



## Afkoma Hofsjökuls 2013–2014

---

Þorsteinn Þorsteinsson  
Bergur Einarsson  
Vilhjálmur S. Kjartansson



## Afkoma Hofsjökuls 2013–2014

---

Þorsteinn Þorsteinsson, Veðurstofu Íslands  
Bergur Einarsson, Veðurstofu Íslands  
Vilhjálmur S. Kjartansson, Veðurstofu Íslands



## Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> VÍ 2015-001	<b>Dags.:</b> Febrúar 2015	<b>Dreifing:</b> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
		<b>Skilmálar:</b>
<b>Heiti skýrslu:</b> Afkoma Hofsjökuls 2013–2014		<b>Upplag:</b> 12 <b>Fjöldi síðna:</b> 20
		<b>Framkvæmdastjóri sviðs:</b> Jórunn Harðardóttir
<b>Höfundar:</b> Þorsteinn Þorsteinsson, Bergur Einarsson og Vilhjálmur S. Kjartansson		<b>Verkefnisstjóri:</b> Þorsteinn Þorsteinsson
		<b>Verknúmer:</b> 4142-8-0860
<b>Gerð skýrslu/verkstígr:</b>		<b>Málsnúmer:</b> 2014-182
<b>Unnið fyrir:</b>		
<b>Samvinnuaðilar:</b> Landsvirkjun		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir mælingum og útreikningi á afkomu Hofsjökuls árið 2014. Vetrarákoma var mæld í vorferð í maíbyrjun og leysing snævar og íss og þjöppun vetrarlags var mæld í haustferð snemma í október. Reiknuð er út afkoma vetrarins, sumarsins og jökulársins 2013–2014 í heild á þeim þrem ísasviðum, sem mæld hafa verið á Hofsjökli frá 1989. Miðað við meðaltal áranna 2001–2010 var vetrarákoma á Sátujökli í meira lagi en í minna lagi á Blágnípujökli og Þjósárjökli. Sumarleysing var einnig í meira lagi á Sátujökli en undir meðaltali á hinum jöklunum tveim. Ársafkoma allra ísasviðanna var neikvæð, sem nemur um 1 m þykku vatnslagi sem jafndreift væri yfir svæðin þrjú, sem samtals ná yfir um 360 km <sup>2</sup> , þ.e. rúmlega 40% af flatarmáli Hofsjökuls. Áætla má að jökullinn allur hafi rýrnað um nálægt 1 km <sup>3</sup> árið 2014, eða sem nemur tæpum milljarði tonna af jökulis.		
<b>Lykilorð:</b> Hofsjökull, afkoma		<b>Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs:</b> 
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>
		<b>Yfirfarið af:</b> OSig, SG



## Efnisyfirlit

Inngangur .....	7
Vorferð 2014 .....	8
Haustferð 2014 .....	8
Stikutilraun .....	9
Niðurstöður afkomumælinga 2014.....	14
Lokaorð .....	19
Heimildir .....	20

## Myndaskrá

Mynd 1. Hofsjökull. Kort: Bogi Brynjar Björnsson.....	7
Mynd 2. Í vorferðum eru 6 m langar leysingarstikur settar niður í öllum punktum.....	9
Mynd 3. a–e. Stikur, settar voru niður í punktinum HN16 .....	11
Mynd 4. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Sátujökli.....	15
Mynd 5. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Þjórsárjökli.....	16
Mynd 6. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Blágnípujökli .....	17
Mynd 7. Afkoma Sátujökuls á 27 ára tímabili, 1988–2014.....	19

## Töfluskrá

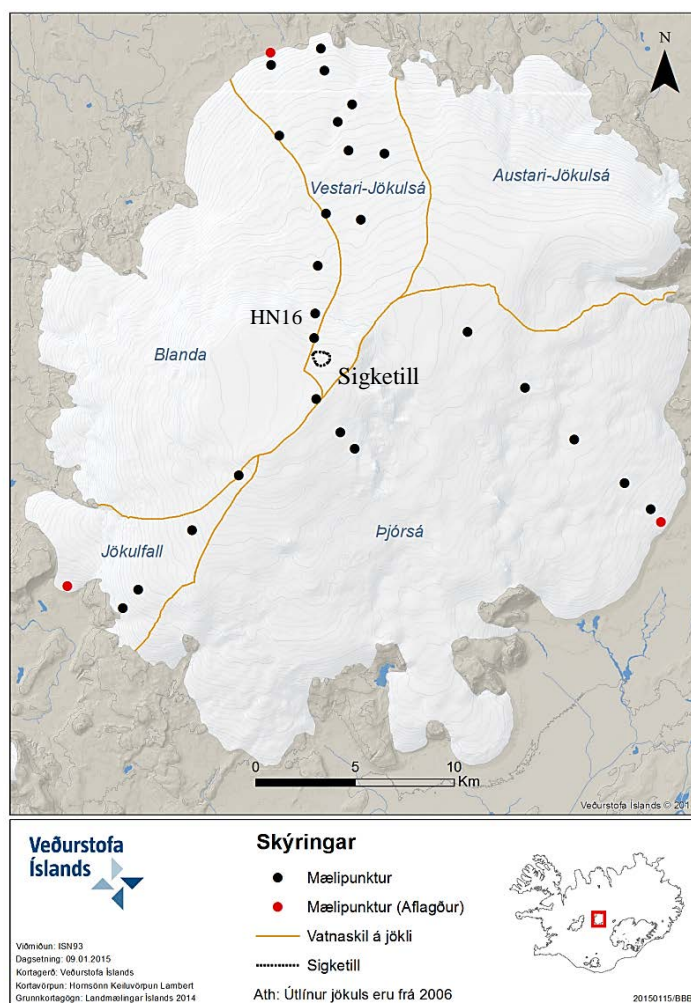
Tafla 1. Niðurstöður stikutilraunar .....	13
Tafla 2. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Sátujökli.....	15
Tafla 3. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Þjórsárjökli. ....	16
Tafla 4. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Blágnípujökli. ....	17
Tafla 5. Vatnsgildi afkomu á ísasviðunum þrem á Hofsjökli. ....	18





# Inngangur

Afkomumælingar á Hofsjökli hófust árið 1988 (Þorsteinn Þorsteinsson o.fl., 2014; sjá einnig heimildir í þeirri skýrslu). Á því ári var vetrar- og sumarafkoma Sátujökuls mæld og árið 1989 bættust við mælinúr á Þjórsárjökli og Blágnípujökli. Árið 2014 er því tuttugasta og sjötta ár samfelldra afkomumælinga á þessum þrem ísasviðum, sem samanlagt ná yfir rúmlega 40% af Hofsjökli. Fjöldi mælipunkta á jöklinum hefur verið á bilinu 22–35 en undanfarin ár hefur verið mælt í 25 punktum, þar af 13 á Sátujökli, 7 á Þjórsárjökli og 4 á Blágnípujökli, auk punktsins H18 á hábungu jökulsins í 1792 m hæð. Þessir 25 mælipunktar eru sýndir á mynd 1. Rýrnun og hörfun jökulsins á undanförunum árum hefur valdið því að þrír mælipunktar, sem áður voru nærri jökuljaðri, eru nú aflagðir. Þessir punktar eru einnig sýndir á myndinni.



Mynd 1. Flatarmál Hofsjökuls er nú um 830 km<sup>2</sup> skv. nýjustu mælingu á útlínum árið 2013 (Tómas Jóhannesson o.fl., 2014). Útlínur á þessu korti eru frá 2006. Myndin sýnir 25 fasta mælipunkta á vatnasviðum Þjórsár, Vestari Jökulsár, Blöndu og Jökulfalls. Þrír rauðlitadír punktar, sem voru nærri jökuljaðri 2006, eru nú komnir út fyrir jökuljaðar og þar er því ekki mælt lengur. Kortið sýnir GPS-slóð sem liggur utan við sigketil, sem myndaðist á Hofsjökli síðsumars árið 2013. Tilraun með samanburðarstíkur fór fram í punktinum HN16. Kortið teiknaði Bogi Brynjar Björnsson.

## Vorferð 2014

Vorferð til mælinga á vetrarákomu Hofsjökuls var farin dagana 29. apríl – 5. maí. Þátttakendur voru Bergur Einarsson, Vilhjálmur Kjartansson og Þorsteinn Þorsteinsson. Indverskur jöklafræðinemi, Nathaniel Dkhar, sem var við nám í Háskóla Íslands á vorönn 2014, tók þátt í fyrri hluta leiðangursins í Þjálfunarskyni. Farið var á tveim fjallabifreiðum Veðurstofu Íslands upp að efstu Þjórsárstíflu og þaðan á þrem vélsleðum. Gist var eina nótt í skála Landsvirkjunar við Kvíslaveitur en Ingólfsskáli norðan Hofsjökuls var aðalbækistöð leiðangursmanna að vanda. Veður var gott meðan á leiðangri stóð og aðeins tapaðist hálfur vinnudagur vegna illviðris á jökli. Færi var gott á jökli en leiðangursmenn höfðu varan á þegar ekið var í nánd við ketilsigið, sem myndaðist á jöklinum síðla sumars 2013 (sjá mynd 1). Fylgt var öruggri GPS-slóð vestan ketilsins, sem skráð var í haustferð 2013.

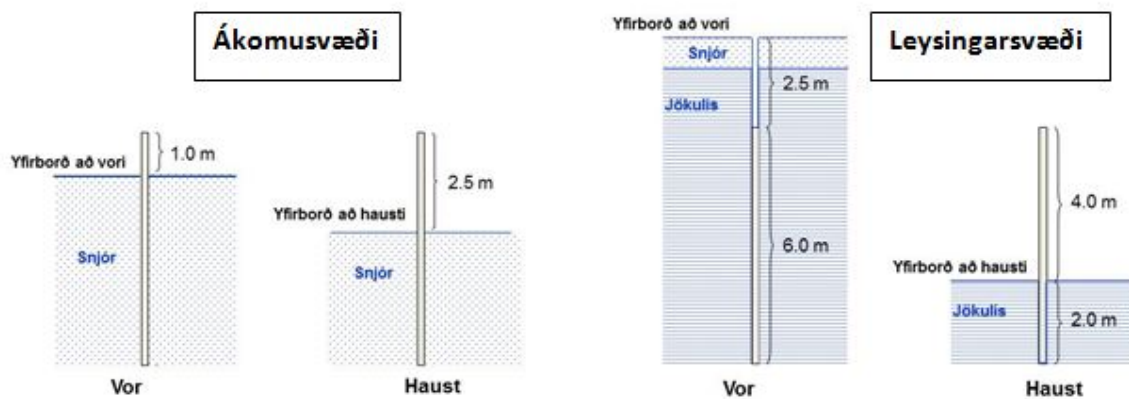
Í vorferðinni var að vanda borað gegnum vetrarlagið í 25 mælipunktum, hausthvörf fyrra árs ákvörðuð í kjörnunum, eðlisþyngd mæld og lagskipting skráð. Grafín var 2 m djúp snjógryfja á hábungu jökulsins svo sem gert hefur verið frá upphafi mælinganna. Í gryfjunni er eðlisþyngd mæld nákvæmlega á efsta snjólaginu, sem oft er laust í sér og torveldar það nákvæma mælingu á efsta hluta snjókjarnans.

Leysingarstikur voru settar niður í öllum punktum og staðsetning þeirra mæld með GPS-tæki. Sjá skýringar á mynd 2. Á Hofsjökli hafa 6 m langar álstikur verið notaðar frá upphafi mælinga og fylgt aðferðum, sem lýst er í riti Gunnars Østrem og Melindu Brugman (1991). Trékeila er rekin í botn hverrar stiku til að hindra að hún bræði sig niður í hjarn eða jökulís og aflestur verði því ótraustur.

## Haustferð 2014

Haustferð til mælinga á sumarafkomu var farin 7.–11. október. Mikil hlýindi voru seinni part sumars og náðu þau fram í september, en í lok þess mánaðar tók að snjóa á hálendi og jökla. Haustferðin hefur hin síðari ár verið farin eftir að fyrstu snjóar hafa fallið á jöklinn, helst nógu mikill snjór til að sleðafæri á nýsnævinu sé þægilegt neðantil á jöklinum. Haustsnjóar mega þó ekki vera það miklir að stikur á ákomusvæði séu komnar í kaf. Færi og aðstæður voru góðar á jöklinum í haustferðinni en snjóa tók upp utan hans í hlýindum seinni part vikunnar. Hin síðustu ár hefur reynst æ erfiðara að koma bifreiðum með vélsleðakerrur eftir ruddri slóð að jaðri Sátujökuls, því mikil stórgrýtisurð kemur fram undan jöklinum við hörfun hans, sem nú nemur rúmum 800 m frá upphafi sporðamælinga árið 1950 (Oddur Sigurðsson, 2013).

Allar leysingarstikur sem settar voru niður í vorferðinni fundust í haustferð, að undantekinni stikunni á hábungu jökulsins, H18. Ágæt fylgni er milli lækkunar vetrarlags í þeim punkti og meðaltalslækkunar vetrarlags í þrem nálægum punktum, HN17, HSA17 og HSV17, og voru gögn um lækkunina á árabílinu 2005–2013 notuð til að meta lækkun í H18 sumarið 2014.



Mynd 2. Í vorferðum eru 6 m langar leysingarstikur settar niður í öllum punktum. Á ákomusvæði jökulsins (þ.e. ofan við 1350 m hæð, u.þ.b.) eru stikurnar látnar standa með toppinn 0–1.5 m ofan við yfirborð snævar við upphaf sumarleysingar. Snjólag vetrarins er yfirleitt 4–8 m þykkt og samþjöppun lagsins um sumarið og afrennsli úr því leiðir þá til þess að stikutoppurinn er kominn 1–3 metra upp úr yfirborðinu að hausti og er stikan þá auðfundin. Hún er þá ekki komin það hátt upp úr snjónum að hún taki að sligast til hliðar undan vindi og hrími og ekki heldur týnd í nýsnævi haustsins, sem oft nær 1 m þykkt eða meira efst á ákomusvæðinu við septemberlok. Á leysingarsvæðum leggst oftast 0.5–3 m þykkt snjólag yfir jökulís um veturinn og eru stikurnar boraðar niður í jökulísinn þannig að toppur þeirra er 2–4 m neðan yfirborðs. Þetta er nauðsynlegt vegna hinnar miklu sumarleysingar, sem verður neðan við 1200 m hæð á jöklinum. Í neðstu punktum í 800–1000 m hæð er t.d. algengt að auk alls snjólags vetrarins bráðni 3–5 metrar af jökulís yfir sumarið. Þessar stikur koma því smám saman uppúr ísnum er á sumarið líður og eru aðgengilegar til aflestrar.

## Stikutilraun

Á undanförunum árum hefur yfirborð Hofsjökuls verið mælt mjög nákvæmlega með leysimælingum úr flugvélum (lidar-mælingum), auk þess sem hæðarlíkön hafa verið gerð út frá loftmyndum og gervihnattagögnum. Þessi gögn má nýta til að reikna breytingar á rúmmáli jökulsins á milli mælinga. Samanburður við niðurstöður stikumælinga hefur leitt í ljós að stikumælingar virðast vanmeta rýrnun jökulsins á tímabilum þegar afkoma hans er neikvæð. Ýmsir möguleikar koma til álita þegar skýra þarf þennan mun. T.d er ljóst að skafrenningur setur sums staðar niður snjó til viðbótar þeim, sem fellur í snjókomu um veturinn. Mæling á slíkum stað ofmetur því vetrarafkomu og ársafkoma fyrir viðkomandi hæðarbil á jöklinum reiknast því hærri (og rýrnun því minni) en raunin er. Einnig er sá möguleiki fyrir hendi að stikur sígi í hjarn og jökulís um sumarið og aflestrar vanmeti því sumarleysingu. Þess skal einnig getið að á ákomusvæðinu er æskilegast að neðri endi stiku standi í hausthvörfum fyrra árs, þannig að aflestur í haustferð gefi sem áreiðanlegasta tölu um þynningu vetrarlagsins yfir sumarið.

Mögulegt stikusig á ákomusvæðinu var kannað með tilraun í punktinum HN16 á Ísasviði Sátujökuls (sjá staðsetningu hans á mynd 1). Þar var borað að vanda í gegnum vetrarlagið í vorferðinni og sett niður 6 m löng álstika. Til viðbótar voru settar þrjár stikur nálægt aðalstikunni og var tilgangurinn m.a. að kanna hvaða áhrif það hefði að láta stikur standa á krossviðarplötu í stað trékeilu. Einnig var kannað hvort einhver munur væri á (mögulegu) sigi plaststiku og álstiku. Samanburðarstikurnar þrjár voru allar 4.6 m langar.

Eftir að stikurnar voru komnar í borholur var snjó mokað í holurnar og honum þjappað saman meðfram stikunum. Þar á ofan var sett sag í hverja holu og dýpi niður á neðra borð sagsins mælt. Neðra borðið var hugsað sem viðmiðunarflötur neðarlega í árlaginu sem miða mætti við þegar kannað væri hvort stikurnar hefðu mögulega hliðrast í lóðrétta stefnu yfir sumarið m.v. legu hausthvarfa 2013.

Tilraun þessi var í upphafi hugsuð þannig stikubotn stæði í hausthvörfum fyrra árs (2013). Þá mundi stikubotninn fylgja færslu hausthvarfanna niðrávið vegna þjöppunar eldri árlaga og aflestur af stikunni vor og haust gæfi því nákvæma mynd af þynningu hins nýja vetrarlags (2013–14) vegna bráðnunar og þjöppunar um sumarið. Þetta reyndist ekki raunhæft því hausthvörfin voru á 620 cm dýpi í vorferð. Þau reyndust svo á um 415 cm dýpi neðan nýrra hausthvarfa í októberbyrjun og þar sem 100 cm nýsnævis höfðu fallið á þessum stað snemma hausts var dýpið neðan yfirborðs orðið  $415+100 = 515$  cm. Ekki er raunhæft að grafa 5 m djúpa gryfju á þeim stutta tíma sem til umráða er í haustferðum, við ótrygg veðurskilyrði. Var því í vorferðinni ákveðið að hafa neðri enda viðmiðunarstikanna á rúmlega 3.5 m dýpi og miða við að ekki þyrfti að grafa gryfju dýpri en 3 m í haustferðinni.

Mynd 3 sýnir ljósmyndir af stikunum, teknar í haustferð og í Töflu 1 eru lykiltölur varðandi tilraunina. Helstu niðurstöður voru þessar:

Aflestrar af stikunum fjórum gefa mjög svipaða niðurstöðu um þynningu vetrarlagsins og er niðurstaðan fyrir viðbótarstikurnar þrjár innan óvissumarka aflesturs af aðalstikunni. Sú athyglisverða niðurstaða fæst að stikurnar tvær sem standa á krossviðarplötum virðast síga 6–8 cm um sumarið og aflestrar af þeim varðandi þynningu vetrarlags eru að sama skapi lægri. Svo er einnig að sjá þegar mynd 3e) er grandskoðuð, að holrými hafi myndast ofan við krossviðarplöturnar, sem tvær stikanna standa á og virðist það benda til sigs þessara stika líkt og tölurnar, sem nefndar voru hér að ofan. Ekki sjást þess hins vegar merki að stikurnar tvær, sem standa á hinum hefðbundnu trékeilum, hafi sigið um sumarið. Þess ber þó að geta að trékeilurnar hafa sama þvermál og álstikurnar og því er mun erfiðara að greina möguleg merki þess að þær hafi sigið.

Ekki verða að sinni dregnar víðtækar ályktanir af þessari fyrstu tilraun, enda heppnaðist hún ekki að öllu leyti vel. Frekari tilraunir til þess að kanna áhrif fyrirkomulags mælistika á niðurstöður og óvissu afkomumælinga verða gerðar á árinu 2015.





*Mynd 3 a. Stikurnar fjórar, sem settar voru niður í punktinum HN16 (sjá mynd 1) þann 1. maí 2014. Myndin er tekin í haustferðinni, þann 10. okt. Myndin er tekin til norðurs og er aðalstikan lengst t.v. en samanburðarstikurnar hægra megin við hana. Tvær þeirra eru álstikur samskonar og aðalstikan en ein er gul plaststika og er nýsnævi um haustið tekið að sliga hana.*



*Mynd 3 b. Ein samanburðarstikanna var látin standa á trékeilu (stikan t.v.) en hinar tvær á kringlótttri krossviðarplötu (álstikan í miðið og plaststikan). Þvermál trékeilu er hið sama og álstikunnar, 3.2 cm, en þvermál krossviðarskífunnar 6 cm. Aðalstikan stóð á trékeilu líkt og stikur í öðrum mælipunktum á jöklinum.*



*Mynd 3 c. Horft ofan í 2.5 m djúpa gryfju, sem grafin var í haustferðinni til að kanna mögulega hliðrun á stikunum uppávið eða niðurávið um sumarið.*



*Mynd 3 d. Hausthvörfin 2014 í gryfjunni, um miðbik myndarinnar. Neðan þeirra er vetrarlagið 2013–2014, sem sýnir ummerki hlýnunar og umbreytingar snævarins um sumarið, auk bráðnunar á yfirborði sem myndar íslinsur í snjónum. Ofan hausthvarfa er nýsnævi sem féll í september og í októberbyrjun 2014. Á myndinni má sjá sag, sem sett var í borholurnar að vori og er það mest áberandi kringum stikuna lengst t.h. Sjá útskýringar í texta.*



Mynd 3 e. Stikufætur í haustferð 2014. Greina má holrými ofan við krossviðar-skífunar báðar (plaststíkan t.v. og álstíkan í miðið).

Tafla 1. Niðurstöður stikutíraunar. Allar tölur eru í cm.

Stíka	Hæð stíku- topps yfir jökulyfir- borði í vorferð	Dýpi á neðri enda stíku	Frágangur neðri enda	Hæð stíku- topps í haust- ferð	Aðstæður við neðri enda í haustferð	Lækkun vetrarlags skv. aflestrum vor og haust
1	104	496	Trékeila	310		206
2	98	362	Trékeila	306		208
3	106	354	Tréplata	307	Holrými ofan plötu	201
4	107	353	Tréplata	307	Holrými ofan plötu	200

## Niðurstöður afkomumælinga 2014

Afkoma ísasviðanna þriggja á Hofsjökli var reiknuð með hefðbundnum hætti. Mæld vetrarafkoma, sumarafkoma og ársafkoma er sýnd á línuritunum á myndum 4–6, auk meðaltalsgilda fyrir hvert 100 m hæðarbil. Vetrarafkoman er innan við +1 m neðan við 1000 m hæð á mælinunum þrem en eykst jafnt og þétt upp fyrir +2 m efst á jöklinum. Sumarafkoma var neikvæð neðan við 1600 m hæð á öllum mælinum og leysing mældist mest um 6 m í 740 m hæð neðst á Þjórsárjökli. Þess skal getið að vetrar- og sumarafkoma var áætluð niður undir 800 m hæð á Blágnípujökli með samanburði við gögn frá fyrri árum. Ekki hefur verið mælt neðan við punktinn HSV11 á Blágnípujökli síðan árið 2006 því leiðin, sem áður var farin niður í punktinn HSV8, má nú heita ófær vegna hörfunar jökulsins. Því hefur ekki verið reynt að stofna nýjan punkt neðarlega á Blágnípujökli.

Töflur 2–4 sýna reiknaðar afkomu- og afrennslistölur einstakra hæðarbila á ísasviðunum og heildarniðurstöður eru dregnar saman í Töflu 5.

Í Töflu 5 eru sýndar tölur um vetrarafkomu, sumarafkomu og ársafkomu jökulársins 2013–2014, þegar jafnað hefur verið yfir ísasviðin þrjú skv. stikugögnum og hæðardreifingu. Til glöggvunar eru tölur síðustu 3 ára sýndar einnig, auk meðaltals árána 2001–2010.

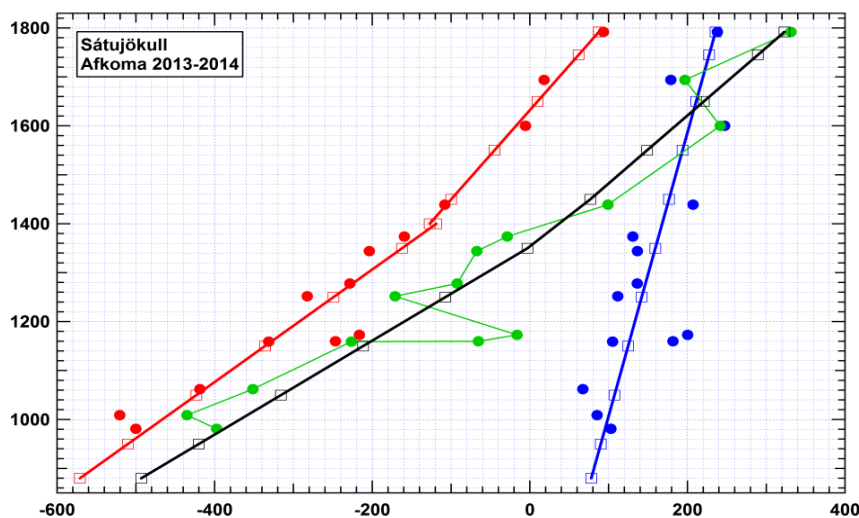
Vetrarákoma á Sátujökli 7% var umfram meðaltal árána 2001–2010 en sumarleysing 2014 var 8% meiri en meðaltalið (þ.e. sumarafkoma 8% meira neikvæð). Á Þjórsárjökli var vetrarákoma 12% undir meðaltalinu 2001–2010 en leysingin 9% minni en meðaltalið. Á Blágnípujökli var vetrarákoma 13% undir meðaltalinu og sumarleysing 10% minni en meðaltalið.

Þegar borið er saman við jökulárið 2012–2013 kemur ekki fram mikill munur á vetrarákomu en sumarleysingin 2014 er áberandi mun meiri en 2013. Ársafkoma Sátujökuls, Þjórsárjökuls og Blágnípujökuls var neikvæð jökulárið 2013–2014, svo nam tæplega 1 m vatns jafndreift yfir öll vatnasviðin þrjú (sjá Töflu 1). Þau ná yfir um 40% af heildarflatarmáli Hofsjökuls og þar sem þau liggja á mismunandi hliðum jökulsins er líklegt að vegið meðaltal ársafkomunnar á vatnasviðunum þrem (þ.e. um 1 m í þessu tilviki) gefi raunhæft mat á afkomu Hofsjökuls í heild jökulárið 2013–2014.



Tafla 2. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Sátujökli.

Hæðarbil (m)	Meðal- hæð (m)	Flatar- mál (km <sup>2</sup> )	Vetrarafkoma		Sumarafkoma		Ársafkoma		
			(cm)	(GJ)	(cm)	(GJ)	(cm)	(GJ)	(l/s/km <sup>2</sup> )
1700–1790	1745	2,1	227	4,77	62	1,30	289	6,07	92
1600–1700	1650	1,8	211	3,80	10	0,18	221	3,98	70
1500–1600	1550	7,2	194	13,97	-45	-3,24	149	10,73	47
1400–1500	1450	12,3	176	21,65	-100	-12,30	76	9,35	24
1300–1400	1350	13,8	159	21,94	-162	-22,36	-3	-0,41	-1
1200–1300	1250	13,7	142	19,45	-249	-34,11	-107	-14,66	-34
1100–1200	1150	13,5	125	16,88	-336	-45,36	-211	-28,49	-67
1000–1100	1050	9,5	107	10,17	-423	-40,19	-316	-30,02	-100
900–1000	950	6,2	90	5,58	-510	-31,62	-420	-26,04	-133
860–900	880	1,5	78	1,17	-571	-8,57	-493	-7,40	-156
<b>860–1790</b>		<b>81,6</b>	<b>146</b>	<b>119,4</b>	<b>-241</b>	<b>-196,3</b>	<b>-95</b>	<b>-76,9</b>	<b>-29,9</b>



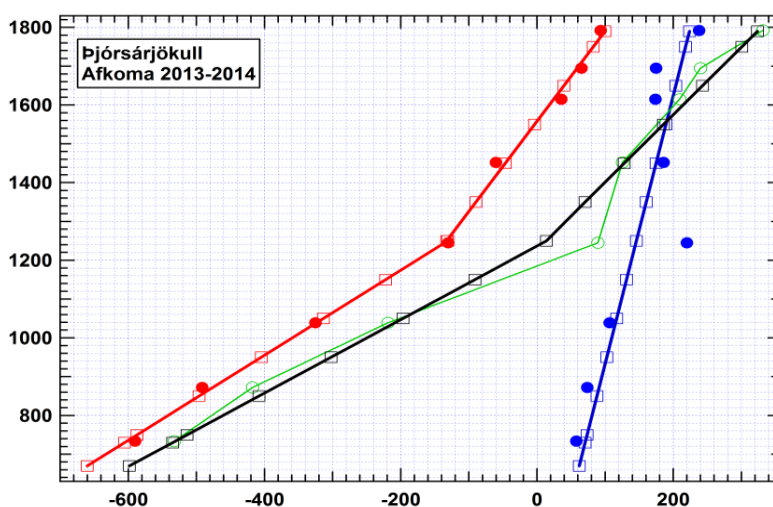
Mynd 4. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Sátujökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti (hringir) og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni að ofan (ferningar).

Jöfnur bestu lína gegnum mæligögnin:

Vetrarafkoma:  $b_v = (-74 + 0,173 \cdot y)$  cm  
 Sumarafkoma:  $y > 1400$  m  $b_s = (-894 + 0,548 \cdot y)$  cm  
 Sumarafkoma:  $y < 1400$  m:  $b_s = (-1337 + 0,871 \cdot y)$  cm  
 Jafnvægislína: 1350 m

Tafla 3. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Þjórsárjökli.

Hæðarbil (m)	Meðal-hæð (m)	Flatar-mál (km <sup>2</sup> )	Vetrarafkoma (cm) (GI)	Sumarafkoma (cm) (GI)	Ársafkoma (cm) (GI) (l/s/km <sup>2</sup> )				
1700–1760	1730	4,7	216	10,15	73	3,43	289	13,58	92
1600–1700	1650	6,4	204	13,06	39	2,50	243	15,55	77
1500–1600	1550	19,7	189	37,23	-4	-0,79	185	36,45	59
1400–1500	1450	33,8	175	59,15	-47	-15,89	128	43,26	41
1300–1400	1350	23,5	160	37,60	-90	-21,15	70	16,45	22
1200–1300	1250	23,8	146	34,75	-132	-31,42	14	3,33	4
1100–1200	1150	24,3	131	31,83	-222	-53,95	-91	-22,11	-29
1000–1100	1050	30	117	35,10	-314	-94,20	-197	-59,10	-62
900–1000	950	26,6	102	27,13	-405	-107,73	-303	-80,60	-96
800–900	850	23,7	88	20,86	-496	-117,55	-408	-96,70	-129
700–800	750	15,5	73	11,32	-587	-90,99	-514	-79,67	-163
640–700	670	3,9	62	2,42	-660	-25,74	-598	-23,32	-190
<b>640–1760</b>		<b>235,9</b>	<b>136</b>	<b>321,0</b>	<b>-235</b>	<b>-553,0</b>	<b>-99</b>	<b>-233</b>	<b>-31,3</b>



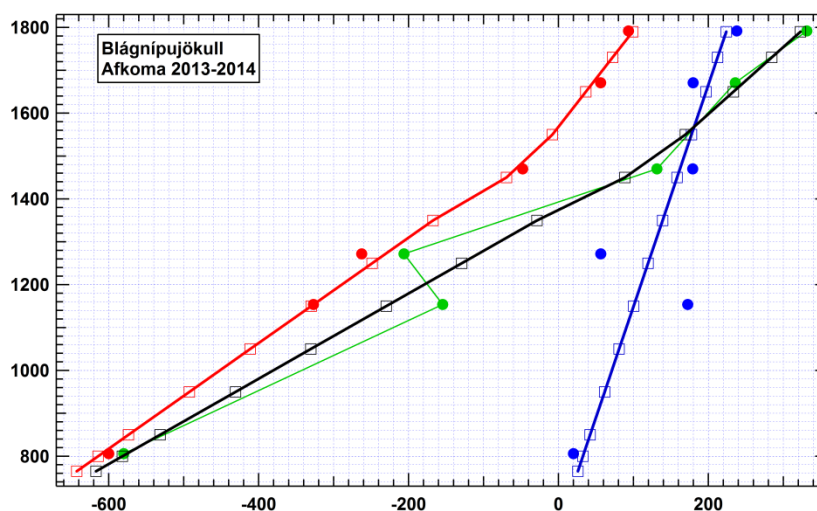
Mynd 5. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Þjórsárjökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti (hringir) og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni að ofan (ferningar).

Jöfnur bestu lína gegnum mæligögnin:

Vetrarafkoma:  $b_v = (-35 + 0,145*y) \text{ cm}$   
 Sumarafkoma:  $y > 1240 \text{ m}$   $b_s = (-671 + 0,431*y) \text{ cm}$   
 Sumarafkoma:  $y < 1240 \text{ m}$   $b_s = (-1272 + 0,913*y) \text{ cm}$   
 Jafnvægislína: 1240 m

Tafla 4. Afkomutölur mismunandi hæðarbila á Blágnípujökli.

Hæðarbil (m)	Meðal-hæð (m)	Flatar-mál (km <sup>2</sup> )	Vetrarafkoma (cm)	(GJ)	Sumarafkoma (cm)	(GJ)	Ársafkoma (cm)	(GJ)	(l/s/km <sup>2</sup> )
1700–1760	1730	2,1	212	4,45	72	1,51	284	5,96	90
1600–1700	1650	4,5	197	8,87	36	1,62	233	10,49	74
1500–1600	1550	5,9	177	10,44	-8	-0,47	169	9,97	54
1400–1500	1450	7,9	158	12,48	-70	-5,53	88	6,95	28
1300–1400	1350	7,4	139	10,29	-167	-12,36	-28	-2,07	-9
1200–1300	1250	5	120	6,00	-249	-12,45	-129	-6,45	-41
1100–1200	1150	3	100	3,00	-330	-9,90	-230	-6,90	-73
1000–1100	1050	4,4	81	3,56	-411	-18,08	-330	-14,52	-105
900–1000	950	6,7	62	4,15	-493	-33,03	-431	-28,88	-137
800–900	850	3,3	42	1,39	-574	-18,94	-532	-17,56	-169
730–800	765	1,3	26	0,34	-643	-8,36	-617	-8,02	-196
<b>800–1760</b>		<b>51,5</b>	<b>126</b>	<b>65,0</b>	<b>-225</b>	<b>-116,0</b>	<b>-99</b>	<b>-51,0</b>	<b>-31,4</b>



Mynd 6. Mæligögn um vetrar- og sumarafkomu á Blágnípujökli, útreiknaða ársafkomu í hverjum mælipunkti (hringir) og meðaltals-ársafkomu á hverju hæðarbili í töflunni að ofan (ferningar).

Jöfnur bestu lína gegnum mæligögnin:

Vetrarafkoma:  $b_v = (-122 + 0,193 \cdot y)$  cm  
 Sumarafkoma:  $y > 1400$  m  $b_s = (-700 + 0,446 \cdot y)$  cm  
 Sumarafkoma:  $y < 1400$  m:  $b_s = (-1264 + 0,813 \cdot y)$  cm  
 Jafnvægislína: 1375 m

Tafla 5. Vatnsgildi afkomu á ísasviðunum þrem á Hofsjökli.

Sátujökull	Vetrarafkoma (cm)	Sumarafkoma (cm)	Ársafkoma (cm)
Meðaltal 2001–2010	137	–223	–86
2010–2011	154	–186	–32
2011–2012	163	–209	–46
2012–2013	125	–161	–36
<b>2013–2014</b>	<b>146</b>	<b>–241</b>	<b>–95</b>

Þjórsárjökull	Vetrarafkoma (cm)	Sumarafkoma (cm)	Ársafkoma (cm)
Meðaltal 2001–2010	155	–259	–104
2010–2011	175	–208	–33
2011–2012	196	–237	–41
2012–2013	135	–179	–44
<b>2013–2014</b>	<b>136</b>	<b>–235</b>	<b>–99</b>

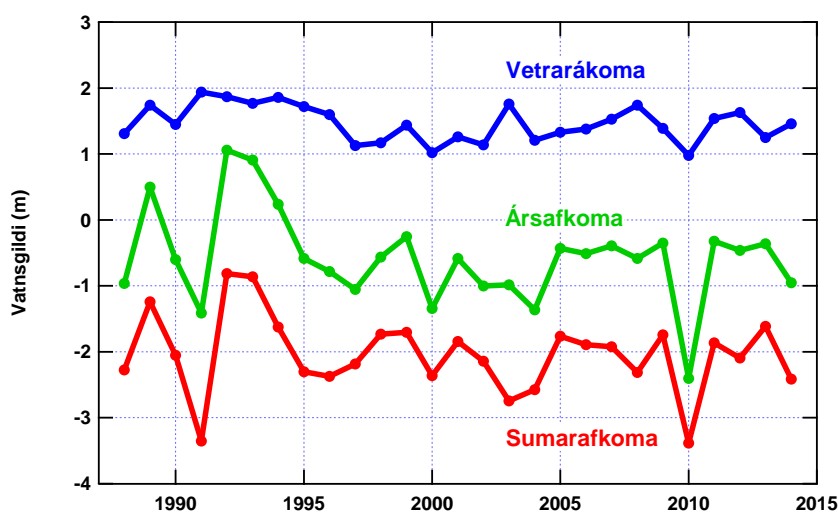
  

Blágnípujökull	Vetrarafkoma (cm)	Sumarafkoma (cm)	Ársafkoma (cm)
Meðaltal 2001–2010	145	–249	–104
2010–2011	163	–191	–28
2011–2012	211	–207	4
2012–2013	137	–131	6
<b>2013–2014</b>	<b>126</b>	<b>–225</b>	<b>–99</b>

## Lokaorð

Af gögnum ársins 2014 má álykta að afkoma Hofsjökuls hafi þá verið neikvæð tuttugasta árið í röð og að hann hafi á árinu rýrnað um sem nemur 1 m djúpu vatnslagi, sem dreift væri jafnt yfir allan jökulinn. Því hefur á árinu tapast nálægt  $1 \text{ km}^3$  af rúmmáli jökulsins, eða um 0,5%. Þessi áætlun gerir ráð fyrir að ísasviðin þrjú, sem mæld eru og ná yfir rúmlega 40% af flatarmáli Hofsjökuls, gefi að jafnaði niðurstöðu sem er dæmigerð fyrir jökulinn í heild. Í því samhengi skal minnt á að veruleg óvissa er í reiknaðri afkomu Blágnípujökuls því engir mælipunktur eru þar neðan við 1100 m hæð. Kemur t.d. nokkuð á óvart að á Blágnípujöklum skuli niðurstaða fyrir jökulárin 2011–2012 og 2012–2013 benda til lítilla jákvæðrar ársafkomu. Sú niðurstaða hefur þó fremur lítið vægi þegar afkoma jökulsins alls er áætluð, því flatarmál Blágnípujökuls er lítið miðað við hina jöklana.

Mynd 7 sýnir árleg gildi vetrar-, sumar- og ársafkomu á Sátujökli frá upphafi mælinga 1988. Frá upphafi mælinganna hefur ársafkoman aðeins fjórum sinnum mælst jákvæð, á árunum 1989, 1992, 1993 og 1994. Frá árinu 1995 hefur ársafkoman mælst neikvæð á hverju ári og eru niðurstöður frá Blágnípujöklum og Þjórsárjöklum mjög áþekkar. Athygli vekur að sumarafkoma hefur aðeins fjórum sinnum mælst neikvæðari á Sátujökli en árið 2014, þ.e. árin 1991, 2003, 2004 og 2010. Í öllum tilvikum var um óvenju hlý sumur að ræða en árin 1991 og 2010 mátti þó rekja hina miklu leysingu að hluta til áhrifa gosösku, sem féll á jökulyfirborðið.



Mynd 7. Afkoma Sátujökuls á 27 ára tímabili, 1988–2014. Mæliniðurstöður frá ísasviði á norðanverðum Hofsjökli (sjá mynd 1), sem nær yfir tæplega 10% af flatarmáli jökulsins. Tölur miðast við vatnslag sem er jafndreift yfir allt ísasviðið. Skv. stikumælingunum er vetrarákoman að jafnaði +1,47 m á tímabilinu, sumarafkoman að jafnaði -2,04 m og ársafkoman -0,57 m.

Nýlega hafa rúmmálsbreytingar Hofsjökuls frá 1986 til 2013 verið metnar út frá hæðarlíkönunum, sem byggð eru á fjarkönnunargögnum, loftmyndum og leysimælingum (lidar). Samanburður við hinar hefðbundnu afkomumælingar bendir til að um hliðrun (bias) geti verið að ræða í niðurstöðum stikumælinganna. Slíkt þarf ekki að koma á óvart, því ekki er

víst að hinir 25–30 mælipunktar gefi nákvæma mynd af afkomu á hinum mældu ísa-sviðum, sem samtals ná yfir 370 km<sup>2</sup>. Ekki er tekið tillit til mögulegrar hliðrunar í þessu yfirliti, en unnið er að athugun á orsökum hennar. Niðurstöður afkomumælinga á Hofsjökli frá upphafi eru í endurskoðun og verða birtar að nýju á næstunni í ljósi niðurstaðna sem fást úr þeirri könnun. Við þá reikninga verður notast við nýjar og nákvæmari hæðardreifingar af ísasviðunum, sem nú hafa verið reiknaðar út frá hæðarlíkönun.

## Heimildir

- Þorsteinn Þorsteinsson, Bergur Einarsson & Vilhjálmur Kjartansson (2014). *Afkoma Hofsjökuls 2009–2013*. Skýrsla VÍ 2014-002. Veðurstofa Íslands. 40 bls.
- Tómas Jóhannesson, Þorsteinn Þorsteinsson, Johann Stötter, Rudolf Sailer, Eyjólfur Magnússon, Finnur Pálsson & Etienne Berthier (2014). Geodetic mass balance of Hofsjökull 2008–2013 measured with repeat lidar surveying. Erindi flutt á fundi Norðurlandadeildar Alþjóðasambands jöklafræðinga, Mýrdal, 30. okt. 2014.
- Østrem, G. & Brugman, M. (1991). *Glacier mass-balance measurements: a manual for field and office work*, NHRI Science Report. 224 pp.
- Oddur Sigurðsson (2013). Jöklabreytingar 1930–1970, 1970–1995, 1995–2011 og 2011–2012. *Jökull*, 63, 118–123.