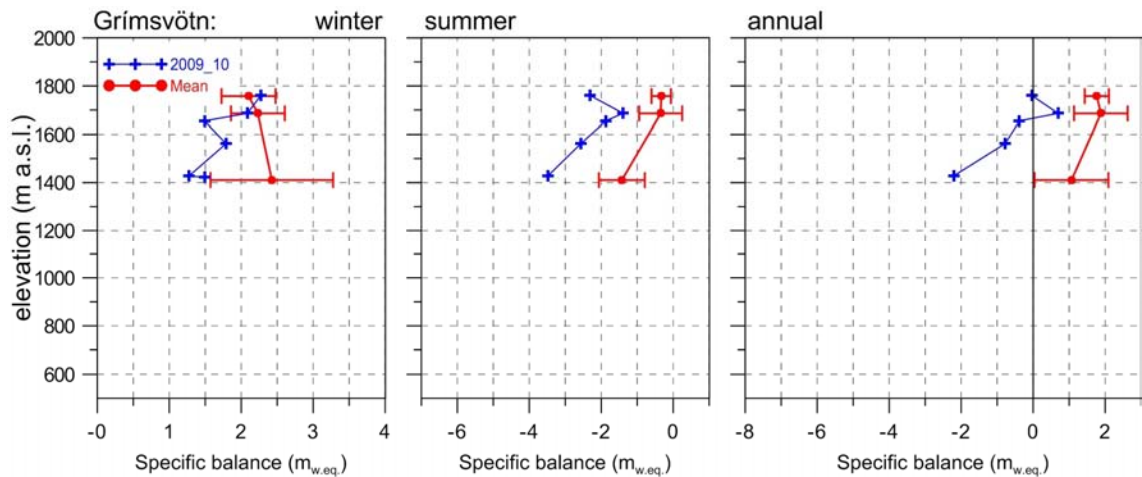
Á 8. mynd er sýnd vetrar-, sumar- og ársafkoma á mælisniðinu í Grímsvötnum. Stafæn kort sem hafa verið unnin af afkomu Grímsvatna eru sýnd á 9. mynd. Afkoma ísasviðs Grímsvatna (og Gjálparsvæðisins samtals 203 km<sup>2</sup>) er reiknuð með því að tegra afkomukortin yfir ísasviðið. Meðalafkoma Grímsvatna og Gjálparsvæðisins frá upphafi afkomumælinga er sýnd á 10. mynd. Vetrarafkoma var með minna móti (um 83% meðalafkomu), en þó tók steininn úr um sumarið, leysing var



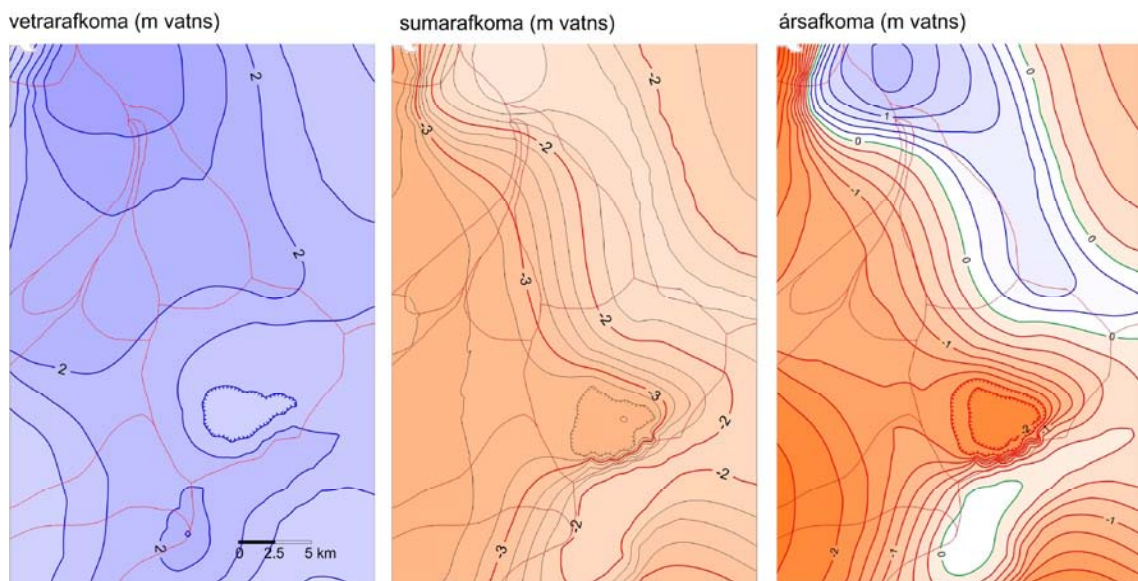
Mynd 6. Afkomumælistaðir á ísasviði Grímsvatna jökulárið 2009-10. Rauðu línurnar afmarka ísasvið.



Mynd 7. Þessar myndir eru lýsandi fyrir færið á Vatnajökli í júníbyrjun, efri: krapafesta neðarlega á Tungnaárjökli; neðri: í um 1350 m hæð á Tungnaárjökli horft til suðurs, sér í Pálsfjall og Þórðarhyrnu.

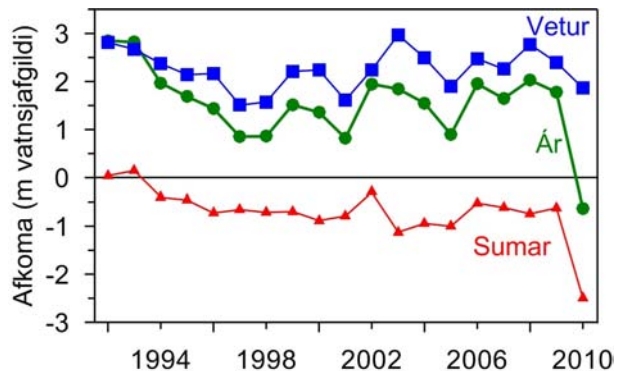


Mynd 8. Afkoma á mælisniði á íssvæði Grímsvatna.



Mynd 9. Afkoma Grímsvatnsvæðisins jökulárið 2009-10, vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis.

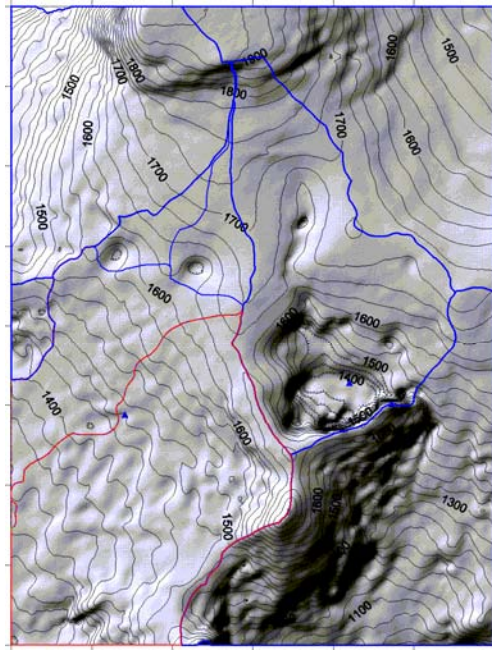
ríflega fjórfalt meiri en í meðalári tímabilsins. Fín aska frá gosinu í Eyjafjallajökli jók verulega ísog orku frá sólgeislun auk þess sem sumarið var óvenju sólríkt og hlýtt. Athugun á MODIS gervihnattamyndum (2 myndir á dag alla daga ársins) sýnir líka að aldrei snjóaði á Grímsvatnsvæðið allt sumarið (ekki fyrr en í september), en það er mög óvanalegt. Þunnt snjólag getur nær stöðvað leysingu í marga daga, því mest af sólgeislun endurkastast. Í fyrsta sinn á mælitímanum var ársafkoma Grímsvatna neikvæð. Í töflu I. í viðauka eru tölur um afkomu á ísasvæði Grímsvatna og Gjálpar jökulárið 2009-10.



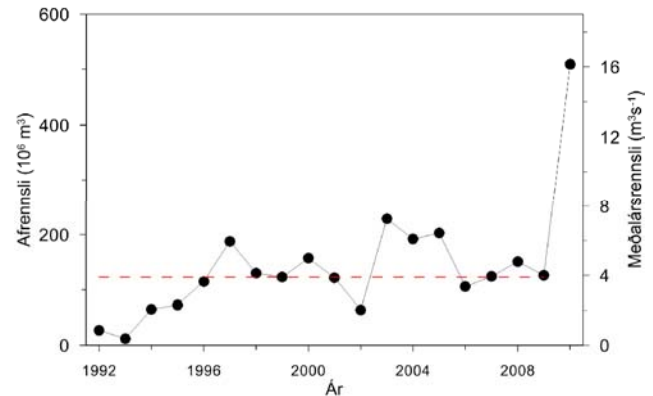
Mynd 10. Afkoma Grímsvatnsvæðisins (Grímsvötn og Gjálpar) jökulárin 1991-92 til 2009-10, vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis.

Frá því mælingar á sumarafkomu vatnasviðs Grímsvatna (8. mynd) hófust 1992 hefur afrennsli leysingavatns til Grímsvatna verið mjög breytilegt (9. mynd) en að meðaltali  $122 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  á ári. Í þessa tölu vantar rigningavatn og líka leysingu sem bætt hefur verið upp með snjókomu að sumrinu (það er heildarafkoma sumars sem er mæld); þetta er því lágmarksgildi afrennslis. Mesta afrennslið tengist skítugu yfirborði næsta sumar eftir eldgos eða ryki frá hálendinu og söndunum í þurrkatíð og/eða óvenju hlýju og björtu sumri (1997, 1999, 2003, 2005). Sumarið 2010 fór allt þetta saman enda afrennsli fjórfallt afrennsli meðalárs.

Dreifing afrennslis yfirborðsleypingavatns á mismunandi hæðarbil til Grímsvatna sumarið 2010 er í töflu II. í viðauka.



Mynd 11. Vatasvið Grímsvatna ( $204 \text{ km}^2$ ).



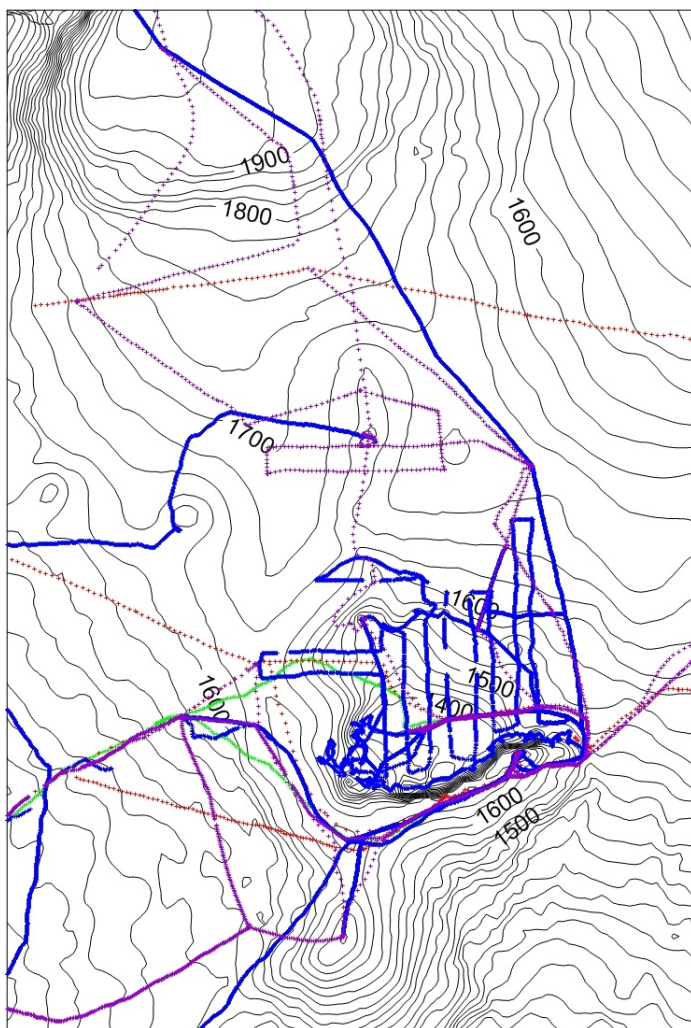
Mynd 12. Afrennsli yfirborðsleypingavatns til Grímsvatna metið útfra afkomumælingum (meðaltal áranna 1992 til 2009 er sýnt með brotinni línu).



## Breytingar á stærð Grímsvatna og yfirborðshæð Grímsvatnasvæðisins.

Ísasvæði Grímsvatna minnkaði eftir gosið í Gjalp, ís sem áður streymdi til Grímsvatna streymir nú að Gjalparlægðinni. Fyrir Gjalpargosið var ísasvið Grímsvatna 160 km<sup>2</sup> en er nú 132 km<sup>2</sup> (203 km<sup>2</sup> ef Gjalparsvæði er talið með). Til að fylgjast með breytingum á stærð Grímsvatna hefur yfirborðshæð á sniðum verið mæld árlega með kinematískum GPS tækjum (nákvæmni nokkrir cm) í samvinnu við Magnús T. Guðmundsson og Þórdísi Högnadóttur. Gögnum er safnað í afkomumælingaferðum Jarðvísindastofnunar og Landsvirkjunar vor og haust og öðrum tilfallandi ferðum. Sérstaklega er safnað sniðum í Grímsvötnum í vorferð Jökларанnsóknfélagsins í júní ár hvert. Heldur minna var mælt nú en fyrirhugað var vegna einstaklega vondra aðstæðna til aksturs um jökulinn, ekki síst á Grímsvatnasvæðinu. Nægjanlegum gögnum til að uppfæra eldri var þó safnað af miklu harðfylgi. Kort af yfirborði eru endurnýjuð árlega (eða bæði vor og haust) eftir þessum mælingum. Mælisnið sem aflað var á árinu 2010 eru sýnd á mynd 13.

Vinnslu allra hæðarsniða er lokið (Finnur Pálsson vann það verk auk gagnaöflunar) en hæðarkort af yfirborði Grímsvatnasvæðisins sumarið 2010 er í vinnslu (unnið af Magnúsi T. Guðmundssyni og Þórdísi Högnadóttur).



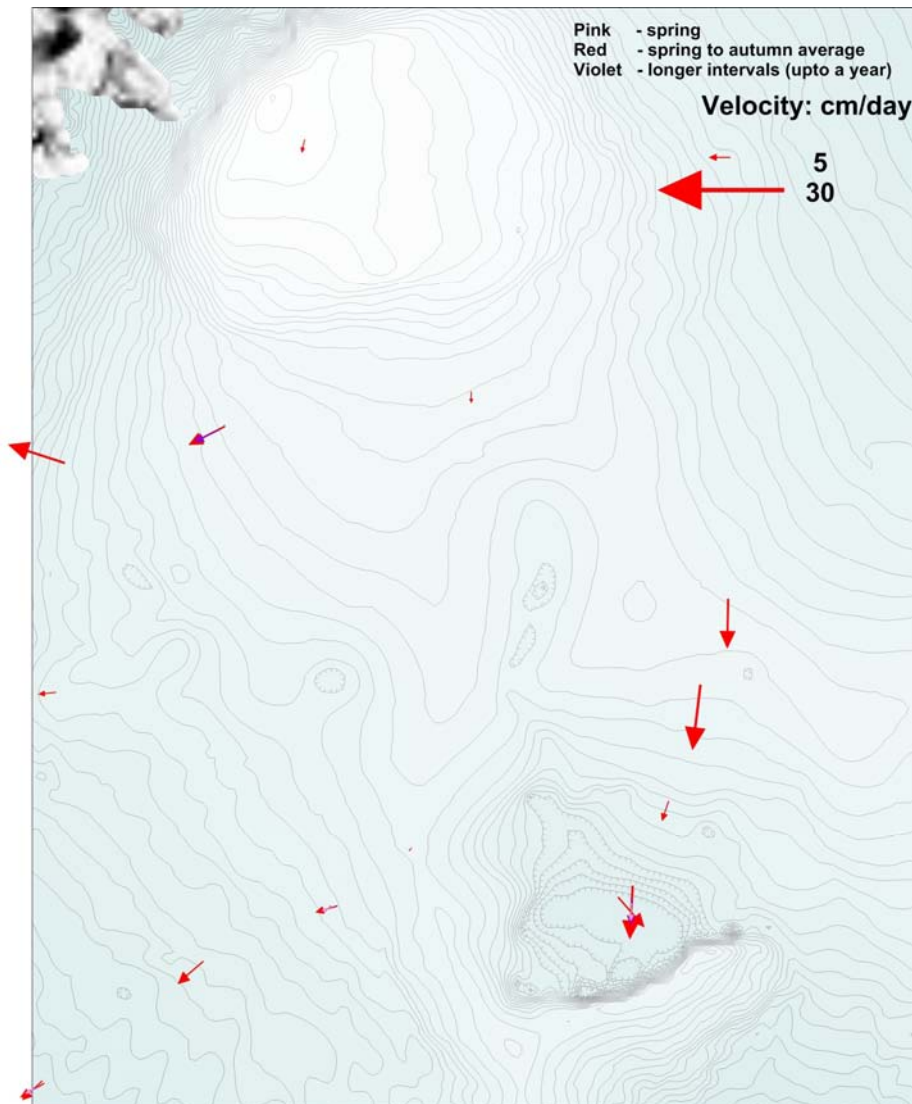
Mynd 13. Hæðarsnið mæld með GPS landmælinga-tækjum árið 2010. (grænt: mars; rautt: maí; blátt: júní; fjólublátt: október).

## Ísskrið til Grímsvatna.

Höfundar hafa ásamt öðrum metið varmafl Grímsvatna seinni hluta 20. aldar. Þetta var gert útfrá vatnssöfnun í Grímsvötnum sem var tiltöluglega 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 1998 hefur einungis hluti bræðsluvatns safnast fyrir, stærri hluti þess hefur runnið burt jafnóðum og í mjög smáum hlaupum. Til að meta varmaflið nú þarf að meta afkomu á ísaviði Grímsvatna, auk ísflæðis til Grímsvatna og kanna hvort massabreytingar verða á íshellunni.

Vorið 2007 var ísþykkt mæld á sniði norðan vatnanna í sem næst 1500 m hæð. Einnig var mælt ísskrið á 7 stöðum á þessari línu, og 17 öðrum stöðum í og norðan við Grímsvötn. Saman nýtast þessi gögn til að meta ísflæði til Grímsvatna.

Hraðamælingarnar voru endurteknar sumarið 2008 og 2009. Ætlunin var að gera þetta aftur á öllum fyrri mælistöðum sumarið 2010, en mælistöðum var fækkað vegna erfiðleika við að fara um eins og áður hefur verið nefnt. Látið var duga að mæla hraða í afkomumælistöðvum sem liggja á flæðilínu til Grímsvatna úr NNA. Hraðavigrar sumarið 2010 eru sýndir á 14. mynd og í töflu 3 í viðauka. Hnit mælipunkta eru í töflu 4 í viðauka.



Mynd 14. Meðalyfirborðsskriðhraði í í Grímsvötnum og nágrenni.

**Tafla I. Afkoma ísasviða Grímsvatna og Gjálpar jökulárið 2009-10.**

$\Delta S$  : 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,  $\Delta B_w$  : winter balance at a given elevation range,  $\Sigma\Delta B_w$ : cumulative winter balance above given elevation,  $\Delta B_s$  summer balance at a given elevation range,  $\Sigma\Delta B_s$ : cumulative summer balance above given elevation,  $\Delta B_n$ : net annual balance in a given elevation range,  $\Sigma B_n$ : cumulative net annual balance above given elevation.

**Grímsvötn**

Elevation (m a.s.l.)	$\Delta S$ (km <sup>2</sup> )	$\dot{\Delta}S$ (km <sup>2</sup> )	$b_w$ (mm)	$b_s$ (mm)	$b_n$ (mm)	$\Delta B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1700 1750 1725	0,2	0,2	1974	-1863	111	1	1	0	0	0	0
1650 1700 1675	37,2	37,4	1850	-2103	-253	69	69	-78	-79	-9	-9
1600 1650 1625	32,4	69,8	1744	-2558	-813	57	126	-83	-162	-26	-36
1550 1600 1575	18,0	87,8	1646	-2653	-1007	30	156	-48	-210	-18	-54
1500 1550 1525	15,8	103,6	1594	-2965	-1370	25	181	-47	-256	-22	-76
1450 1500 1475	11,8	115,4	1574	-3327	-1753	19	199	-39	-296	-21	-96
1400 1450 1425	8,8	124,2	1524	-3494	-1970	14	213	-31	-327	-17	-114
1350 1400 1375	7,8	132,0	1479	-3505	-2026	12	224	-27	-354	-16	-130

**Gjálp**

Elevation (m a.s.l.)	$\Delta S$ (km <sup>2</sup> )	$\dot{\Delta}S$ (km <sup>2</sup> )	$b_w$ (mm)	$b_s$ (mm)	$b_n$ (mm)	$\Delta B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1900 1950 1925	2,2	2,2	2588	-1523	1065	6	6	-3	-3	2	2
1850 1900 1875	2,0	4,2	2493	-1775	717	5	11	-4	-7	1	4
1800 1850 1825	2,5	6,7	2393	-2032	361	6	17	-5	-12	1	5
1750 1800 1775	8,6	15,3	2290	-2307	-16	20	36	-20	-32	0	5
1700 1750 1725	19,0	34,3	2189	-2324	-135	42	78	-44	-76	-3	2
1650 1700 1675	31,9	66,2	2075	-2077	-2	66	144	-66	-142	0	2
1600 1650 1625	4,8	71,0	2041	-2098	-57	10	154	-10	-152	0	2
1550 1600 1575	0,0	71,0	2052	-2041	11	0	154	0	-152	0	2

**Tafla II: Afrennsli yfirborðsleisingar til Grímsvatna sumarið 2010.**

$\Delta S$ : area in a given elevation range where summer balance is negative (i.e. net melting in the area),  $\dot{\Delta}S$ : cumulative area above a given elevation,  $\Delta Q_s$ : melt water runoff from a given elevation range,  $\dot{\Delta}Q_s$  : cumulative melt water runoff from an area above given elevation.

**Grímsvötn water drainage basin**

Elevation (m a. s. l.)	$\Delta S$ km <sup>2</sup>	$\dot{\Delta}S$ km <sup>2</sup>	$\Delta Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\dot{\Delta}Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1850 1900	2,2	2,6	3	4
1800 1850	2,9	5,5	6	10
1750 1800	9,6	15	21	32
1700 1750	20,4	35,5	47	79
1650 1700	67,9	103,4	141	221
1600 1650	37,6	140,9	94	316
1550 1600	18,4	159,3	48	364
1500 1550	15,9	175,2	47	411
1450 1500	11,8	187	39	451
1400 1450	8,8	195,8	30	482
1350 1400	7,8	203,6	27	509

**Tafla III. : Mæld hit hraðamælistika.**

Hnit hraðmælistaka 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 c 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,  $h_1$  er hæð yfir ellipsóíðu,  $dL$  loftnetshæð,  $N$  metinn hæðarmunur ellipsóíðu og meðalsjárborðs,  $H$  hæð yfir meðalsjárarfleti ( $H = h_1 + N + dL$ ).  $X$  and  $Y$  eru í ÍSN93 “Lambert conformal conic” vörpun.  $M$  er gæðamerki.

Stöð	tími	Dags	Dag númer		Breidd	Lengd	$h_1$ (m a. e.)	$dL$ (m)	$N$ (m a. s. l.)	$H$						
			#	Ár						X	Y	M				
BORae	18,763	6	6	157	2010	64	24,91421	17	20,23055	1489,27	0,00	-67,70	1421,57	580143,37	435864,34	K
BORTHNb	8,600	14	3	73	2010	64	25,12456	17	19,14707	1494,79	0,00	-67,70	1427,09	581003,12	436278,04	FS
BORTHNb	11,317	10	5	130	2010	64	25,12247	17	19,14740	1495,24	0,00	-67,70	1427,54	581002,96	436274,16	K
BORTHNb	20,821	6	6	157	2010	64	25,12142	17	19,14537	1495,97	-3,20	-67,70	1425,07	581004,64	436272,24	K
BORTHNb	17,325	10	10	283	2010	64	25,11278	17	19,14708	1523,60	-5,90	-67,70	1450,00	581003,69	436256,17	K
G02g	23,513	8	6	159	2010	64	26,86164	17	17,68739	1629,62	0,00	-67,73	1561,89	582088,17	439535,77	K
G02g	16,092	10	10	283	2010	64	26,85853	17	17,68996	1624,51	0,00	-67,73	1556,79	582086,27	439529,94	K
G03h	22,349	8	6	159	2010	64	28,44181	17	16,35633	1722,84	0,00	-67,74	1655,10	583075,64	442499,62	K
G03h	15,788	10	10	283	2010	64	28,43166	17	16,35999	1718,52	0,00	-67,74	1650,79	583073,23	442480,67	K
G04o	14,138	8	6	159	2010	64	30,01925	17	15,02135	1753,38	0,00	-67,73	1685,65	584064,32	445458,79	K
G04o	10,184	10	10	283	2010	64	30,01144	17	15,02233	1749,54	0,00	-67,73	1681,81	584063,94	445444,26	K
Go1m	11,213	10	10	283	2010	64	33,99754	17	24,94753	1821,60	0,00	-67,84	1753,76	575932,22	452638,53	K
Go1n	13,492	9	5	129	2010	64	33,99819	17	24,95256	1827,86	0,00	-67,84	1760,01	575928,17	452639,62	K
Go1n	11,038	10	10	283	2010	64	33,99597	17	24,95266	1822,15	0,00	-67,84	1754,31	575928,19	452635,51	K
HAABj	15,863	9	6	160	2010	64	20,96739	17	24,11877	1796,35	0,00	-67,54	1728,81	577206,05	428452,91	K
HAABj	16,284	10	10	283	2010	64	20,96769	17	24,11901	1791,00	0,00	-67,54	1723,46	577205,84	428453,46	K
K04r	19,004	9	5	129	2010	64	33,20911	17	42,24380	1562,25	0,00	-67,73	1494,52	562147,35	450859,17	K
K04r	11,788	11	10	284	2010	64	33,21301	17	42,26953	1554,71	0,00	-67,73	1486,97	562126,64	450865,99	K
K05q	13,292	10	10	283	2010	64	33,45119	17	35,51609	1744,61	0,00	-67,82	1676,79	567513,66	451423,85	K
K05r	14,484	9	5	129	2010	64	33,46310	17	35,47225	1753,45	0,00	-67,82	1685,64	567548,20	451446,75	K
K05r	13,809	10	10	283	2010	64	33,45965	17	35,48902	1745,38	0,00	-67,82	1677,56	567534,95	451440,03	K
K06q	18,492	8	6	159	2010	64	38,36326	17	31,38887	2033,59	0,00	-67,88	1965,65	570598,07	460623,22	K
K06q	11,800	10	10	283	2010	64	38,36131	17	31,39003	2036,00	-2,48	-67,88	1968,13	570597,24	460619,57	K
T07nk	12,650	14	3	73	2010	64	25,30623	17	31,16531	1635,55	0,50	-67,70	1565,35	571344,28	436374,12	FS
T07nk	17,050	4	5	124	2010	64	25,30550	17	31,16758	1635,99	-2,10	-67,70	1566,19	571342,49	436372,73	K
T07nk	12,071	9	10	282	2010	64	25,30429	17	31,17761	1629,46	-4,65	-67,70	1557,11	571334,49	436370,28	K
T08nm	18,042	4	5	124	2010	64	26,30260	17	27,79821	1706,98	0,00	-67,75	1639,23	574002,93	438289,36	K
T08nm	11,017	9	10	282	2010	64	26,30196	17	27,79944	1701,71	0,00	-67,75	1633,96	574001,97	438288,16	K

Tafla IV. Mældur skriðhraði í Grímsvötnum og nágrenni þeirra 2010.

Stöð	Dag dags	Dag númer #	Dag dags	Dag númer #	daga fjöldi	Færsla		Hraði	
						(m)	(°)	(cm/dag)	(m/ári)
BORTHNb	20091016	289	20100314	73	149	12,5	183	8,39	30,63
BORTHNb	20100314	73	20100510	130	57	3,88	184	6,81	24,84
BORTHNb	20100510	130	20100606	157	27	2,54	140	9,4	34,3
BORTHNb	20100606	157	20101010	283	126	16,06	185	12,75	46,52
G02g	20100608	159	20101010	283	124	6,12	200	4,93	18,01
G03h	20100608	159	20101010	283	124	19,03	189	15,34	56
G04o	20100608	159	20101010	283	124	14,49	183	11,68	42,64
Go1m	20090718	199	20101010	283	449	4,81	155	1,07	3,91
Go1n	20100509	129	20101010	283	154	4,11	181	2,67	9,75
HAABj	20100609	160	20101010	283	123	0,59	341	0,48	1,75
K04r	20100509	129	20101011	284	155	21,79	289	14,06	51,31
K05q	20091016	289	20101010	283	359	31,92	245	8,89	32,46
K05r	20100509	129	20101010	283	154	14,84	245	9,64	35,18
K06q	20100608	159	20101010	283	124	3,73	194	3,01	10,97
T06nm	20100504	124	20101009	282	158	12,59	231	7,97	29,09
T07nk	20091016	289	20100314	73	149	7,59	235	5,1	18,6
T07nk	20100314	73	20100504	124	51	2,27	233	4,45	16,24
T07nk	20100504	124	20101009	282	158	8,36	254	5,29	19,31
T07nk	20101009	282	20110111	11	94	4,3	235	4,58	16,71
T08nm	20100504	124	20101009	282	158	1,54	220	0,98	3,56

**Kostnaður á árinu 2010:**

Styrkur til þessa verkefnis af tilraunafé Vegagerðar var 1000 þkr.

Rekstrarkostnaður mælistöðvar (viðgerð skráningatækis, verkstæðisvinna, varahlutir í veðurstöð, rafgeymar, plaststíkur og endurnýjað GPS tæki) var 180 þkr., kostnaður vegna mælileiðangra (5 ferðir, allar einnig tengdar öðrum verkum til að halda kostnaði í lágmarki ) reyndist 602 þkr., laun starfsmanns við frumúrvinnslu og túlkun gagna (6 vikur) 711 þkr., og umsjónargjald til yfirstjórnar Raunvísindastofnunar 12.5% eða 125 þkr. Samtals eru þetta 1617 þkr.

Janúar 2011.

Finnur Pálsson og Helgi Björnsson