

Háskóli Íslands

Verkfræði- og náttúruvísindasvið

Jarðvísindadeild

Jöklafræði – Glaciology (JAR 609G)



Hvað er að fréttu af jöklum Jarðar? - Hagafellsjöklar

Nemandi:

Einar Ragnar Sigurðsson

Kennari:

Guðfinna Aðalgeirsdóttir

11. maí 2015

1 Inngangur

Í skýrslum IPCC hefur verið sýnt fram á hlýnandi veðurfar á jörðinni og meðal þess sem hefur verið rannsakað í tengslum við það eru breytingar á jöklum jarðarinnar. Jörðinni er þar skipt upp í 19 svæði og eru um 500 jöklar rannsakaðir. Heildarlengd jökla á öllum svæðum hefur minnkað þegar til lengri tíma er litið. Dæmigerðir fjallajöklar á miðlungs háum breiddargráðum og daljöklar hafa almennt minnkað um 5 til 20 metra á ári en í sérstökum tilfellum hafa jöklar hopað meira en 100 metra á ári. (IPCC, 2013).

Myndin er samt flóknari því t.d. sýnir skýrsla IPCC (2013) að tímabil hafa komið inn á milli þar sem vissir jöklar hafa skriðið fram. Það hefur hins vegar verið skýrt ýmist með staðbundnum og tímabundnum veðurfarssveiflum og með framskriði jökla sem hlaupa (e. surging glaciers).

Í umfjöllun IPCC er einkum horft til hnattrænna áhrifa, til dæmis tengingu veðurfars á jörðinni við breytingar á jöklum en einnig áhrif breytinga á jöklum á hnattræna þætti eins og breytingar á sjávarstöðu. Af eðlilegum ástæðum er ekki hægt að fjalla þar um einstaka jökla og hvaða áhrif breytingar á þeim hafa á nærumhverfi sitt. Slíkt getur þó verið á hugavert og ef skoðuð eru áhrif breytinga sem einn jökull hefur, má velta fyrir sér þau gríðarlegu áhrif sem breytingar allra jökla á jörðinni hafa.

Hér hefur verið ákveðið að skoða tvo skriðjökla sem ganga suður úr Langjökli á Íslandi, Eystri-Hagafellsjökul og Vestari-Hagafellsjökul. Þó það komi ekki beint fram í skýrslu IPCC, hvaða jöklar eru teknir inn í þeirra útreikninga þá er ekki ólíklegt að lengdarmælingar á Hagafellsjöklunum skili sér inn í skýrsluna þar sem í skýrslunni frá 2013 eru sýnd lengdargröf fyrir nokkra nafngreinda íslenska jökla og þær niðurstöður líklega a.m.k. að hluta komnar frá árleum sporðamælingum Jöklarannsóknarfélags Íslands. Höfundur hefur séð um þær mælingar á Hagafellsjöklum ásamt fleirum frá árinu 2007.

Gríðarlegar breytingar hafa orðið á umhverfi Hagafellsjökla í tengslum við breytingar á þeim. Þær breytingar koma til dæmis fram í jökulhlaupum sem hafa orðið þegar nýir farvegir fyrir afrennsli frá jöklunum hafa opnast vegna hops þeirra og gríðarlegum breytingum á legu Hagavatns, lóns sem er fyrir framan skriðjöklana.



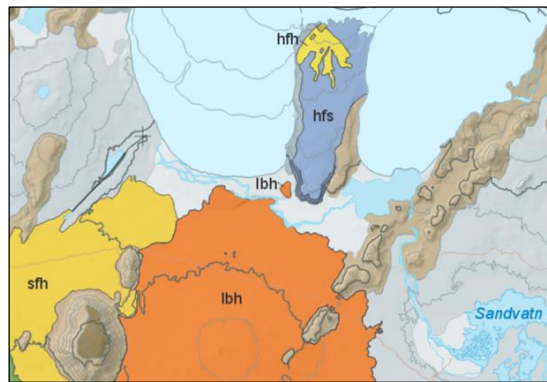
Mynd 1. Staðsetning Hagafellsjökla á Íslandi, kort af map.is

2 Hagafellsjökla og umhverfi þeirra

Hagafellsjökla er tveir skriðjökla aðskildir af móbergsstapa, Hagafelli. Að austanverðu liggur Eystri-Hagafellsjökull að Brekknafjöllum og Jarlhettum. Sunnan eystri jökulsins er lítið lón sem kallast Hagavatn, sbr. Mynd 2. Eftir stöðu Hagafellsjökla hefur lónið verið mismunandi stórt og færst til.

Að sunnan afmarkar nútímadýngjan Lambafell dældina sem Hagavatn hefur til umráða, sbr. Mynd 2 og má því að einhverju leyti líta á Hagavatn sem hraunstíflað vatn. Ef Lambadýngju nyti ekki við mætti gera ráð fyrir að afrennsli jökla væri til suðurs eða suðsuðvesturs eftir þeim móbergshryggjum sem hafa hlaðist upp á svæðinu án þess að um stöðuvatn væri að ræða. Lambahraun hefur verið aldursgreint út frá öskulögum H3 og H4 sem 3600 ± 200 ára gamalt. Má því gera ráð fyrir að Hagavatn sé af svipuðum aldri (Sigbjarnarson, 1967).

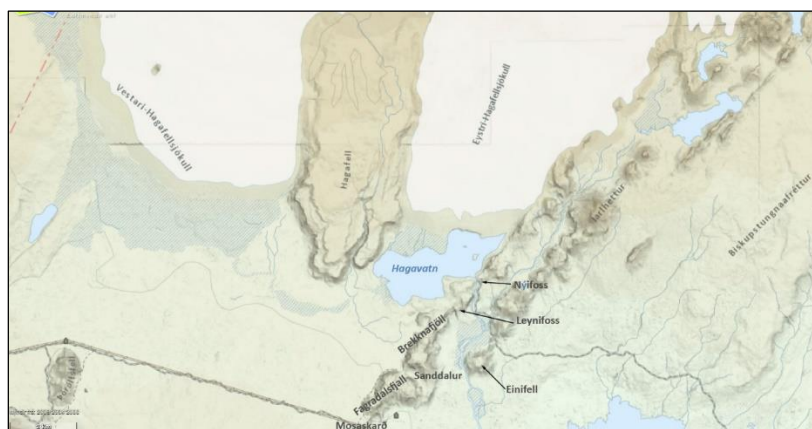
Eflaust nær Lambahraunið langt undir jökulaurana til norðurs sem t.d. kemur fram á Mynd 2 þar sem hraunið gægist upp í gegnum jökulaurana rétt við Hagafellið.



Mynd 2. Hagafellsjökla nútímahraun og móbergsföll í nágrenni Hagafellsjökla á jarðfræðikorti (Sinton, 2009). Skammstafanir nútímahrauna á myndinni eru: lbh fyrir Lambahraun, hfs fyrir hraunskjöld Hagafells, hfh fyrir Hagafellshraun og sfh fyrir Sköflung.

3 Annáll Hagafellsjökla og afrennslis frá þeim

Eftir yfirferð margvíslegra heimilda er hægt að setja saman sögu Hagafellsjökla og afrennslis frá þeim síðustu aldirnar. Hér hefur verið lögð áhersla á að finna til upprunalegar heimildir þar sem að hluta til samtíðaatburðum hefur verið lýst. Elsta heimildin er t.d. kort Björns Gunnlaugssonar frá 1844.



Mynd 3. Kort af Hagafellsjöklu og nágrenni, byggt á loftmyndum frá 2000 og 2008 (Loftmyndir ehf., 2015). Örnefnum bætt við af höfundum.

Frá forsögulegum tíma og fram á 18 öld

Austan í Fagradalsfjalli á milli núverandi farvegs Farsins í Nýjafossi og farvegarins í Leynifossi frá 1929 er að finna öröskuð öskulög undir jökulurð allt frá ljósu öskulagi úr Heklu, H5 sem er um 6600 ára gamalt til öskulags úr Heklugosi 1693. Má því telja að Hagafellsjökull hafi ekki skriðið þar yfir á því tímabili, þ.e. frá því fyrir 6600 árum og fram á 18 öld. Því má gera ráð fyrir að við landnám hafi Hagafellsjökull eystri verið sambærilegur við það sem hann er nú á dögum og í öllu falli ekki náð út fyrir farveg frá 1929 um Nýjafoss. (Þórarinsson, 1967).

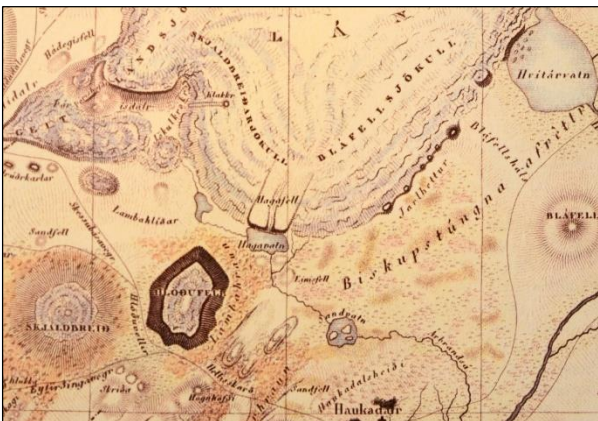
Um 1670 Eystri-Hagafellsjökull skriður fram

Eystri-Hagafellsjökull hefur skriðið fram og fer suður fyrir núverandi farveg Farsins um Nýjafoss þar sem ekki opnaðist aftur fyrr en í jökulhlaupi 1939 (Þórarinsson, 1967).

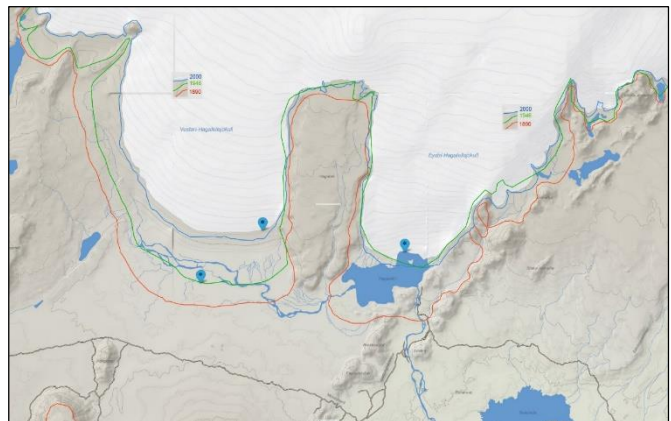
1708 og 1884 Jökulhlaup

Heimildir eru til um jökulhlaup rakin til Hagafellsjökla frá árunum 1708 og 1884. Orsakir þessara jökulhlaupa eru ekki fullþekktar en þar sem þau eru mun minni en hlaupin 1929 og 1939 er talið að orsakir þeirra hafi verið aðrar en þeirra hlaupa (Sigbjarnarson, 1967).

1890 Hámarksútbreiðsla jöklanna



Mynd 4. Hagafellsjökullar og nágrenni á korti Björns Gunnlaugssonar frá 1844 (Gunnlaugsson, 1844).



Mynd 5. Útbreiðsla Hagafellsjökla. Rauð lína er fyrir árið 1890, græn lína er fyrir stærð jökla árið 1946 og blá lína er fyrir árið 2000. Blá merki tákna staðsetningar árlegra sporðamælinga JÖRFÍ (Jöklarannsóknarfélag Íslands, 2015)

Ekki er fullvíst hvenær Hagafellsjökull náðu hámarksútbreiðslu. Ef tekið er mið af korti Björns Gunnlaugssonar (1844) þá ná báðir Hagafellsjökullarnir að suðurenda Hagafells, sjá Mynd 4. Einnig má þar taka eftir að Farið er þar látið hafa farveg um Sanddal en það dregur Guttormur Sigbjarnarson (1967) í efa að geti staðist og telur hann uppdrátt Björns ekki mjög trúverðugan af þessu svæði. Einnig er hér bent á að lega Hagavatns kemur undarlega fyrir sjónir beint fyrir sunnan Hagafell og ekki stíflað af jökli til austurs eða vesturs. Ef miðað er við nákvæmari landakort af svæðinu (Landmælingar Íslands, 1989) þá er þetta svæði á flatlendi og ekki hægt að

koma auga á ástæðu fyrir því af hverju vatnið myndi ekki dreifast suður með báðum skriðjöklunum.

Sigurður Þórarinnsson (1967) telur að hámarksútbreiðslu hafi ekki verið náð fyrr en um miðja 18. öld eða jafnvel ekki fyrr en um miðja 19. öld. Þar sem hann og aðrir höfundar ásamt Jöklarannsóknarfélagi Íslands (2015) sýna þá útbreiðslu einnig 1890, mætt gera ráð fyrir að jökullinn hafi verið að mestu leyti í jafnvægi stóran hluta 19. aldar og ekki farið að hopa fyrir en við lok hennar.

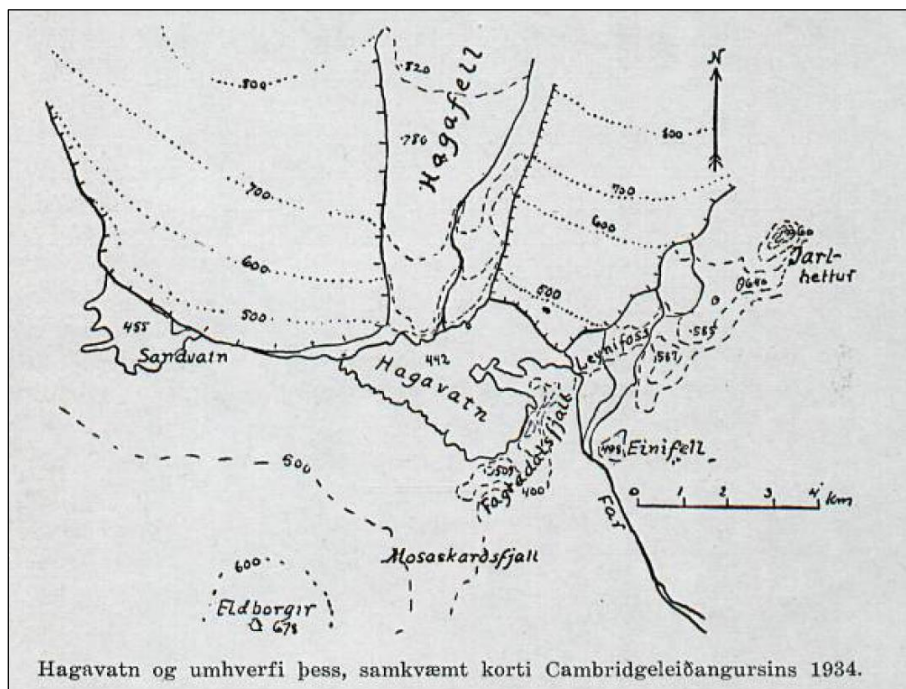
1902 Jökulhlaup

Hlaup kom frá Hagafellsjöklum árið 1902 sem hefur verið talið stafa af því að jökullinn hafi verið farinn að hopa og vatn tekið að leka meðfram norðvestur hlið Brekknafjalla. Vatnsborð er talið hafa lækkað um 4-5 metra (Sigbjarnarson, 1967).

1929 Jökulhlaup

Jökulhlaup 1929 varð þegar Eystri-Hagafellsjökull hafði hopað norður fyrir lægð í Brekknafjöllum þar sem farið braust fram í fossi sem fékk nafnið Leynifoss. Vatnsborð Hagavatns lækkaði við þetta um 6.3m (Sigbjarnarson, 1967). Sá farvegur, þ.e. Leynifoss er nú þurr þar sem farvegurinn árinna færðist í lægra skarð norðar eftir að jökullinn hafði hopað enn frekar árið 1939.

Við þessar breytingar á hæð vatnsborðs Hagavatns, breyttist lega vatnsins talsvert þar sem vestasti hluti þess hefur þornað upp sjá Mynd 6. Þar má sjá hvar útrennsli vatnsins er um leynifoss en einnig má sjá merкта farvegi innar, sem gæti hugsanlega verið seytli um núverandi farveg Farsins um Nýja foss. Á kortinu sést síðan minna vatn við vesturenda vestari jökulsins, sem hér er nefnt Sandvatn.



Mynd 6. Lega Hagavatns sýnd á korti unnið eftir gögnum Cambridge háskóla frá 1934 (Þórarinnsson, 1939).

1939 Jökulhlaup

Eystri-Hagafellsjökull hélt áfram að hopa og árið 1939 var hann kominn inn fyrir núverandi farveg Farsins um Nýjafoss. Þegar vatnsrennslið náði þangað kom talsvert hlaup í ána er metið að við það hafi vatnsborð Hagavatns lækkað um 9.5m. Þessi tvö seinustu flóð, þ.e. flóðið 1929 og 1939 eru talin mun stærri en fyrri flóðin þrjú sem heimildir eru til um (Sigbjarnarson, 1967).

Þessi hlaup virðast hafa vakið talsverða athygli hjá þjóðinni því mikið er fjallað um þau í blöðum og tímaritum þess tíma. Sagt er ítarlega frá rannsóknaðleiðingum að Hagavatni þar sem breytingar á náttúrunni eru skoðaðar eins og grein í Morgunblaðinu árið 1939, „Stórfellt umrót við Hagavatn“ og grein í Vísi frá 1949 „Hvað er að gerast við Hagavatn?“ bera með sér. Sjá Mynd 7.

Þó engin heildarúttekt hafi verið gerð á því hvernig fjallað var um aðra náttúrutengda atburði á þessum tíma þá sýnist höfundur samt að Hagavatn og umhverfi þess hafi þótt afar merkilegt í augum þjóðarinnar á þessum tíma.

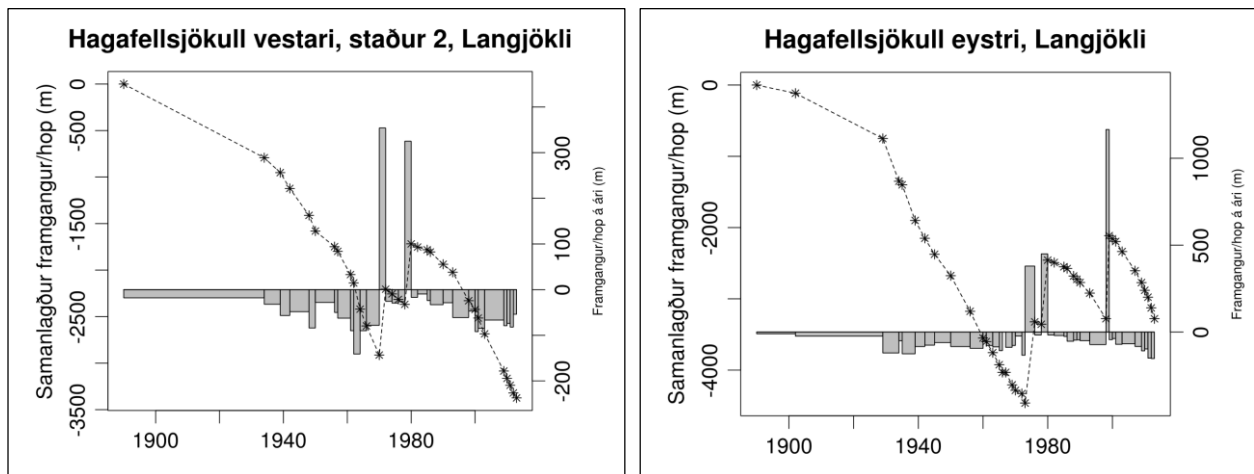


Mynd 7. Umfjöllun um atburðina við Hagavatn eftir hlaupið 1939. Morgunblaðið 1939 og Vísi 1940.

Eftir 1939: Breytt lega Hagavatns og stöðugt hop fyrir utan hlaup tímabil

Við þessi þrjú jökulhlaup þar sem vatnsborð Hagavatns lækkaði um tæpa 20 metra breyttist lega þess verulega og komst nokkurn veginn í núverandi mynd eftir hlaupið 1938. Ef tekið er mið af Mynd 5 þá er greinilegt að dældin sem núverandi Hagavatn er í, var öll undir Hagafellsjökli eystri við hámarksútbreiðslu jökulsins.

Mælingar á sporðum Hagafellsjökla hóstum um 1930 og eru þá til gögn sem sýna stöðu jökulsins frá þeim tíma þó mælingar hafi verið stoppar í fyrstu. Um stöðugt hop hefur verið að ræða utan þeirra tímabila þegar jöklarnir hafa hlaupið en það hefur gerst alls 5 sinnum samanlagt fyrir báða jöklana eins og sést á Mynd 8. Ekki eru til myndir heimildir um fyrri hlaup en ekkert sem bendir til annars en að jöklarnir hafi einnig hlaupið fyrr á öldum.



Mynd 8. Gröf sem sýna lengdarbreytingar Hagafellsjökla frá 1890 til 2013. Sútur sýna mælingu á hopi og jafnað niður milli ára þegar mælingu hefur vantað. Stjörnur tákna stöðu jökulsins við hverja mælingu (Jöklarannsóknarfélag Íslands, 2015).

1971 og 1980 Framhlaup í Vestari-Hagafellsjökli

Framhlaup varð árið 1971 og aftur 1980 í Vestari-Hagafellsjökli. Samkvæmt mæliskýrslum JÖRFÍ gekk jökullinn fram um 708 metra frá mælingunni 1970 til 1972, en jökullinn var ekki mældur árið 1971. Árin þar á undan hafði jökullinn hopað tæpa 80 metra á ári.

Samkvæmt mæliskýrslum JÖRFÍ hafði jökullinn skriðið fram um 650 metra í mælingu árið 1980 miðað við mælingu 1978. Árin þar á undan hafði hann hopað um 25-30 metra (Jöklarannsóknarfélag Íslands, 2015).

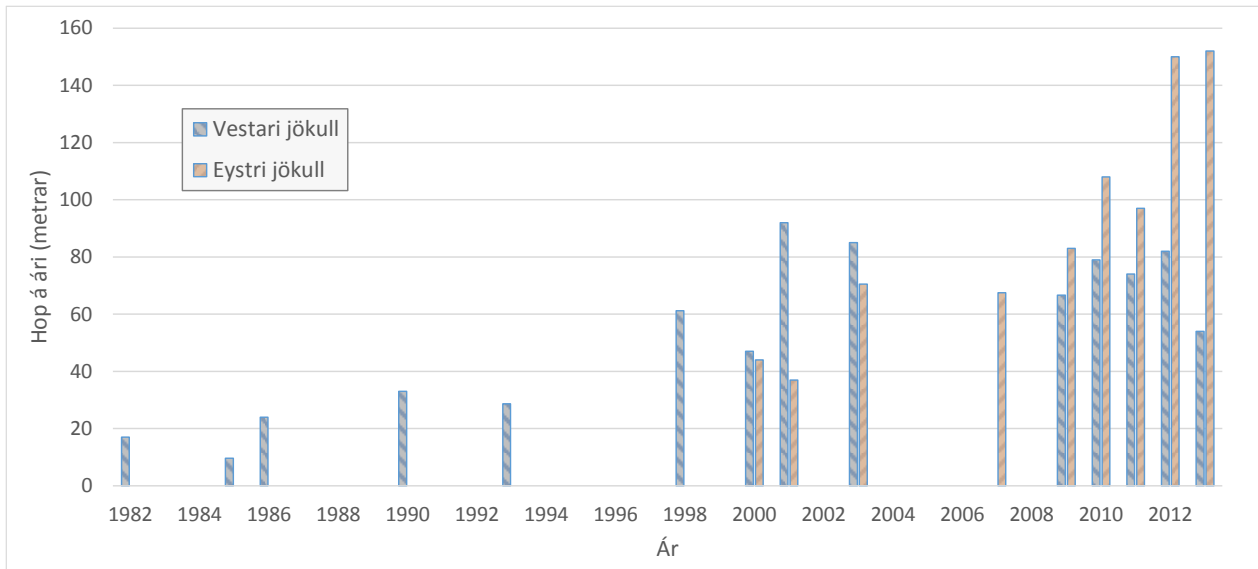
1974, 1980 og 1999 Framhlaup í Eystri-Hagafellsjökli

Á sama tíma og vestari jökullinn hefur hlaupið tvisvar, hefur sá eystri hlaupið þrisvar, eða 1974, 1980 og 1999. Í hlaupinu 1974 mældist hann vera 1139 metrum lengri árið 1976 en hann var 1973. Árið 1980 mældist hann 900 metrum lengri en árið 1978. Árið 1999 mældist hann 1165 metrum lengri en árið 1998 (Jöklarannsóknarfélag Íslands, 2015).

Eftir árið 2000: Jöklarnir hopa báðir hratt

Síðustu ár hafa jöklarnir hopað mjög hratt og sá eystri talsvert hraðar eins og sést á Mynd 9. Ef tekið er mið af Mynd 8 þá sést að eystri jökullinn er kominn á svipaðar slóðir og hann var á við síðasta hlaup en vantar hins vegar ennþá rúman kílómeter til að ná þeirri stöðu sem hann var í við hlaupið 1974. Við mælingar síðustu ár hefur neðsti hluti jökulsins virst vera því sem næst kyrrstæður þar sem við jökulsker sem hafa komið upp úr jöklinum myndast ekki neinar sýnilegar sprungur.

Vestari jökullinn hefur einnig hopað hratt þó ekki jafn hratt og sá eystri eins og sést á Mynd 9. Ef staða hans er hins vegar borin saman við þau hlaup sem hafa verið mæld í jöklinum, þá er ljóst að sporðurinn er kominn talsvert upp fyrir þá stöðu sem hann var við síðustu hlaup eða um hálfan kílómeter upp fyrir hlaupstöðuna frá 1971 en um heilan kílómeter upp fyrir síðustu hlaupstöðu, þ.e. frá 1980. Án þess að það hafi verið mælt sérstaklega þá hefur mælingamönnum fundist vestari jökullinn vera að verða brattari ár frá ári. Það er spurning hvort það bendi til væntanlegs hlaups.



Mynd 9. Mælt hop á ári, þegar mælingar hafa farið fram. Fyrir hvorn jökul eru sýnd gögn frá því jökullinn hljóp síðast. Síðustu mælingar fóru fram árið 2013 (Jöklarannsóknarfélag Íslands, 2015)

Land sem kemur undan jökli

Landið sem kemur undan jökli getur verið afar áhugavert og ekki er þar eingöngu um tilbreytingarlausa sandfláka að ræða. Um 2010 fór að koma í ljós jökulsker í eystri jöklinum þar sem t.d. mátti sjá afar „ferskar“ jökulrispur, sbr. Mynd 10. Óvænt hefur þótt að þar var um hraunlög að ræða en ekki móberg. Á Mynd 11 má sjá jökulrispað hvalbak sem kom fram undan vestari jöklinum. Sjá má þar hvernig endinn sem snýr frá jökli hefur brotnað frá og auðvelt er að hugsa sér hvernig fjærendinn fer frá ef jökullinn skríður aftur yfir hvalbakið og þá myndast brattur endi sem snýr frá jökli. Litlir garðar myndast við hop á eystri jöklinum, sbr. Mynd 12. Þar má auðveldlega sjá að um líklega er um sprungufyllingar að ræða því á jöklinum þar sem þessir hryggir myndast ofan á jöklinum er hægt er að grafa niður að sprungunum sjálfum í jöklinum, undir gördunum. Þá má fylgjast má með því hvernig gróður nemur land sbr. Mynd 13.



Mynd 10. Fersk jökulrispa, nýkomin undan jökli í jökulskeri Eystri-Hagafellsjökull árið 2011. (Ljós. Einar Ragnar Sigurðsson)



Mynd 11. Jökulrispað hvalbak kemur undan vestari jöklinum árið 2013. (Ljós. Einar Ragnar Sigurðsson)

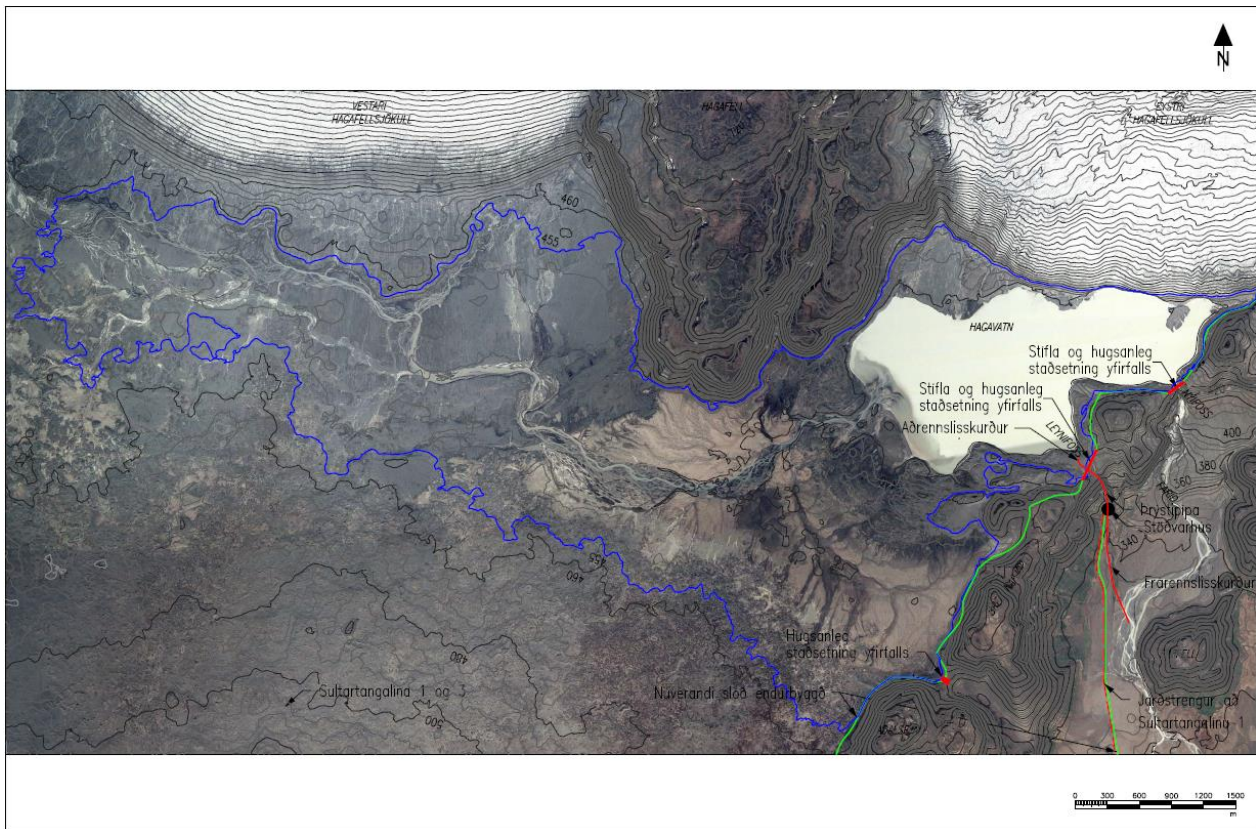


Mynd 12. Afar áberandi garðar koma í ljós á eystri jöklinum. Þessir garðar eru að öllum líkindum sprungufyllingar. (Ljós. Einar Ragnar Sigurðsson)



Mynd 13. Hægt er að fylgjast með gróðri nema land á svæðinu sem kemur undan jökli. Þetta er við eystri jökulinn á stað sem kom e.t.v. undan jökli fyrir 10 árum síðan. (Ljós. Einar Ragnar Sigurðsson)

Framtíð svæðisins



Mynd 14. Útlína Hagavatns sem uppistöðulóns sýnd með blárrí línu (Mannvot, 2015).

Framtíð Hagafellssvæðisins er dálítið óljós eins og stendur. Með áframhaldandi hlýnun jarðar mágera ráð fyrir að hop jöklanna haldi áfram og þeir að lokum hverfi en Helgi Björnsson (2009) sýnir t.d. þróun Langjökuls þannig að skriðjöklarnir tveir verði ekki til sem slíkir við lok 21. aldarinnar.

Aðrir þættir sem gætu einnig haft áhrif til skemmri tíma eru áform um manngerðar breytingar á Hagavatni. Á þeim tíma sem vatnsborð Hagavatns lækkaði, skildi það eftir svæði sem var þakið

fíngerðu jökulseti og hefur verið talið uppspretta sandfoks á Suðurlandi og leitt til talsverðrar gróðureyðingar. Umræður hafa komið til um að hækka vatnsborð Hagavatns þannig að það nái vestur fyrir Hagafell eins og það var á 19. öld. Á áttunda áratug 20. aldar var gert ráð fyrir að slíkt væri gert eingöngu til að koma í veg fyrir sandfok en núna í upphafi 21 aldar er gert ráð fyrir virkjun og nýta Hagavatn sem uppistöðulón. Stærð Hagavatns miðað við tillögur þeirra sem vilja virkja kemur fram á Mynd 14.

4 Lokaorð

Hér hefur verið sagt frá ýmsu sem tengist breytingum á tveimur skriðjöklum frá Langjökli. Hvernig hop jökulsins hefur t.d. valdið endurteknum jökulhlaupum á fyrri hluta 20 aldar, umtalsverðum breytingum á legu jökullóns, jarðvegseyðingu og áhugaverðu landi sem kemur upp undan jöklinum. Svipaðar sögur mætti væntanlega draga fram um hvern og einn þeirra 500 jökla sem eru í rannsókn IPCC á breytingum jökla og ekki síður hvern og einn þeirra 600 jökla sem IPCC (2013) hefur skrár um að séu ekki lengur til.

Heimildaskrá

Björnsson, Helgi (2009). *Jöklar á Íslandi*. Reykjavík: Bókaútgáfan Opna.

Gunnlaugsson, Björn (1844). *Ísland, Suðvestur-fjórðungur*. 1:480.000

Jöklarannsóknarfélag Íslands (2015). *Sporðamælingar JÖRFÍ – Terminus monitoring*. Skoðað 3. apríl 2015 á <http://spordakost.jorfi.is>.

IPCC (2013): *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Landmælingar Íslands og Kortagerðarstofnun bandaríska varnarmálaráðuneytisins (1989). *Haukadalur 1713 I. Staðfræðikort*, 1:50.000, 1-DMA C761.

Loftmyndir ehf. (2015). *MAP.IS*. Skoðað 10. maí 2015 á <http://map.is/base/>

Mannvit (2015). Hagavatnsvirkjun - Tilhögun virkjanakosts R3139A, Skýrsla unnin fyrir fyrir Íslenska Vatnsorka ehf í Janúar 2015 og birtist í drögum vegna Virkjunarkosta til umfjöllunar í 3. áfanga rammaáætlunar frá Orkustofnun

Sigbjarnarson, Guttormur (1967). The Changing level of Hagavatn and Glacial Recession in this Century. *Jökull* (17) bls. 263-279.

Sinton, John (2009). *Geologic Map of the Western Volcanic Zone, 1:200 000*. Skoðað 10. maí 2015 á vef University of Hawai'i at Mānoa: http://www.soest.hawaii.edu/GG/FACULTY/SINTON/Iceland/WVZ_Map.pdf.

Pórarinsson, Sigurður (1939). Nokkur orð um Hagavatn. *Náttúrufræðingurinn*.

Pórarinsson, Sigurður (1966). *The Age of the Maximum Postglacial Advance of Hagafellsjökull eystri*. *Jökull* (16) bls. 207-210.

Myndaskrá

Mynd 1. Staðsetning Hagafellsjökla á Íslandi, kort af map.is	2
Mynd 2. Hagafellsjökla og móbergföll í nágrenni Hagafellsjökla á jarðfræðikorti.	3
Mynd 3. Kort af Hagafellsjöklu og nágrenni, byggt á loftmyndum frá 2000 og 2008	3
Mynd 4. Hagafellsjökla og nágrenni á korti Björns Gunnlaugssonar frá 1844	4
Mynd 5. Útbreiðsla Hagafellsjökla.....	4
Mynd 6. Lega Hagavatns sýnd á korti unnið eftir gögnum Cambridge háskóla frá 1934.....	5
Mynd 7. Umfjöllun um atburðina við Hagavatn eftir hlaupið 1939	6
Mynd 8. Gröf sem sýna lengdarbreytingar Hagafellsjökla frá 1890 til 2013.....	7
Mynd 9. Mælt hop á ári, þegar mælingar hafa farið fram	8
Mynd 10. Fersk jökulrispa, nýkomin undan jökli í jökulskeri	8
Mynd 11. Jökulrispað hvalbak kemur undan vestari jöklinum árið 2013.	8
Mynd 12. Afar áberandi garðar koma í ljós á eystri jöklinum.	9
Mynd 13. Hægt er að fylgjast með gróðri nema land á svæðinu sem kemur undan jökli.	9
Mynd 14. Útlínur Hagavatns sem uppistöðulóns, sýnd með blárri línu.....	9