

# Afkoma og veður á Breiðamerkurjökli og Hoffellsjökli jökulárið 2010-2011.

Reykjavík 31. desember 2011.

Greinargerð til Vegagerðarinnar vegna styrks af tilraunafé til samvinnu um rannsóknir á afkomu Breiðamerkurjökuls og Hoffellsjökuls 2010-2011 vegna landris í nágrenni Vatnajökuls. b.t. Þórir Ingason.

Frá: Jöklahópur, Jarðvísindastofnun Háskólans: Finnur Pálsson, Helgi Björnsson og Sverrir Guðmundsson.

Á árinu 2011 var aflað gagna sem nýtast til mats á landrisi vegna jöklaýrnunar. Um er að ræða mælingar á afkomu, breytingar á lögum yfirborðs og veðurþáttum sem stjórna afkomu.

Eins og mörg undanfarin ár var afkoma Vatnajökuls mæld í um 57 punktum víðsvegar um jökulinn, á suðurjöklinum á Breiðamerkurjökli og Hoffellsjökli (mynd 1). Einnig voru reknar 10 veðurstöðvar, þar af ein á sporði Breiðamerkurjökuls. Hreyfing var mæld á öllum afkomumælistöðvum. Vegagerðin styrkti mælingar á Breiðamerkurjökli og á Hoffellsjökli.

Á árinu 2010 tókst að útvega hæðarlíkan af suðaustur Vatnajökli sem

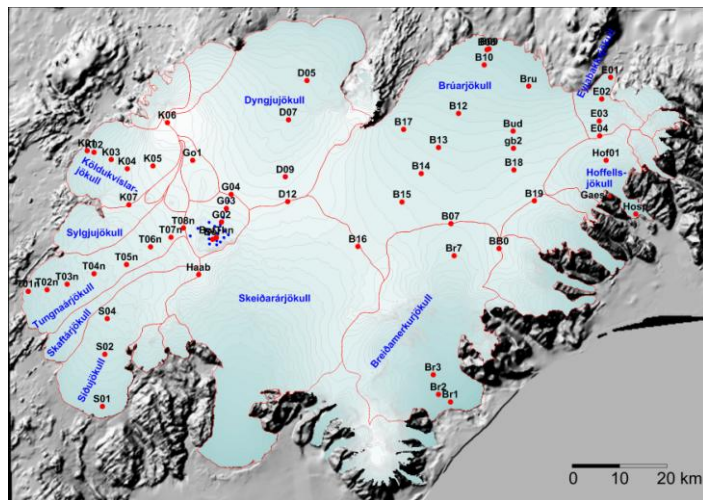
unnið var eftir gögnum frá SPOT 5 gervitunglinu. Einnig tókust mælingar á yfirborði þessa hluta jökulsins með LIDAR síðsumars. Það hæðarlíkan verður fullklárað á árinu

Á árinu 2011 birtist grein í ritrýnda vísindatímaritinu Chryosphere um þróun Hoffellsjökuls frá lokum litlu ísaldar til nútímans, auk spár um þróun hans næstu ártugi. Þar voru nýtt öll hæðarlíkon sem sem tiltæk eru af Hoffellsjökli 1890, 1936, 1945, 1985, 2000, 2008 og 2010, og mismunur þeirra notaður til að meta meðalafkomu jökulsins á ýmsum tímabilum. Allar afkomumælingar á suðaustur-Vatnajökli voru notaðar til að gera afkomulíkan sem tengt er með tölfræðilegum aðferðum við mæliraddir hita og úrkomu. Afkomulíkanið var tengt hreyfilíkani fyrir jökulinn og afkoma og lögum jökulsins hermd alla 20. öldina og fram til 2010. Eftir 2010 var líkanið keyrt áfram með bestu tiltækum spám um þróun loftslags næstu hundrað árin. Í sem stystu máli bar líkankeyrslum vel saman við sögu sem rekja má eftir kortunum. Þannig hefur fengist raunhæft mat á breytingu ísfargs vegna Hoffellsjökul alla 20. öldina og spá um hvetnig ísfarg breytist næstu áratugi. (sjá nánar í greininni sem er hér í viðhengi).

Fyrirhugað er að vinna samskonar vinnu fyrir Breiðmerkurjökul á næstu árum. MA nemi vinnur nú að gerð yfirborðskorta og könnun allra sögulegra heimilda um jökulinn.

Doktorsnemi vinnur að svipuðu verki fyrir aðra skriðjökla SA-Vatnajökuls.

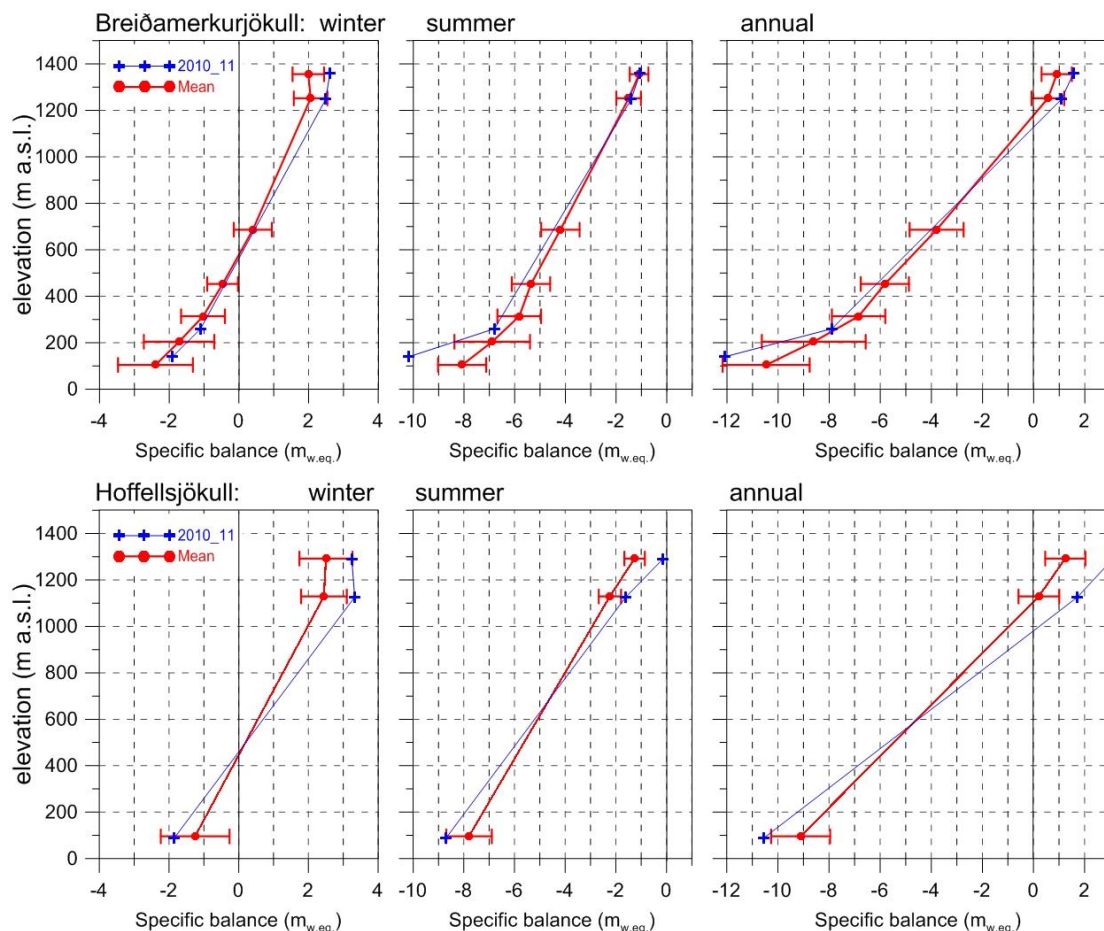
Að mælingum ársins unnu Finnur Pálsson, Þorsteinn Jónsson, Sveinbjörn Steinþórsson, Hlynur Skagfjörð og Snævarr Guðmundsson. Finnur Pálsson sá um úrvinnslu mælinga og túlkun þeirra.



Mynd 1. Afkomumælistaðir og veðurstöðvar á Vatnajökli 2011 (veðurstöðvar eru við Hosp01, Hof01, Gaes, Br1, B16, B13, B10,

## Niðurstöður afkomumælinga

Breytileiki afkomu með hæð á Breiðamerkurjökli og Hoffellsjökli er sýndur á 2.. mynd.

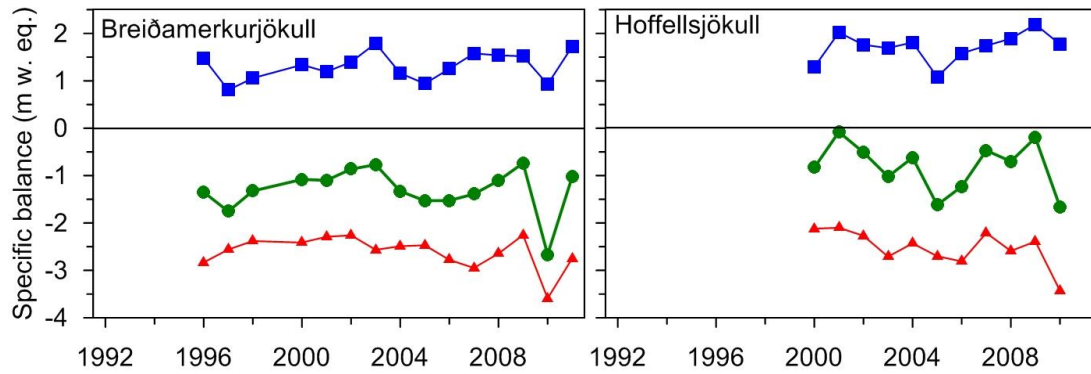


Mynd 2. Breytileiki afkomu með hæð á Breiðamerkurjökuls og Hoffellsjökus jökulárið 2010-2011 og meðaltal allra ára sem afkoma hefur verið mæld. (afkoma í mm vatnsjafngildi og hæð (y-ás) í m yfir sjó).

Afkoma í tveim efstu mælistöðvum var mæld í afkomumælileiðöngrum í maí og október en jökulsporðurinn er yfirleitt ófær þar til dálíttill snjór hefur safnast fyrir. Að þessu sinni var gagna aflað í leiðöngrum í október 2010 (nýjrir afkomuvíra boraðir niður), mars 2011, vitjað um veðurstöðvar á Breiðamerkurjökli og sporði Hoffellsjökuls, 4 sinnum voru gögn sumarið lesin gögn af stöðinni á Breiðamerkurjökli, í tilfallandi ferðum.

Af línuritunum á mynd 2. sést að vetrarafkoma neðst á jöklunum er ekki fjarri meðallagi (að venju neikvæð um ~2m, en talsvert meiri efst á safnsvæðunum (ath. að rauðu þverstrikin sína eitt staðalfrávik mæliraðar í hverjum punkti). Sumarleysing var hinsvegar mun meiri en að jafnaði á sporði Breiðamerkurjökuls, þar er um að kenna ösku úr Grímsvatnagosinu (20 -25 maí) sem lagðsit yfir neðsta hluta jökulsins snemma í gosinu. Á Hoffellsjökli gætti ekki ösku, og kalt vor og dimmt sumar ollu minni leysingu en í meðalári. Heldur meiri leysing var efst á Hoffellsjökli en í meðalári, líklega vegn ryks af hálendinu sem settist á jökulinn í þurrum norðan og austanáttum.

Eftir mælingurm í stökum punktum eru unnin stafræn kort (með 200m möskvum) vetrar-, sumar-, og ársafkomu. Rúmmál afkomu einstakra jökulhluta er fundið með því að tegra afkomukortin yfir þau svæði. Þessari vinnu er enn ekkilokið fyrir Hoffellsjökul, gögn um heildarsumarleysingu ekki tiltæk fyrr en í apríl þegar veðurstöðin á sporinum var tekin niðu, og þá lesið af leysingavír, en snjóhæðarmælirinn hafði fallið fyrir sumarlok.

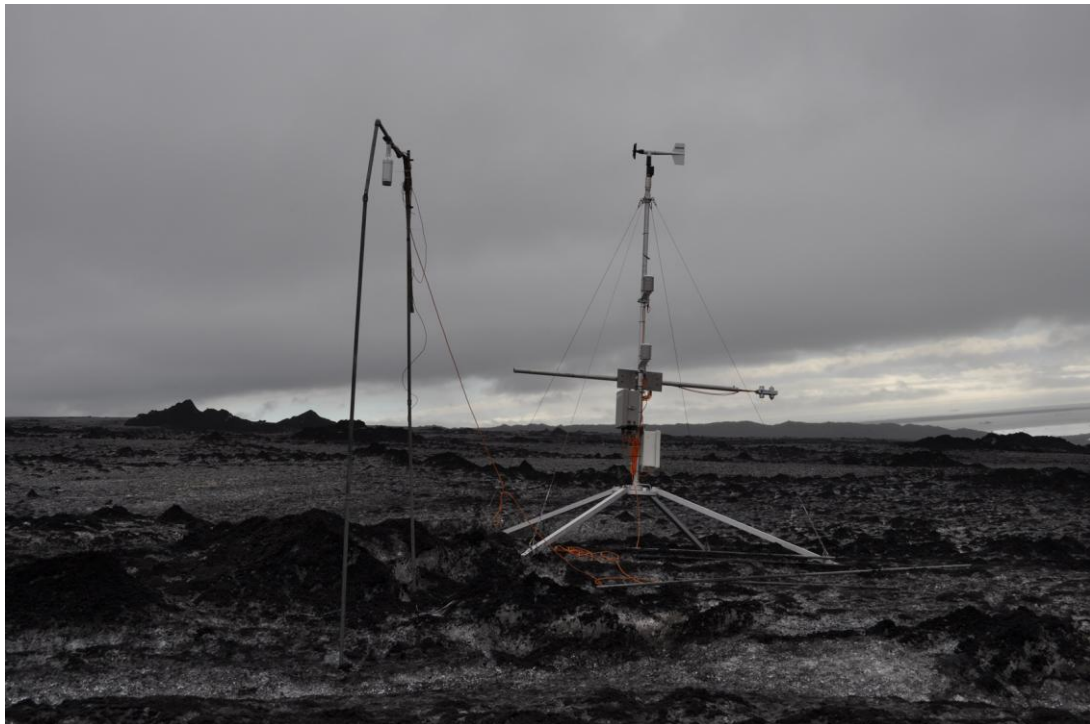


Mynd 3. Afkoma Breiðamerkurjökuls og Hoffellsjökuls frá upphafi afkomumælinga þar, reikningi á afkomu Hoffellsjökuls árið 2010-11 er ekki lokið.

Vetrarafkoma Breiðamerkurjökuls 2010-11 var 34% meiri en meðallag mælitímabilsins frá 1996, og en sumarleysing 5% meiri, ársafkoman (rýrnunin) 77% af meðaltali mælitímans. Þrátt fyrir að saman færu þættir sem að öllu jöfnu orsaka litla leysingu, kalt vor og sumarbyrjun, vetrarbyrjun óvenjusnemm og heldur risjótt tíð, náði leysing ríflegu meðaltali. Það skýrist af dreifingu ösku úr Grímsvatnagosinu um jökulinn (einkum á leysingasvæðið), en dökk askan eykur ísog sólarljóss, en orka þess er ráðandi orsök leysingar.

Heildarýrnun Breiðamerkurjökuls vegna afkomu á yfirborði er orðin 21 m (vatnsjafngildi) jafndreift yfir jökulinn (990 km<sup>2</sup>), á 16 árum í lok jökulársins 2010-11 eða þynning vegna afkomu að jafnaði 23.5 m af ís.

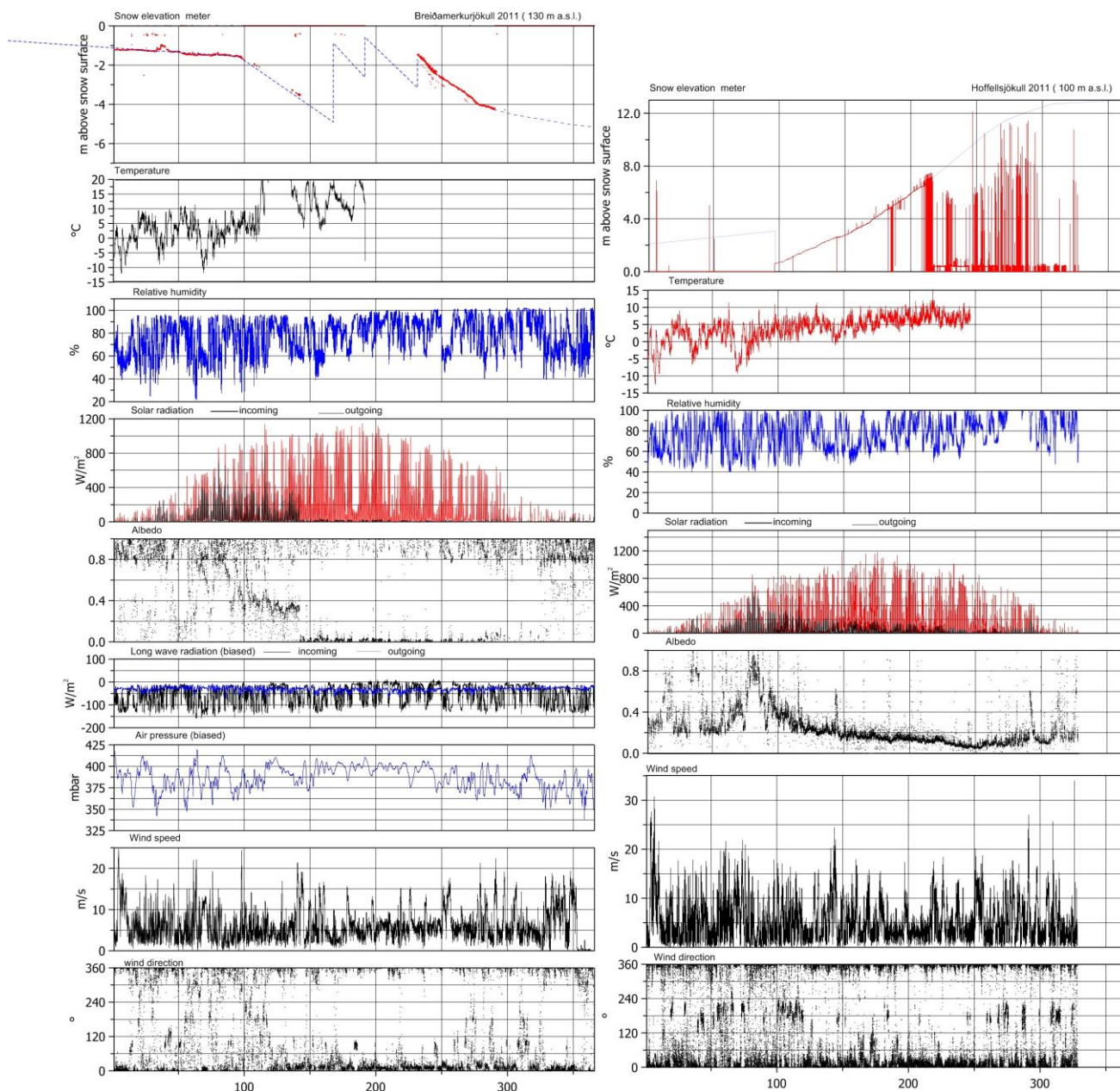
Á þessu tímabili hefur vetrarafkoman verið 21 m en sumarleysing um 42 m, þannig er leysing nærri tvöfalt meiri en vetrarsnjór sem safnast fyrir. Auk massataps vegna yfirborðsafkomu tapast ísmassi vegna kelfingar sem nemur um 0.25-0.5 km<sup>3</sup> á ári (vaxandi með tíma) sem svarar til meðalþynningar alls jökulsins um ~5 m á 16 árum. Rýrnun vegna kelfingar er því nærri 25% af heildarýrnun Breiðamerkurjökuls.



Mynd 4. Við veðurstöðina á Breiðamerkurjökli 19. ágúst 2011. Þarna er vanalega glæra ís, en askan frá Grímsvötnun situr enn í yfirborði. (Ljós: Snævarr Guðmundsson).

## Veðurathuganir

Til að auka skilning á samhengi veðurs og jöklabreytinga hefur veðurgagna á jökli verið aflað. Á Breiðamerkurjökli (í ~130 m hæð jökulárið 2010-2011) er veðurstöð rekin allt árið, í samvinnu við Háskólann í Utrecht í Hollandi (IMAU). Sams konar veðurstöð er rekin í um 100 m hæð á sporði Hoffellsjökuls, nú með stuðningi Vegagerðar. Símasamband er við stöðina á Hoffellsjökli og gögn lesin af henni öðru hvoru, en af Breiðamerkurjökulsstöðinni er lesið þegar vitjað er um hana.



Mynd 5. Helstu veðurþættir á Breiðamerkurjökli og Hoffellsjökli 2011.

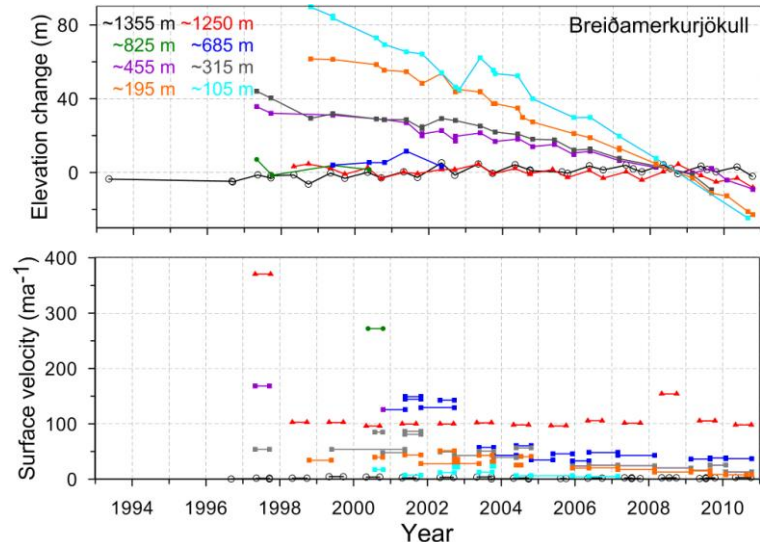
Hitamælar beggja stöðva biluðu á árinu og snjóhæðarmælar náðu ekki skráningu allt árið samfellt. Af veðurgögnunum má sjá að sumarið var stutt vindasamt og ekki bjart nema stutt tímabil í senn. Nú (apríl 2012) hefur veðurstöðin á Hoffellsjökli verið flutt í ~600m hæð á Breiðamerkurjökli eftir viðgerðir (m.a. skipt um hita-rakaskynjara), en veðurstöðin á Breiðamerkurjökli var endursmíðuð, skipt um mælitæki og sett í hana GSMmótald til gagnaaflestrar. Báðar stöðvarnar eru nú rekstri, og fyrirhugað að svo verði næstu ár.

## Hæðarbreytingar (þykktarbreytingar)

Í öllum afkomumælipunktum er yfirborðshæð mæld með nákvæmum GPS tækjum og þannig fylgst með hæðarbreytingum jökulsins. Yfirborð var einnig mælt á mælininum um nær allan jökulinn með nákvæmri loftvog 1991 í íssjarmælingaleiðangri (efst á jöklinum 1988, þegar Brúarjökull var kortlagður með íssjá). Yfirborðshæð á efri hluta jökulsins (ofan Eyjólfsfells) og svæðinu milli Máfabyggða og Esjufjalla var mælt á sniðum með kinematic GPS samhliða kortlagningu botns með íssjá á árabílinu 2000 til 2005. Stafræn kort af yfirborði hafa verið unnin eftir SPOT5 gervitunglagögnum frá árunum 2003 og 2008.

Hér að ofan (6. mynd) er yfirlit um hæðarbreytingar og skriðhraða Breiðamerkurjökuls í afkomumælistöðum. Nærri jökulröndinni eins og hún var 1991 hefur jökullinn þynnst um ríflega 110 m frá vori 1998. Ofar hefur hann þynnst minna, um 95 m í ~150 m hæð, 65 m í 300 m (frá 1997) og ríflega 45 m í 450 m (frá 1997). Á hæðarbilinu milli 700 -1250 m hefur þynning verið nærri 15 m. Hraði þynningar hefur aukist eftir 2001. Á ísaskilum Breiðamerkurjökuls og Brúarjökuls, þar sem jökull er enn að hækka eftir framhlaup Brúarjökuls 1963-64, hefur jökullinn þykknað um nærri 15 m frá u.þ.b. 1990, hraðast á árabílinu 1990-95, en í mögru árunum síðan hefur hæð þar verið nær óbreytt, en þó lækkað um tæpa tíu metra á síðustu 3 árum.

Unnið er að því að nota þessi gögn ásamt öllum tiltækum kortum til að reikna massatap jökulsins og dreifingu þess í fleti. Ekki var unnt að ráðast í nákvæmar hæðarmælingar á árinu 2011, þannig að ekkert marktækt bættist í þetta gagnsafn á árinu



Mynd 6. Hæðarbreytingar og skriðhraði á mælistöðvum á Breiðamerkurjökli 1991 til 2010. Hæð vorið 2008 er til viðmiðunar.

Allur styrkur Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar til þessa verkefnis (400 þ.kr) var nýttur til mæliferða, en kostnaður við verkið allt mun meiri, eða nálægt 1.5 Mkr.

Meðfylgjandi er greinin:

The Cryosphere, 5, 961–975, 2011 [www.the-cryosphere.net/5/961/2011/](http://www.the-cryosphere.net/5/961/2011/)  
doi:10.5194/tc-5-961-2011, © Author(s) 2011. CC Attribution 3.0 License.

### **Modelling the 20th and 21st century evolution of Hoffellsjökull glacier, SE-Vatnajökull, Iceland**

**G. Aðalgeirsdóttir<sup>1,2</sup>, S. Guðmundsson<sup>1</sup>, H. Björnsson<sup>1</sup>, F. Pálsson<sup>1</sup>, T. Jóhannesson<sup>3</sup>, H. Hannesdóttir<sup>1</sup>, S. Þ. Sigurðsson<sup>4</sup>, and E. Berthier<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Earth Sciences, University of Iceland, 101 Reykjavík, Iceland

<sup>2</sup>Danish Meteorological Institute, Lyngbyvej 100, 2100 Copenhagen, Denmark

<sup>3</sup>Icelandic Meteorological Office, Bústaðavegi 150, 105 Reykjavík, Iceland

<sup>4</sup>Department of Computer Science, University of Iceland, 107 Reykjavík, Iceland

<sup>5</sup>CNRS; Université de Toulouse, Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (LEGOS); 14 Av. Ed.

Belin, 31400 Toulouse, France

Received: 21 March 2011 – Published in The Cryosphere Discuss.: 6 April 2011

Revised: 5 October 2011 – Accepted: 20 October 2011 – Published: 2 November 2011