

Greinargerð vegna styrks af tilraunafé árið 2016: Samvinnu um rannsóknir á Grímsvatnahlaupum.

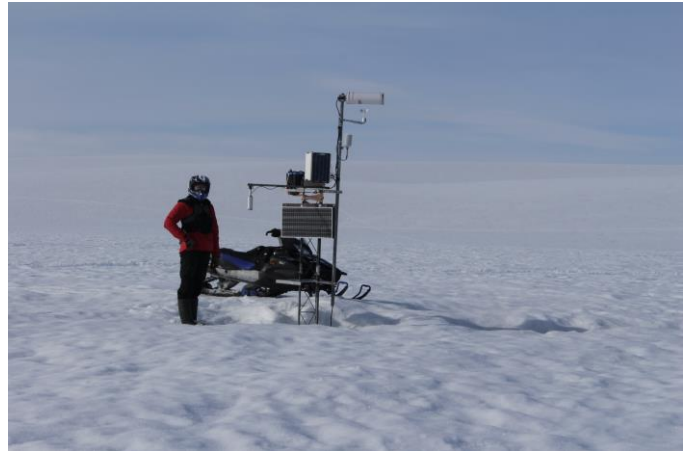
Jöklahópur Jarðvísindastofnunar Háskólans (umsjón: Finnur Pálsson, fp@hi.is)
Sturlugata 7, 101 Reykjavík

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

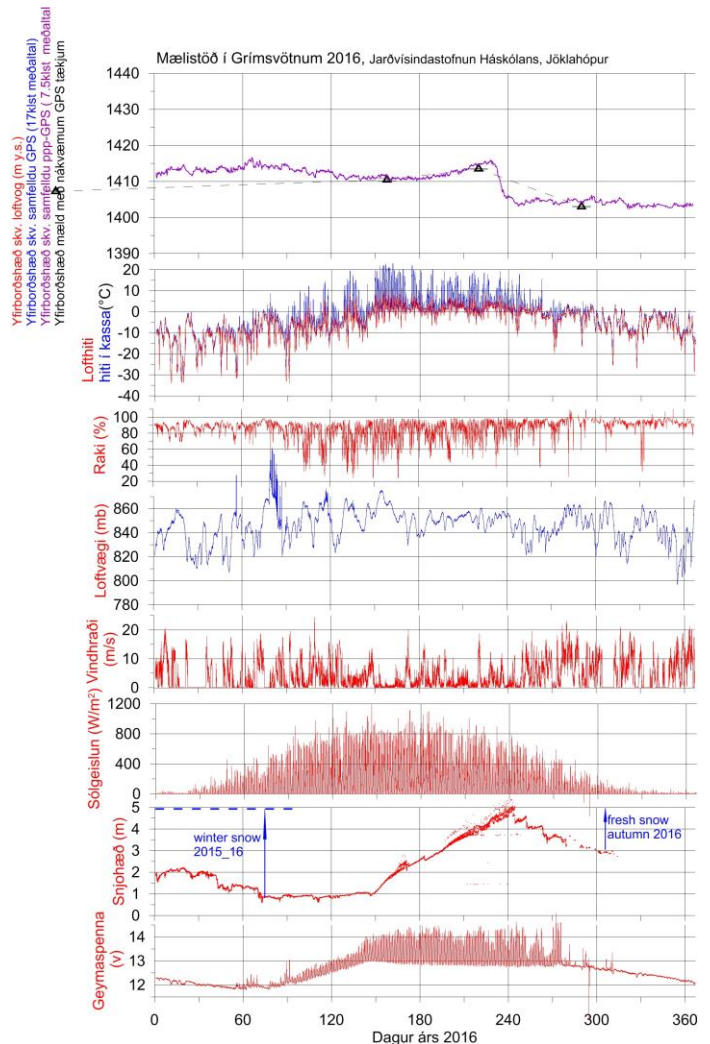
Um er að ræða yfirlit yfir könnun á aðstæðum í Grímsvötnum: vatnshæð, legu vatnsrásar, mat á þykkt íshellu, flatarmáli og rúmmáli Grímsvatna, hæð og styrk ísstíflu, mat á líklegu hámarksrennsli í hlaupum, mælingum á rennsli úr Grímsvötnum, mati á núverandi stöðu í Grímsvötnum og áframhaldandi vöktun ísstíflu. Einnig afkomu ísaviðs Grímsvatna, löggun þess, ísskrið, og afrennsli leysingavatns til þeirra. Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirra stofnana eða fyrirtækja sem höfundar starfa hjá.

Mælistöð í Grímsvötnum.

Eins og mörg undanfarin ár voru rekin mælitæki í Grímsvötnum til að fylgjast með vatnshæð þar árið 2016. Árið 2015 var stöðin endurbyggð, ekki varð lengur búið við endurteknar bilanir síðustu ára. 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 mæld er með hljóðþylgjumæli 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 útfrá mælinum á loftvægi og hitastigi, en nákvæmni þeirra mælinga er lakari. Nýji búnaðurinn hefur skráð hnökralaust síðan, nema að snjóhæðarmælir hætti að mæla í októberlok, og ekki hefur þótt svara kostnaði að gera sérstaka ferð til að laga hann. Fjarskiptasamband hefur verið í lagi nær allan tímann líka, nema þegar ísing á suðurvegg Gamla skála á



1. mynd. Mælistöð í Grímsvötnum í júní 2016. (ljósm. Finnur Pálsson).



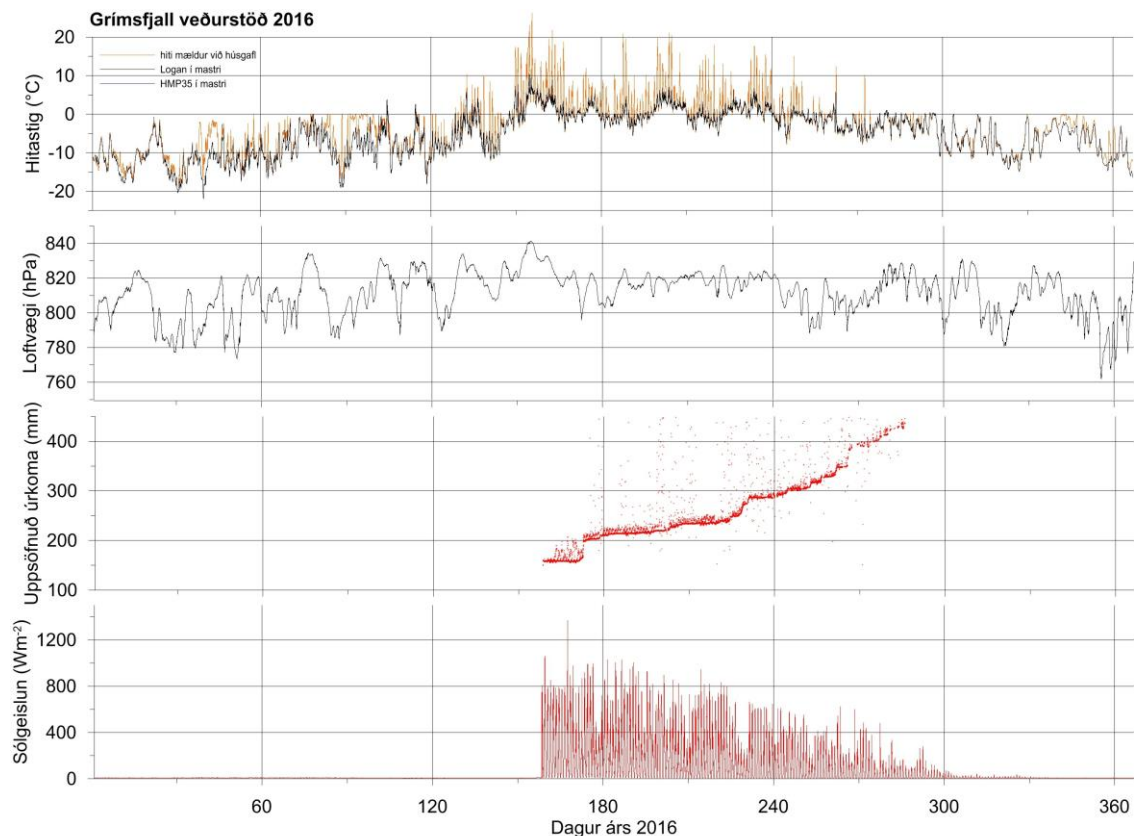
2. mynd. Yfirlit mælinga í sjálfvirkri mælistöð í Grímsvötnum á árinu 2016.

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 íshelli, veðurþáttum og snjóþykkt eru sýnd á 2. Mynd. 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. Mælingar á snjóhæðarmæli sína að 2016 bætti nær ekkert í snjó í Grímsvötnum frá miðjum mars til vors. Hita og snjóhæðar mælingarnar sýna að sumarið í Grímsvötnum byrjaði ekki fyrr en í þriðju viku júní, veruleg snjósöfnun (vetur) byrjar í ágústlok. Lægst mældist hitinn í Grímsvötnum, á árinu 2016, -34°C 11. janúar og 3. febrúar, en þá var hiti á Grímsfjalli -18 °C í bæði skiptin. Lægsti mældur hiti á Grímsfjalli, 2016, var -22°C þann 9. febrúar.

Auk þess sem fjarskipti við mælitækin í Grímsvötnum fara um búnað á Grímsfjalli er einnig rekin þar veðurstöð sem safnar gögnum um hitastig, loftvægi, sólgeislun og sumarúrkomu (3. mynd). Gögn um hitastig og loftvægi nýtast til reikninga á vatnshæð Grímsvatna eftir stiglum hita og loftþrýstings með hæð, ef gögnin frá GPS tækjum í Grímsvötnum bregðast. Nákvæmasta mæling lofthitastigs er sýnd með svörtum ferli. Sá hitaskynjarari, 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 upphitar frá sólu þegar sól fer að hækka á lofti, en á vetrum eru gæði þeirrar mælingar ágæt. Hitamæling á Grímsfjalli sýnir vel hve haustið og veturinn voru hlý þetta árið, hiti fer ekki undir -10°C fyrr en í síðustu viku október og ekki viðvarandi undir það fyrr en í árslok, og fer líka hvað eftir annað að 0°.

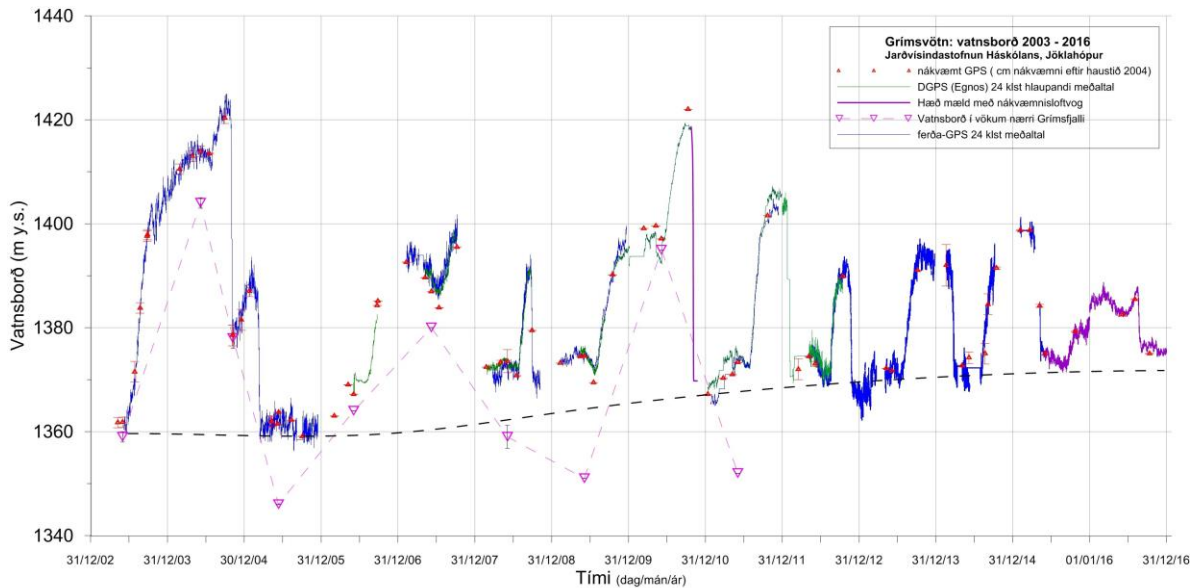
Veðurgögnin nýtast meðal annars til mats á orkubúskap við yfirborð og við gerð afkomulíkana af Grímsvatnasvæðinu.



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

I. 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 ársloka 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 lágrí 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 rennislíleiðir 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 að berast til botns í verulegum mæli, loki fyrir rennislíleiðir sem sírennsli er um að vetri og fram á sumar.

Í ársbyrjun 2016 var vatnshæð um 1382 m (0.23 km^3) í Grímsvötnum, sem hafði safnast fyrir frá hlaupinu í maí 2015, en var vatnsborð í lágmarki frá miðjun júní til miðs september 2015 en hækkaði um 7 m til áramóta 2015/16. Uppúr miðjum febrúar enn hækkað um nær 3m, lækkar um 4 m þar til í júníbyrjun, en nær svo upp í 1386 m (0.23 km^3) um miðjan ágúst. Þetta vatn rann að mestu burt í litlu jökulhlaupi sem hófst 15. ágúst og að því loknu var vatnshæðin nærri 1372 m til áramóta (sjá nánar í jökulhlaupaánnál Grímsvatna hér á eftir).

II. Jökulhlaupaannáll Grímsvatna (Skeiðarárhlaup) 2004 - 2016.

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 hærra 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 hærra 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 júlilokum, 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.

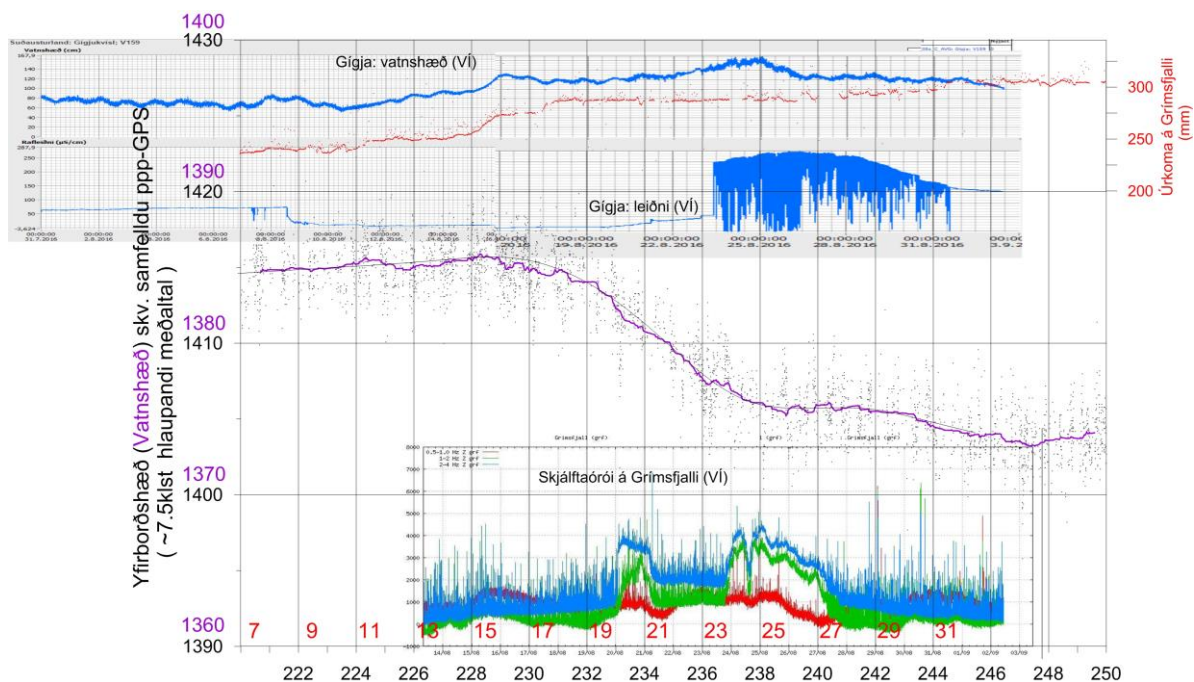
Í vetrarbyrjun 2011 var vatnshæð nálægt 1400 í m Grímsvötnum og vatnsmagn um 0.4 km³. Lítillega (5m) hækkaði í vötnunum til miðs desember. Eftir það náðist ekki samband við mælistöðina í Grímsvötnum, GSM sambandið hafði versnað svo að ekkert samband var við símamótald á Grímsfjalli (sambandið fjaraði 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. Ördugt 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. Þann 8. maí bentu óróarit VÍ til að kominn væru einkenni vatnsóróa á skjálftamælum á Grímsfjalli og Vetti. Þó mælitæki í Grímsvötnum væri bilaður, vildi svo til að afkomumælileiðangur JH-LV var á Tungnaárjökli, með GPS-mælistöð sem ætlað var að fara með í Grímsvötn. 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.

Eins og sagt var í kaflanum hér á undan voru rúmlega 0.2 km³ í Grímsvötnum í ársbyrjun 2016. Vatnsborðið flókt nokkuð fram á vorið, en reis hægt eftir um miðjan júlí í 1386 m (0.23 km³) um miðjan ágúst. Þetta vatn rann að mestu burt í litlu jökulhlaupi sem hófst 15. ágúst (4.mynd). Á fjórðu mynd sést vel hvernig órói á skjálftamæli VÍ sýnir aðdraganda hlaupsins með línulegum vexti óróa á 2-4Hz tíðnibandinu, og einnig sterkur órói á báðum hærri tíðniböndunum í hlauplok, líklega suða í jarðhitakerfi. Þessi óróahæðum hefur sést í öllum Grímsvatnahlaupum frá a.m.k. 2004. Þetta hlaup hófst við mjög lága vatnsstöðu og sigið (10m), og rúmmálið (0,09km³) líka það minnsta síðan 2001. Þó hlé yrði á siginu þann 25. ágúst eftir 10 daga samfellda lökkun, tók það sig aftur upp og seig um 2-3 m til viðbótar frá 27. ágúst til 1. september og að því loknu var vatnshæðin nærri 1373 m til áramóta. Rétt er að vekja athygli á að þetta hlaup kemur í kjölfar rigningar sem mælist um 25 mm á einum sólarhring, hugsanlegt að skyndileg aukning innflæðis vatns til Grímsvatna vegna þess hafi komið hlaupinu af stað.

Hér að neðan er tafla með helstu kennistærðum Grímsvatnahlaupa frá 1998. Hafa þarf í huga að tölur um rúmmál og flatarmál eru metnar eftir stafrænum kortum af neðra borði íshellunnar og botni vatnanna frá árinu 2000. Síðan þá hefur íshellan þykknað (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 vatnsmálmál. Þrátt fyrir þetta er óvissa í rúmmálmálum metin ekki meiri en 0.05 km³.



5. mynd. Yfirlit breytinga í litlu jökulhlaupi frá Grímsvötnum í ágúst 2016. Ásamt sigi íshellu Grímsvatna og vatnshæðarbreytingu, er líka sýnd úrkoma á Grímsfjalli ásamt mælingum Veðurstofu Íslands á rennsli og leiðni Gíggjukvíslar sem nú veitir vatni úr Grímsvatnahlaupum til sjávar, en einnig (neðst) jarðskjálftaórói sem mældist á jarðskjálftamæli Veðurstofu Íslands á Grímsfjalli.

	dnu-max	dnu-min	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	1385	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	21	10,8	6,5	0,33	0,14	0,19	
2015,36	126	138	maí	maí	1398	1374	24	11,8	7,3	0,40	0,16	0,24	
2016,62	228	239	águ	águ	1386	1376	10	9,7	7,8	0,27	0,18	0,09	

Tafla 1. Helstu 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)

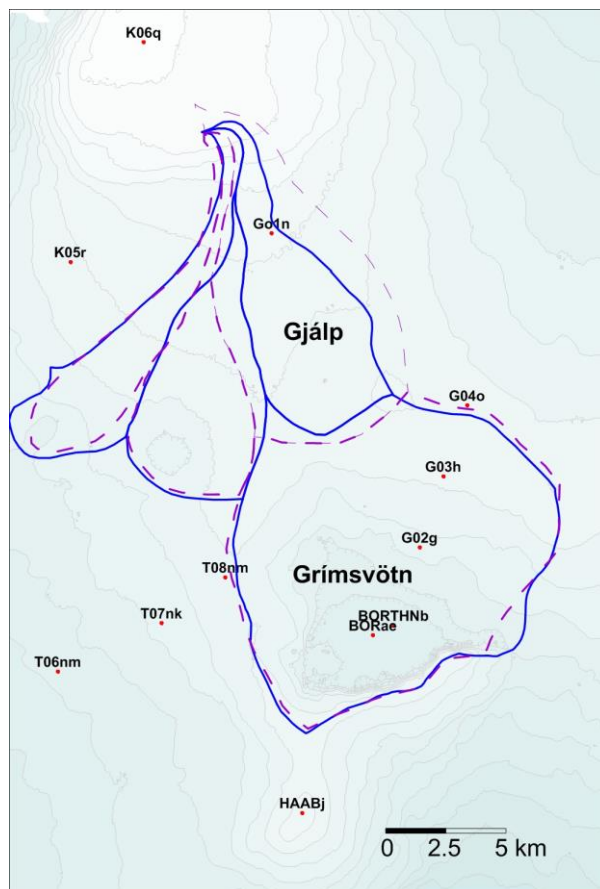
III. Afkoma Grímsvatna.

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 Gjalp. 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 Jökларannsóknafélagsins.

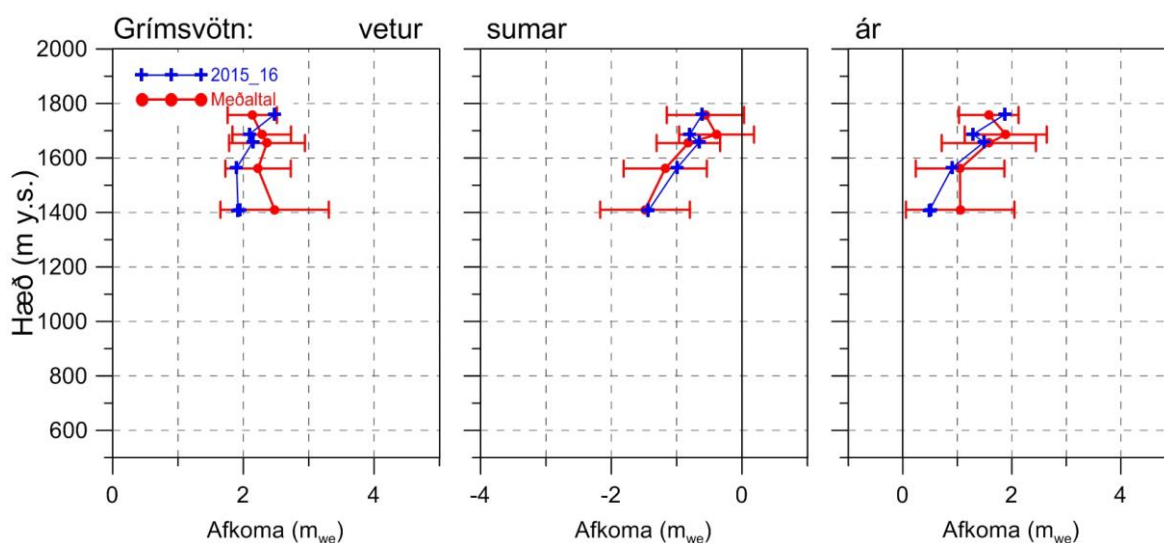
Lega mælipunktanna er sýnd á 6. mynd. Þar er líka sýnt mat ísasvæðis Skaftárkatla, Gjalpar og Grímsvatna, unnið eftir yfirborðskorti í júní 2010 (grunnurinn er hæðarlíkan sem Jöklahópur Jarðvísindastofnunar fékk frá SPOT-image fyrirtækinu unnið eftir gervitunglamyndum). Ísskrið vegna framhlaups Dyngjujökuls 1998-2000 og ísskrið inn í Gjalp frá 1996 hafa breytt lögun yfirborðsins talsvert, ísaskil hafa fluttst til. Flatarmál ísasviðs Grímsvatna (ásamt Gjalparlægðarinnar) 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.

Á 7. mynd er sýnd vetrar-, sumar- og ársafkoma á mælisniðinu í Grímsvötnum.



6. 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.

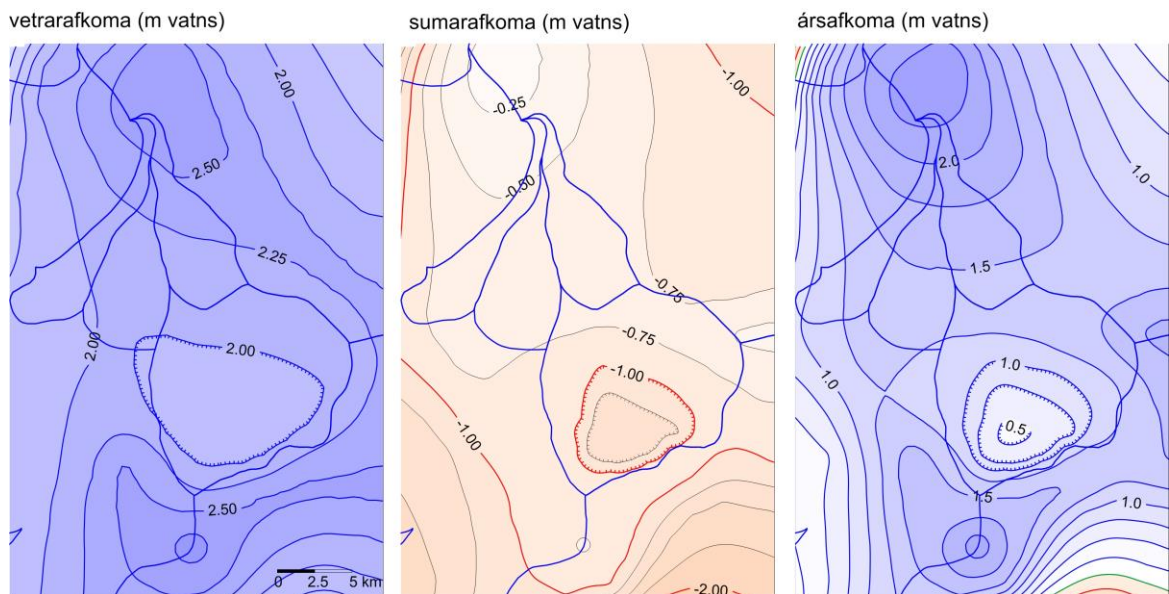


7. mynd. Afkoma 2015-16 á mælisniði á íssvæði Grímsvatna og Gjalpar (blá), og meðalafkoma þar 1991-92 til 2014-15. Þverstrikin sýna staðalfrávik mæliraðar í mælipunktum.

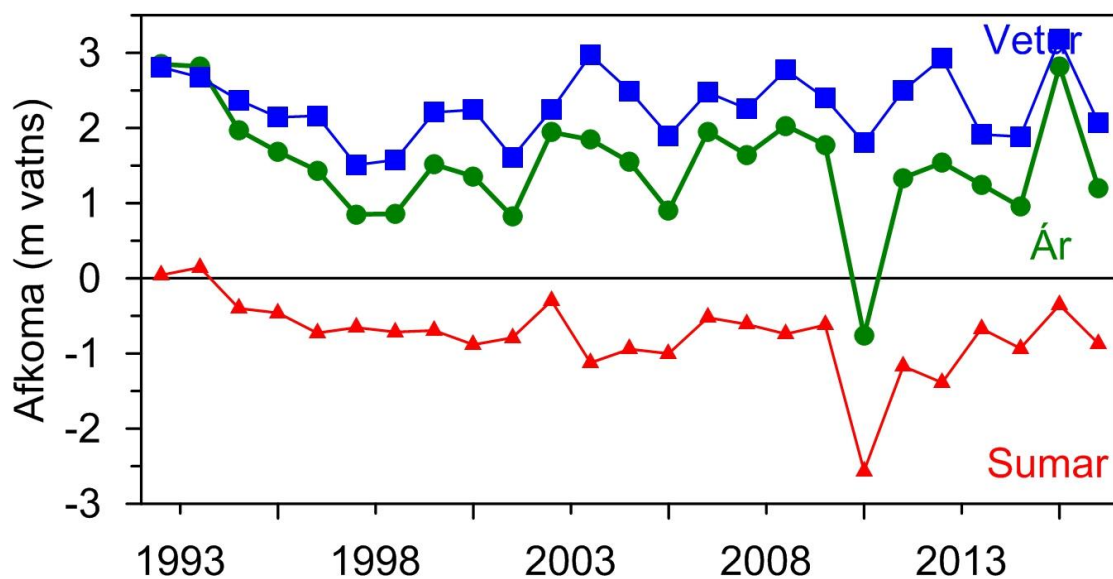
Þar sést að vetrarafkoma var með minnsta móti, tæpu einu staðalfráviku undir meðaltali mælitímans (frá 1991_92) í Grímsvötnum en nær meðallagi þegar ofan dregur í flestum mælipunktum. Snjóhæðarmælir í Grímsvötnum sýndi að nær engin snjór safnaðist þar frá miðjum mars, fyrr en vetrarði á ný í ágústlok. Sumarafkoma var nærri meðallagi í öllum mælipunktum. Ársafkoman var nærri meðaltali í mælipunktunum, nema í Grímsvötnum þar sem lítil vetrarsnjór veldur rýrnun um 0.5 m vatns umfram meðallag.

Stafræn kort hafa verið unnin af afkomu Grímsvatna eftir mælingunum (8. Mynd). Meðalafkoma ísasviðs Grímsvatna (auk Gjalpar) er reiknuð með því að tegra afkomukortin yfir ísasviðið og deila með flatarmáli þess. Meðalafkoma Grímsvatna og Gjalparsvæðisins frá upphafi afkomumælinga er sýnd á 9. mynd.

Vetrarsnjór ísasviðs Grímsvatna og Gjalpar var um 90% þess sem fellur í meðalári, en sumarafkoma (rýrnun) um 10% umfram rýrnun meðalárs. Niðurstaðan varð sú að ársafkoma Grímsvatnsvæðisins varð jákvæð eins vanalega er, en aðein 80% meðalafkomu mælitímans.



8. mynd. Kort afkomu Grímsvatnsvæðisins jökulárið 2015-16 unnin eftir mælipunktum. Vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis. Ísaskil sýnd með þykkum bláum línunum.



9. mynd. Meðalafkoma Grímsvatnasvæðisins (Grímsvötn og Gjalp) jökulárin 1991-92 til 2015-16, vetrar- sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis.

(Í töflu II. Í viðauka eru afkomutölur sem fall af hæð yfirborðs).

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 10. 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 (11. 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 snjó sem fellur og leysir 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 hálandinu og söndunum í þurkkatíð og/eða óvenju hlýju og björtu sumri (1997, 1999, 2003, 2005, 2010). Sumarið 2016 mældist afrennsli leysingavatns (metið út frá sumarafkomu, án tilrauna til leiðréttinga vegna snjókomu og rigninga) 150 10⁶ m³.

Dreifing afrennslis yfirborðsleypingavatns til Grímsvatna á mismunandi hæðarbil sumarið 2016 er í töflu III. í viðauka.

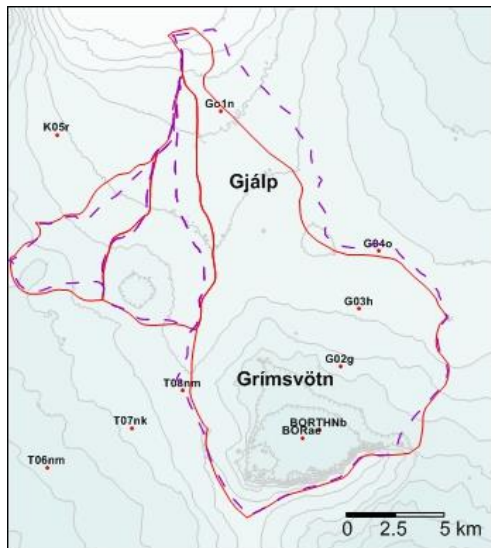
Helstu kennistærðir afkomu Grímsvatna jökulárið 2015-16 eru:

$$B_w = 0,36 \text{ km}^3_{we}; b_w = 2,28 \text{ m}_{we}$$

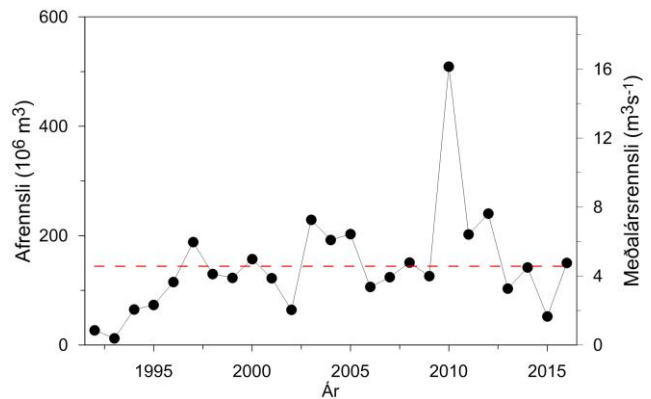
$$B_s = -0,15 \text{ km}^3_{we}; b_s = -0,76 \text{ m}_{we}$$

$$B_n = 0,21 \text{ km}^3_{we}; b_n = 1,52 \text{ m}_{we}$$

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



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

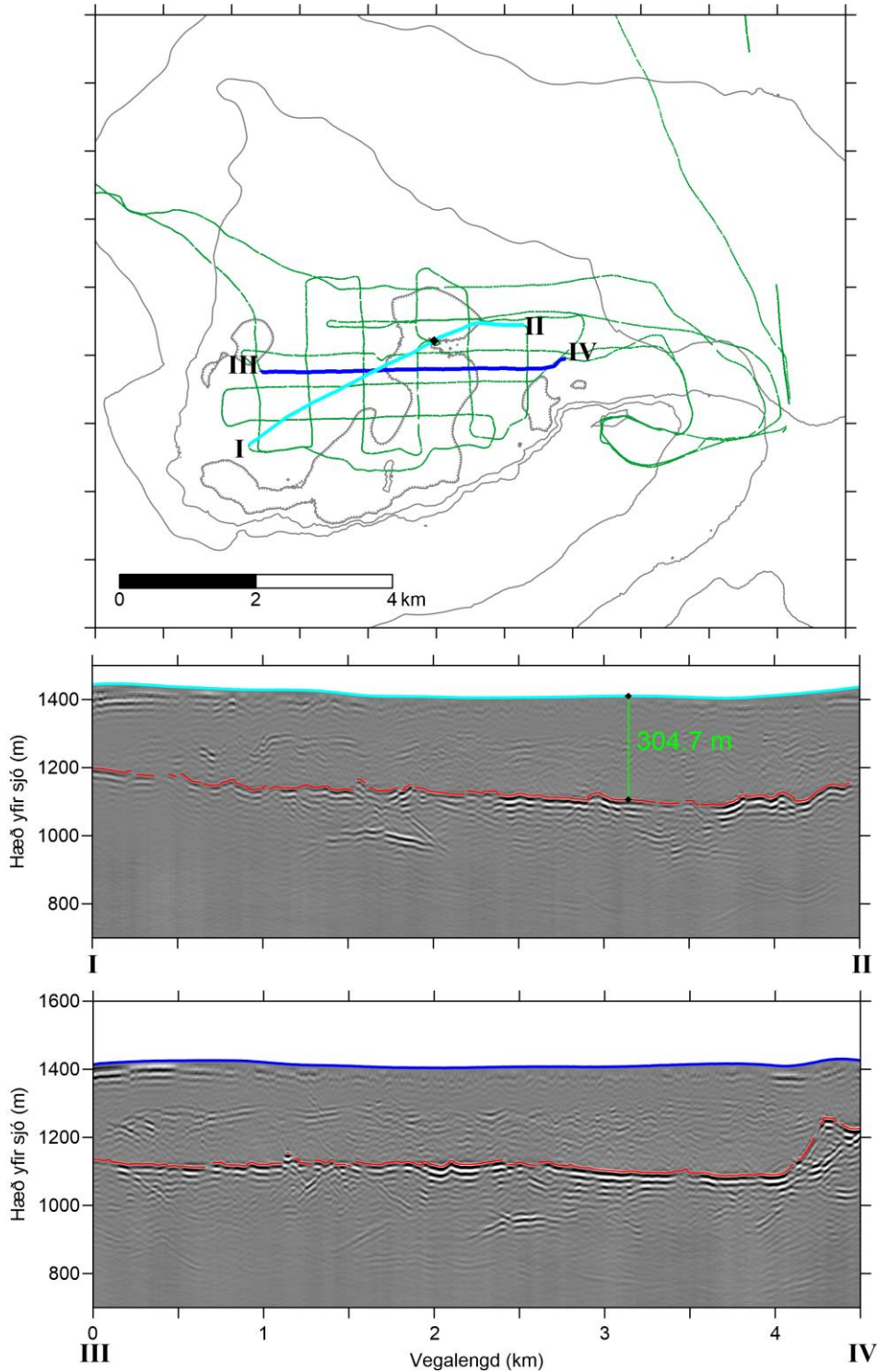


11. mynd. Afrennsli yfirborðsleypingavatns til Grímsvatna sumarið 2016 metið út frá afkomumælingum (meðaltal árána 1992 til 2015 er sýnt með brotinni línu).

IV. Þykkt íshellu Grímsvatna.

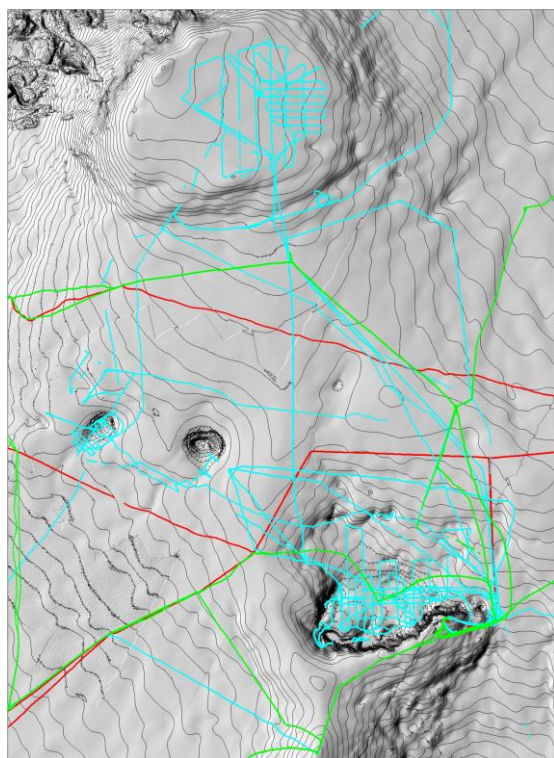
Vitað er að íshella Grímsvatna hefur þyknað með tímanum, í grein () er þessari þróun líst. Eftir eldgosin 1996 í Gjálp og hlaupinu í kjölfarið og eldgosin í Grímsvötnum 1998, 2004, og 2011 er íshellan langtímum saman í mjög lágri stöðu, situr víða á botninum. Ískrið úr norðri heldur samt áfram og rúmtak íss sem inn flæðir veldur þykknun, sérstaklega þar sem vötnin eru dýpst. Til að fylgjast með þróun ísþykktar hefur íshella verið mæld endurtekið árin 2007, 2009, 2013 og 2016 á endurteknum mælisniðum með íssjá. Enn er ekki lokið að fullu úrvinnsla

Þessara gagna, en sagan er varðveitt í mæligögnunum. Úrvinnsla og gerð korts af ísþykktinni þessi ár mun skila betra mati á samhengi vatnshæðar og rúmmáli Grímsvatnalægðarinnar. Á 12. Mynd eru sýnd dæmi um fullunnin mælisnið sem mæld voru í júní 2016. Ljósbláa línan liggur rétt við mælistöðina í Grímsvötnum og ísþykkt þar mældist ~305 m, en var 290 m þegar borað var í gegnum helluna 1999. Þarna hefur íshellan þá þyknað um nálægt 1m á ári.

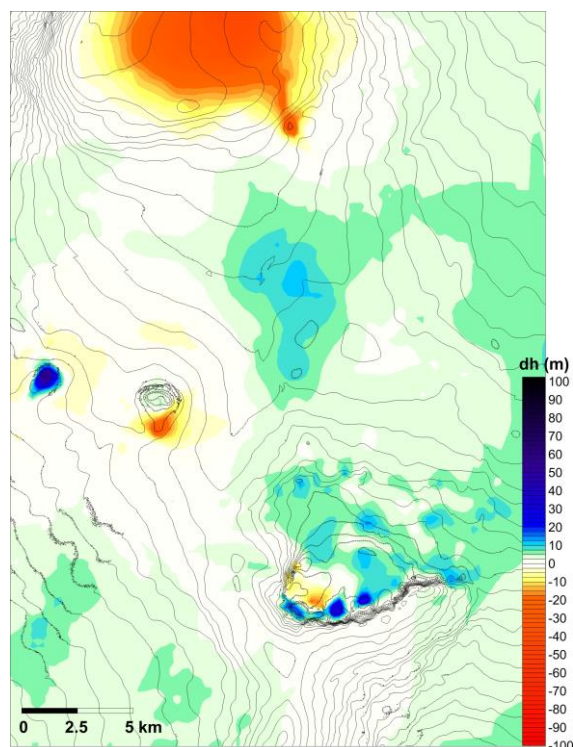


12. mynd. Íssjarmælinglínur í Grímsvötnum 2016. Efsti myndramminn sýnir legu mælisniðanna. Snið sem merkt eru með ljósbláum (snið I-II) og bláum (III-IV) eru sýnd í neðrirömmunum. Rauðu línurnar markar legu neðra borð íshellunnar, sem víðast er einnig botn vatnanna því vatnshæðin var lág þegar mælingin var gerð. Á sniði I-II er merkt með grænni línu þar sem ekið er framhjá tækjamastrinu, þar er ísþykktin nú ~305 m en mældist 290 m 1999 þegar borað var í gegnum íshelluna þarna með heitu vatni til að koma skynjara niður á botninn.

VI. Breytingar á stærð Grímsvatna, íspykkt, ísskrið og yfirborðshæð Grímsvatnasvæðisins.



13. mynd. Lega hæðarsniða sem mæld voru með GPS landmælinga tækjum árið 2016. Í bakgrunni er yfirborðskort kort unnið eftir LiDAR mælingum úr flugvél árin 2010, 2011, stærsta svæðið 2012. (rautt: maí; ljósblátt: júní; grænt: október).



14. mynd. Meðalyfirborðshæðarbreyting Grímsvötnum og nágrenni frá 2010-12 (sjá 11. mynd) til vors 2016 (metið yfirborð 2016 í bakgrunni).

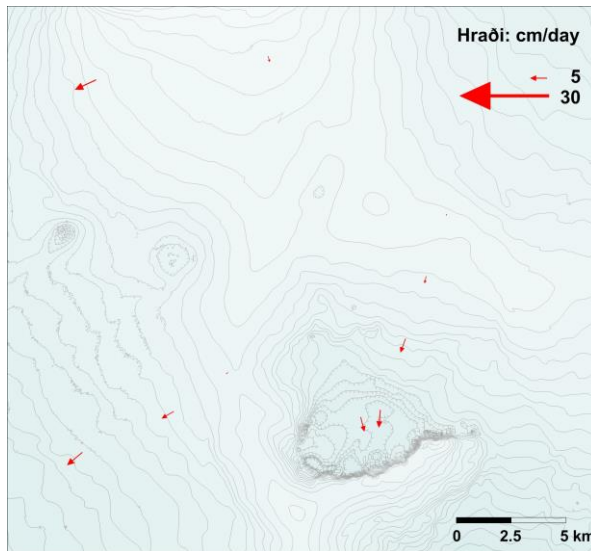
Árlega er unnið að mælingu hæðarsniða á Grímsvatnasvæðinu í vorferð Jökklarannsóknafélags Íslands með kinematískum GPS tækjum (nákvæmni er nokkrir cm) í samvinnu við Magnús T. Guðmundsson og Þórdísi Högnadóttur. Einnig er hæðargagna aflað í afkomumælingaferðum Jarðvísindastofnunar og Landsvirkjunar vor og haust og öðrum tilfallandi ferðum.

Kort af yfirborði eru endurnýjuð árlega (jafnvel bæði vor og haust) eftir þessum sniðmælingum. Lega mælisniða sem aflað var á árinu 2016 eru sýnd á 13. mynd. Vinnslu allra hæðarsniða er lokið en hæðarkort af yfirborði Grímsvatnasvæðisins sumarið 2016 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 14. 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. Íspykkt var mæld með íssjá árin 2007, 2009, 2013 og 2106 voru mæld mörg snið sem spanna öll Grímsvötn eins og áður er nefnt. Tilgangur þessara mælinga er að meta þykktarbreytingar íshellunnar og þannig viðbrögðum hennar við breyttu ísasviði Grímsvatna, breytingum í jarðhita og breyttri vatnssöfnun.



Mynd 15. Meðalyfirborðsskriðhraði í Grímsvötnum og nágrenni sumarið 2016.

Yfirborðshraðamælingarnar hafa verið gerðar hvert ár síðan 1992 á mismörgum stöðum á ísasviði Grímsvatna. Hraðavigrar í skriðmælistikum 2016 eru sýndir á 15. mynd.

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

Hraðamælingarnar nýtast við mat ísflæðis til Grímsvatna.

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

Kostnaður á árinu 2016:

Styrkur til þessa verkefnis af tilraunafé Vegagerðar var 1700 þkr.

Rekstrarkostnaður mælistöðvar (viðgerð skráningartækja, verkstæðisvinna, varahlutir í veðurstöð, rafgeymar, plaststíkur) var 550 þkr., kostnaður vegna mælileiðangra (4 ferðir, allar tengdar öðrum verkum til að halda kostnaði í lágmarki) reyndist 650 þkr., laun starfsmanns við frumúrvinnslu og túlkun gagna (1.5 mannmán) 1190 þkr., og umsjónargjald til yfirstjórnar Raunvísindastofnunar 2.5% eða 42.5 þkr. Samtals eru þetta 2432.5 þkr.

3. apríl 2016. f.h. Jöklahóps Jarðvísindastofnunar;
Finnur Pálsson verkefnastjóri í jökklarannsóknum

Tafla I: Mæld afkoma í mælistöðvum 2015_16.

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)		
K05-16	64	33,447	17	35,435	1682,0	20160506	20161015	1,856	-0,680	1,176	0,284
K06-16	64	38,352	17	31,366	1949,4	20160605	20161016	2,238	-0,144	2,094	0,385
Haab-16	64	20,974	17	24,116	1730,9	20160608	20161016	2,870	-0,710	2,160	0,875
T06-16	64	24,268	17	36,521	1468,2	20160504	20161016	1,889	-1,433	0,456	0,354
T07-16	64	25,290	17	31,185	1564,8	20160505	20161016	2,170	-0,754	1,416	0,455
T08-16	64	26,284	17	27,755	1638,1	20160505	20161016	1,995	-0,867	1,128	0,490
Borth-16	64	25,072	17	19,161	1410,0	20160508	20161016	1,950	-1,440	0,510	0,385
Bor-16	64	24,944	17	20,143	1406,0	20160606	20161016	1,920	-1,434	0,486	0,315
G02-16	64	26,849	17	17,718	1563,7	20160608	20161015	1,897	-0,991	0,906	0,315
G03-16	64	28,451	17	16,345	1658,0	20160608	20161015	2,144	-0,656	1,488	0,315
G04-16	64	30,027	17	15,048	1687,0	20160608	20161015	2,089	-0,799	1,290	0,343
Go1-16	64	33,973	17	24,939	1760,0	20160605	20161015	2,479	-0,607	1,872	

Tafla II. Afkoma ísasviða Grímsvatna og Gjálpar jökulárið 2015-16.

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	0,7	0,7	2141	-735	1405	1,6	2	-0,5	-1	1,0	1
1650	1700	1675	40,6	41,3	2095	-719	1376	85,1	87	-29,2	-30	55,9	57
1600	1650	1625	30,8	72,1	2008	-840	1167	61,8	149	-25,9	-56	36,0	93
1550	1600	1575	19,2	91,3	1964	-927	1037	37,7	186	-17,8	-73	19,9	113
1500	1550	1525	16,9	108,2	1950	-1053	896	33,0	219	-17,8	-91	15,2	128
1450	1500	1475	10,0	118,2	1934	-1214	719	19,4	239	-12,2	-104	7,2	135
1400	1450	1425	11,7	129,9	1929	-1340	589	22,6	261	-15,7	-119	6,9	142
1350	1400	1375	4,3	134,2	1949	-1323	626	8,5	270	-5,7	-125	2,7	145
1300	1350	1325	0,7	134,9	1989	-1223	765	1,5	271	-0,9	-126	0,6	145
1900	1950	1925	0,4	0,4	2627	-323	2304	1,0	1	-0,1	0	0,9	1
1850	1900	1875	0,7	1,1	2609	-392	2216	1,9	3	-0,3	0	1,6	3
1800	1850	1825	1,1	2,2	2554	-457	2096	2,9	6	-0,5	-1	2,4	5
1750	1800	1775	4,9	7,1	2460	-557	1903	12,0	18	-2,7	-4	9,2	14
1700	1750	1725	18,8	25,9	2259	-643	1615	42,4	60	-12,1	-16	30,3	44
1650	1700	1675	13,5	39,4	2162	-687	1474	29,2	89	-9,3	-25	19,9	64

Tafla III: Afrennsli yfirborðsleysingar til Grímsvatna sumarið 2016.

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)
1900	1950	0,4	0,4	0,1	0,1
1850	1900	1,3	1,8	0,5	0,6
1800	1850	1,7	3,4	0,7	1,4
1750	1800	4,3	7,7	2,4	3,7
1700	1750	18,6	26,3	12,0	15,7
1650	1700	53,3	79,6	38,1	53,8
1600	1650	30,9	110,4	25,9	79,7
1550	1600	19,3	129,7	17,8	97,6
1500	1550	16,8	146,4	17,7	115,3
1450	1500	10,0	156,5	12,2	127,4
1400	1450	11,7	168,2	15,7	143,1
1350	1400	4,3	172,5	5,7	148,9
1300	1350	0,7	173,2	0,9	149,8

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

Stöð	Dag númer			Ár	Breidd	Lengd	h_i (m a. e.)	dL (m)	N (m)	H (m a. s. l.)	X	Y	M	
	tími	Dags	#											
Bor-16	18,758	6	6	158	2016	64 24,94384	17 20,14292	1473,9	0,0	-67,7	1406,2	580212,3	435921,2	K
Bor-16	10,787	16	10	290	2016	64 24,94034	17 20,14117	1468,0	0,0	-67,7	1400,3	580213,9	435914,8	K
BORTHNb	13,880	16	10	290	2016	64 25,06017	17 19,16411	1470,7	0,0	-67,7	1403,0	580992,6	436158,1	K
BORTHNb1	12,000	6	6	158	2016	64 25,06469	17 19,16350	1478,2	0,0	-67,7	1410,5	580992,9	436166,5	I
BORTHNb2	13,000	7	8	220	2016	64 25,06050	17 19,16736	1481,6	-0,4	-67,7	1413,5	580990,0	436158,6	I
G02-16	17,997	8	6	160	2016	64 26,84951	17 17,71799	1631,4	0,0	-67,7	1563,7	582064,2	439512,6	K
G02-16	19,916	15	10	289	2016	64 26,84633	17 17,72097	1629,0	0,0	-67,7	1561,3	582062,0	439506,6	K
G03-16	17,811	8	6	160	2016	64 28,45075	17 16,34518	1725,7	0,0	-67,7	1658,0	583084,1	442516,5	K
G03-16	19,679	15	10	289	2016	64 28,44912	17 16,34610	1723,7	0,0	-67,7	1656,0	583083,5	442513,4	K
G04-16	17,589	8	6	160	2016	64 30,02733	17 15,04842	1754,6	0,0	-67,7	1686,9	584042,2	445473,2	K
G04-16	19,362	15	10	289	2016	64 30,02772	17 15,04808	1752,3	0,0	-67,7	1684,6	584042,5	445473,9	K
HAAB-16	12,079	10	6	162	2016	64 20,97420	17 24,11570	1798,4	0,0	-67,5	1730,9	577208,2	428465,6	K
HAAB-16	11,225	16	10	290	2016	64 20,97439	17 24,11569	1795,5	0,0	-67,5	1728,0	577208,2	428466,0	K
K05-16	14,522	6	5	127	2016	64 33,44738	17 35,43519	1749,8	0,0	-67,8	1682,0	567578,5	451418,2	K
K05-16	16,954	15	10	289	2016	64 33,44459	17 35,44976	1745,9	0,0	-67,8	1678,1	567566,9	451412,8	K
K06-16	16,234	5	6	157	2016	64 38,35233	17 31,36633	2017,3	0,0	-67,9	1949,4	570616,5	460603,3	K
K06-16	18,000	15	10	289	2016	64 38,35200	17 31,36070					570621,0	460602,8	I
T07-16	21,839	5	5	126	2016	64 25,29045	17 31,18522	1632,5	0,0	-67,7	1564,8	571329,0	436344,4	K
T07-16	11,662	16	10	290	2016	64 25,28847	17 31,19361	1628,6	0,0	-67,7	1560,9	571322,3	436340,6	K
T08-16	22,222	5	5	126	2016	64 26,28397	17 27,75461	1705,9	0,0	-67,8	1638,1	574038,8	438255,6	K
T08-16	11,244	16	10	290	2016	64 26,28357	17 27,75604	1702,3	0,0	-67,8	1634,5	574037,6	438254,8	K

Tafla V. : Mæld hraði hraðamælistika.

Mælistöð	dagur		dagur		fjöldi daga	færsla		hraði	
	dags.	#	dags.	#		(m)	(°)	(sm/dag)	m/ári
Bor-16	160606	158	161016	290	132	6,63	168	5,02	18,34
BORTHNb	151025	298	161016	290	357	21,41	187	6,00	21,89
G02-16	160608	160	161015	289	129	6,36	202	4,93	17,98
G03-16	160608	160	161015	289	129	3,11	194	2,41	8,79
G04-16	160608	160	161015	289	129	0,77	21	0,60	2,18
Go1-16	160605	157	161015	289	132	2,62	165	1,99	7,26
HAAB-16	160610	162	161016	290	128	0,35	1	0,27	1,00
K05-16	160506	127	161015	289	162	12,73	246	7,86	28,69
K06-16	160605	157	161015	289	132	4,53	98	3,43	12,51
T07-16	160505	126	161016	290	164	7,67	241	4,68	17,07
T08-16	160505	126	161016	290	164	1,37	237	0,83	3,04