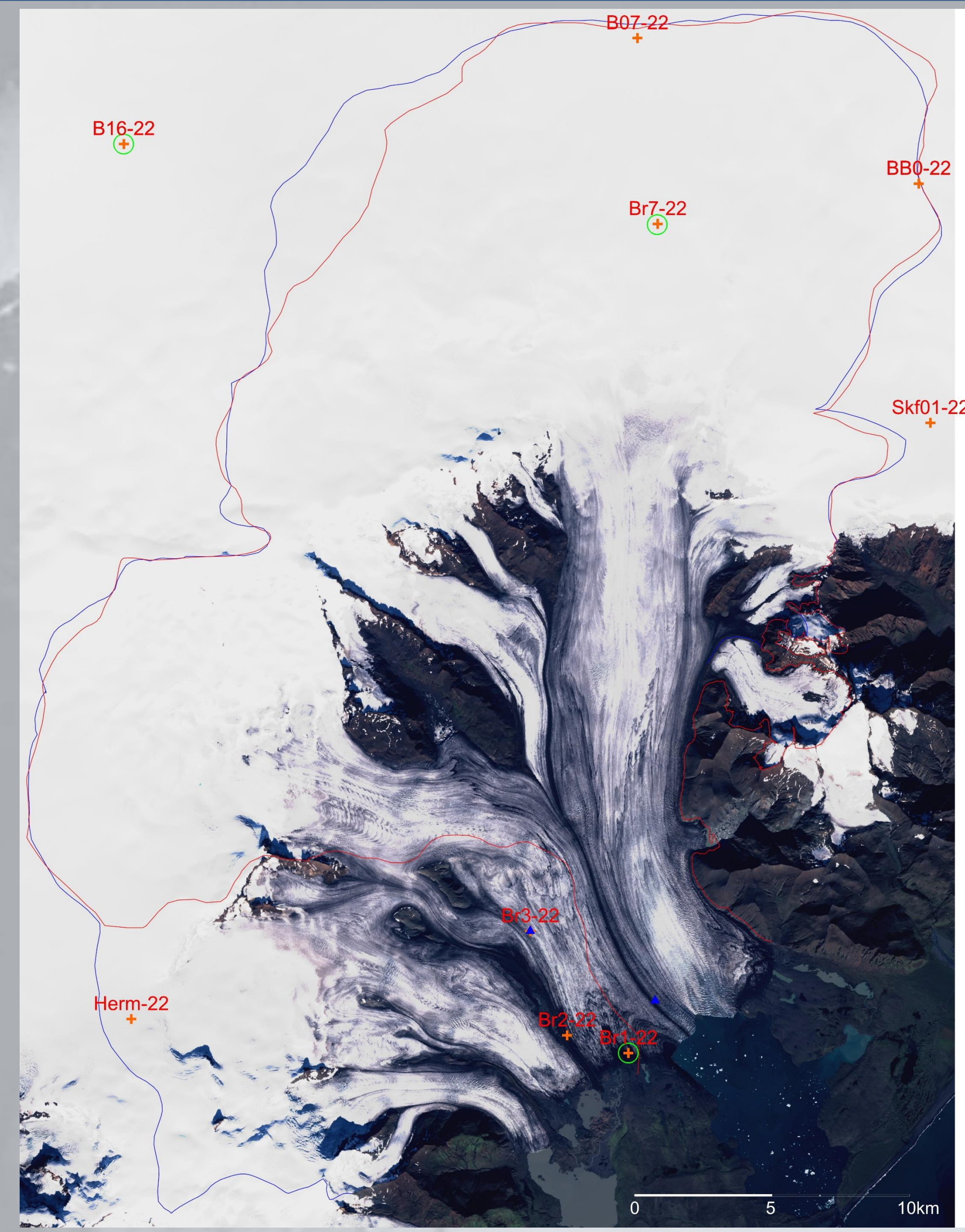


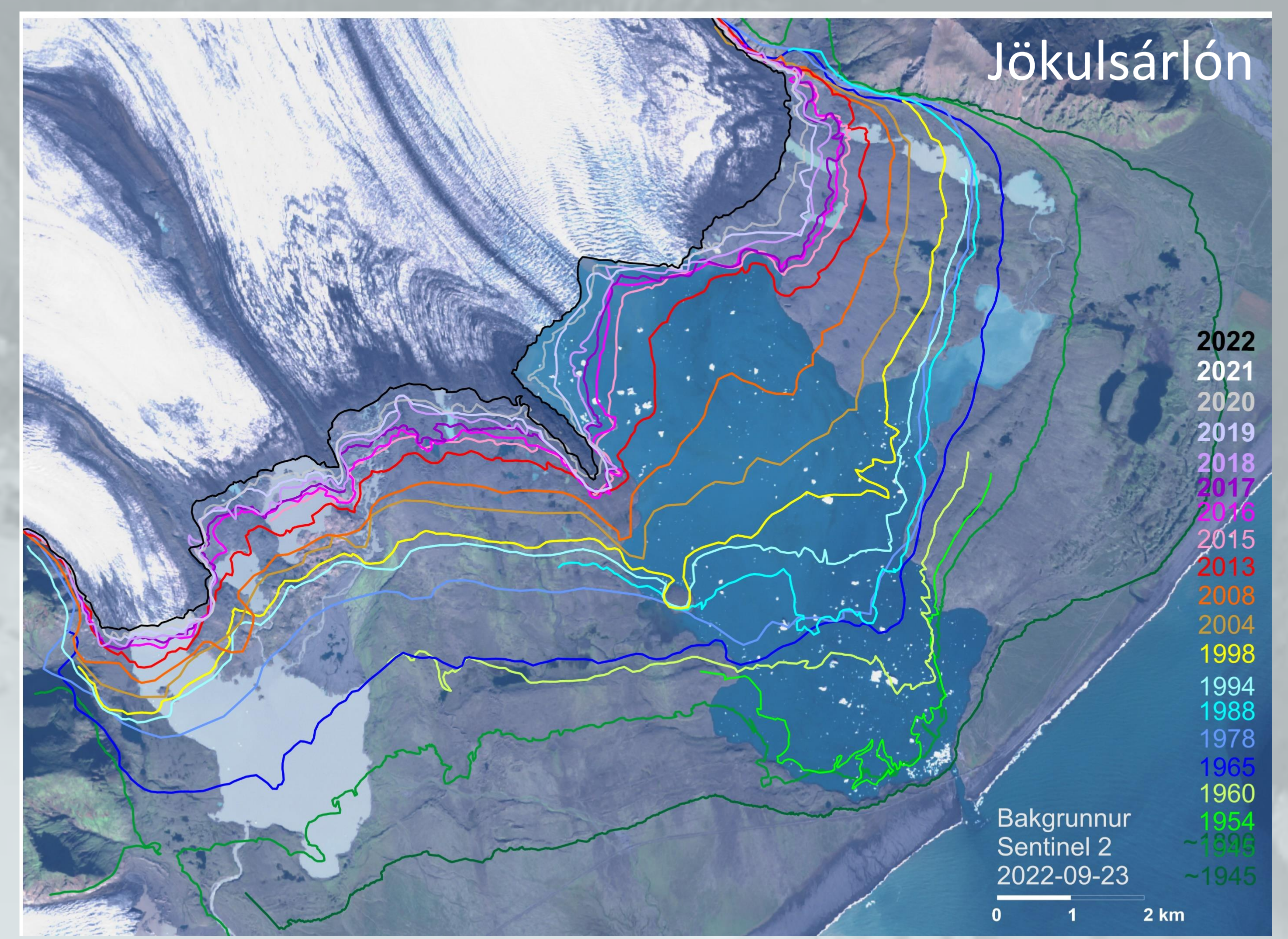
Verkefnið: Afkoma og hreyfing Breiðamerkurjökuls og afrennsli leysingavatns til Jökulsárlóns á Breiðamerkursandi

Finnur Pálsson¹, Eyjólfur Magnússon¹, Sveinbjörn Steinþórsson¹, Joaquín M. C. Belart²
 Jarðvísindastofnun Háskólans 2: Landmælingar Íslands

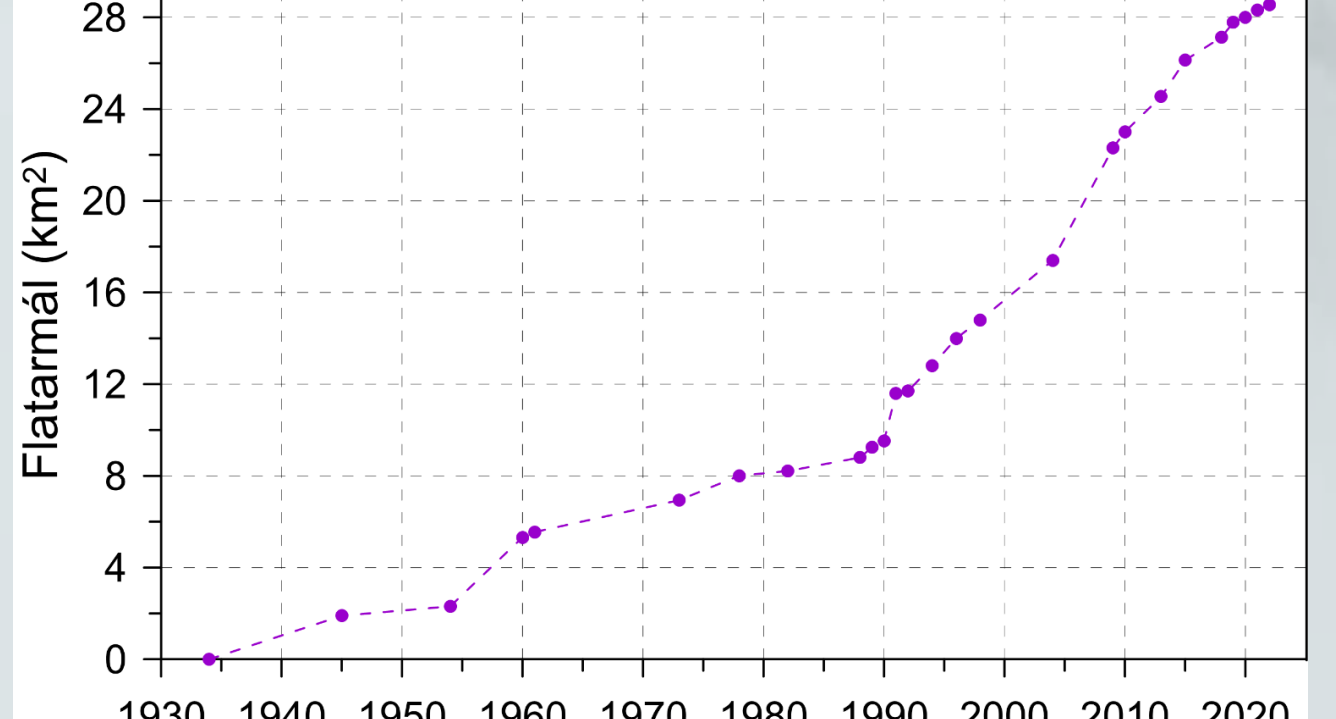


Mælistaðir á Breiðamerkurjökli: Afkomumælistaðir (-), veðurstöðvar (○), GPS stöðvar (△) og myndavél (▲) á og við Breiðamerkurjökul. Ísaskil Breiðamerkurjökuls eru sýnd með blárrí línu og vatnaskil Jökulsárlóns með rauðri. Í bakgrunni er Sentinel 2 gervihnattamynd frá 23. september 2022.

Jöklahópur Jarðvísindastofnunar hefur í áratugi aflað gagna um Breiðamerkurjökul, Jökulsárlón og Jökulsá á Breiðamerkursandi, lengst af í samstarfi við Vegagerðina. Megin tilgangur þessa verkefnis er þrjúþættur: Könnun afrennslis til Jökulsárlóns, mat fargreytinga (vegna landlyftingar), öflun gagna til að meta líklega þróun Breiðamerkurjökuls og jaðarlóna hans næstu ártugi. Auk þess að hafa vísindalegt gildi, skipta allir þessir þættir máli í ákvörðunum um staðsetningu og hönnunarforsendur vegamannvirka á Breiðamerkursandi. Í samvinnu við Vegagerðina, sem þá var að huga að brúargerð yfir Stemmu og hugsanlegum flutningi brúar yfir Jökulsá, voru gerðar íssjarmælingar á Breiðamerkurjökli vorið 1991. Eftir mælingunum voru gerð kort af yfirborði jökulsins og botni hans. Þessi nýju kort, ásamt því að áin Stemma hætti að renna til sjávar (heldur fór með jökuljaðrinum til Jökulsárlóns þegar jökullinn hörfaði 1992) og spá um enn frekari hörfun, varð til þess að hætt var við nýja brú yfir Stemmu. Þá varð líka ljóst að ekki kæmi vegstæði undan jökli til að leysa af hólmi brú yfir Jökulsá heldur myndi lónið stækka til norðurs þegar jökullinn hörfaði; bergbotn fer ekki yfir sjávarmál fyrr en ~20 km norðar. Rannsóknir á Breiðamerkurjökli og Jökulsárlóni hafa í framhaldi af þessu beinst að afkomu jökulsins, orkuflæði að yfirborði, hreyfingu hans og lögun, kelfingu í Jökulsárlón, orkuskiptum þar, afrennsli vatns þangað og fleira tengt því. **Hér er sjónum beint að afkomu jökulsins og breytingum á stærðum jökuls og lóns.**



Legu jaðars Breiðamerkurjökuls á ýmsum árum frá lokum litlu Ísaldar um 1890 til hausts 2022. Ysti jaðarinn (~1890) er unnin eftir korti danska herforingjarsins og legu ystu jökulgarða, aðrir eftir flugmyndum úr safni Landmælinga Íslands en frá 2003 útrá gervihnattamyndum (SPOT-5, Landsat 8 og Sentinel2). Jaðrar eftir 2004 eru unnin eftir gervihnattamyndum (SPOT-5, Landsat 8, Sentinel2). Í bakgrunni er mynd frá Sentinel2 (ESA) frá 23. september 2022, en jaðarinn 2022 er rakinn eftir henni.



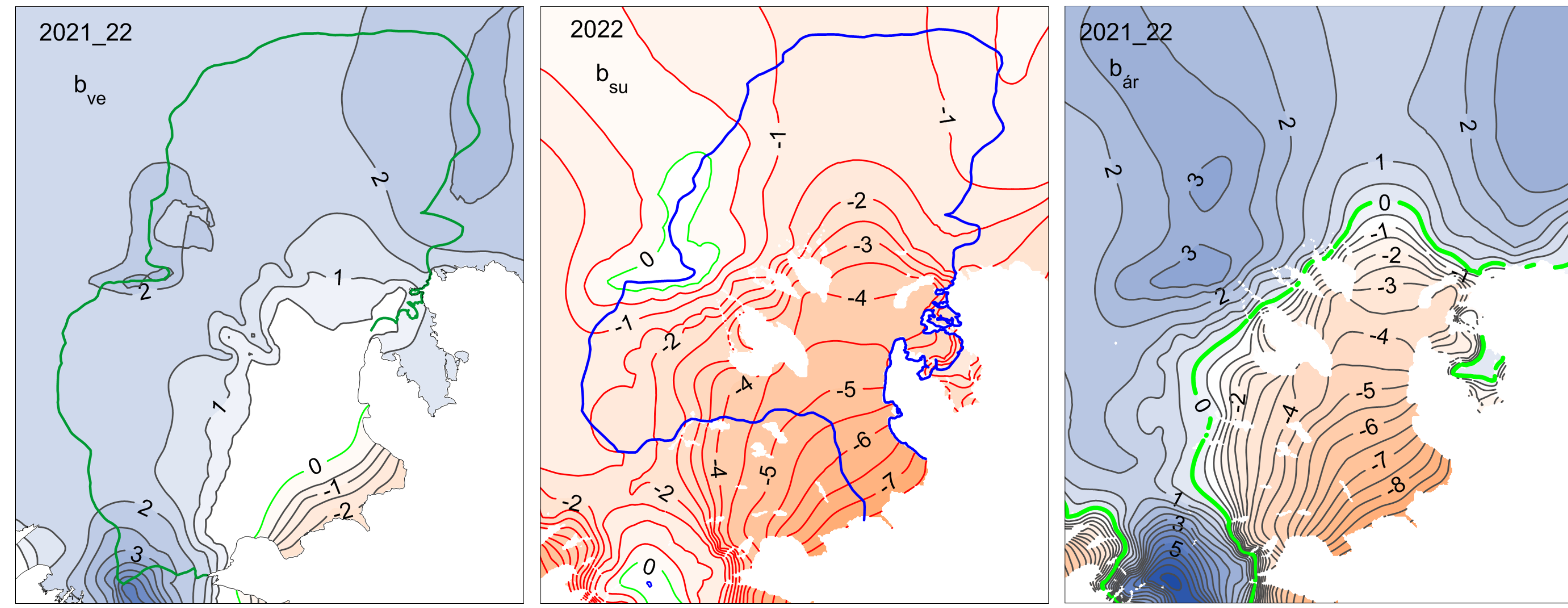
Þróun flatarmáls Jökulsárlóns unnið útrá sömu gögnum. Hægt hefur á stækkun lónsins síðustu ár.

Hvernig hefur Breiðamerkurjökull það ?

Á veturnum safnast fyrir miklu meiri snjór á jökulinn en það sem bráðnar, massi hans eykst. Massatap verður vegna leysingar á yfirborði, kelfingar íss í Jökulsárlón, leysingu vegna jarðvarma við botn og innri núnings og enn fleira kemur til. En yfirborðsbráðnun og kelfing eru langstærstu þættirnir. Skoðum nánar:

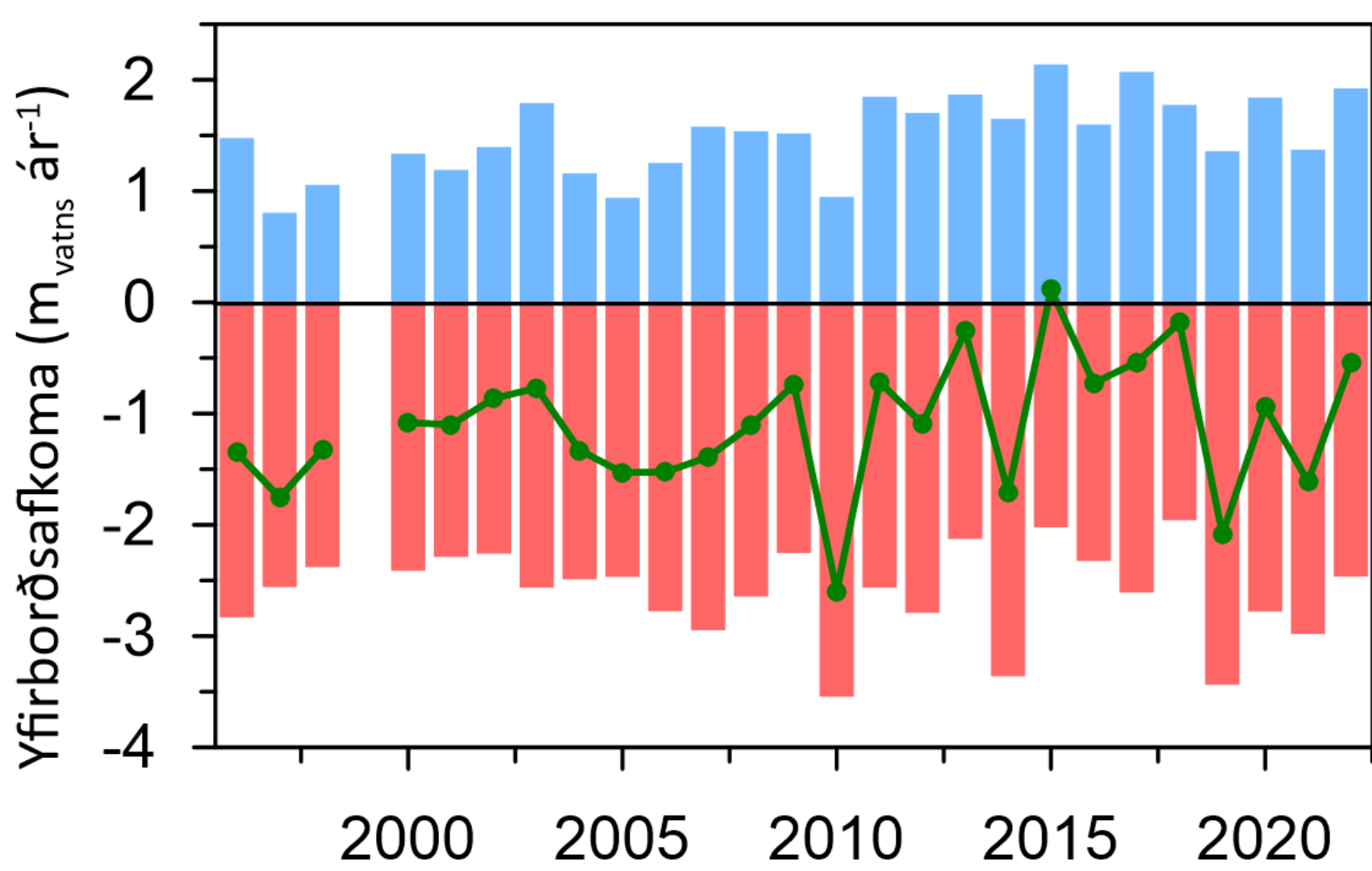
Yfirborðsafkoma:

Árlega er þykkt vetrarsnævar á jökli er mæld með því að bora með kjarnbor í gegnum vetrarsnjóninn á völdum mælistöðum. Rýrnun að sumri er mæld með stikum eða vírum sem settu eru í borholur að vori, og mælingu vor og haust á lengd þeirra uppúr yfirborði. Eftir þeim mælingunum eru gerð kort af dreifingu vetrarsnævar (tekjur) og sumarafkomu (gjöld), allt reiknað yfir í ígildi vatns.

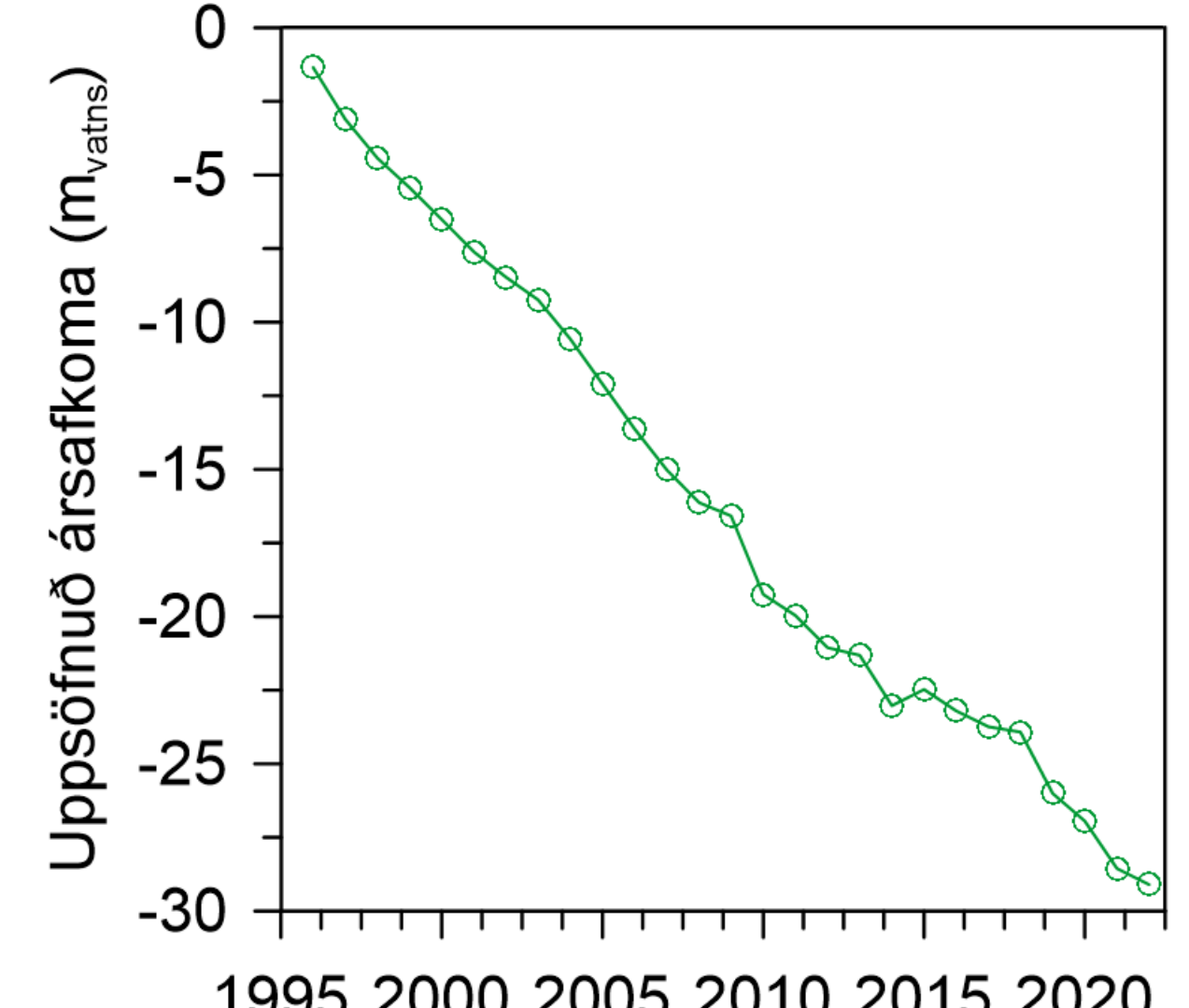


Vetrarsafkoma Breiðamerkurjökuls veturinn 2021-2022 Sumarafkoma 2022 Ársafkoma jökulárið 2021-2022
 Kortin sýna afkomu á hverjum stað sem þykkt vatns

Ísasvið Breiðamerkurjökuls er sýnt með grænni línu (vinstri rammi) og vatnsvið Jökulsárlóns á Breiðamerkursandi með blárrí línu (miðju rammi). Ofan þykku grænu línunnar á ársafkomukortinu (bláleitt svæði) eru fyrningar þetta jökulár en neðan hennar (raudleitt) hefur jökullinn rýrnað.



Tímaröð afkomumælinga á Breiðamerkurjökli; Afkomuþættir eru sýndir sem þykkt vatns jafndreift yfir jökulinn. Vetrarsafkoma, Sumarafkoma og Ársafkoma. Að meðaltali á mælitímanum er vetrarsafkoma 1,49 m, sumarafkoma -2,60 og ársafkoma þá -1,11 m að vatnsgildi; sem jafngildir að jökull þynnist árlega um 1,23 m vegna yfirborðsafkomu.



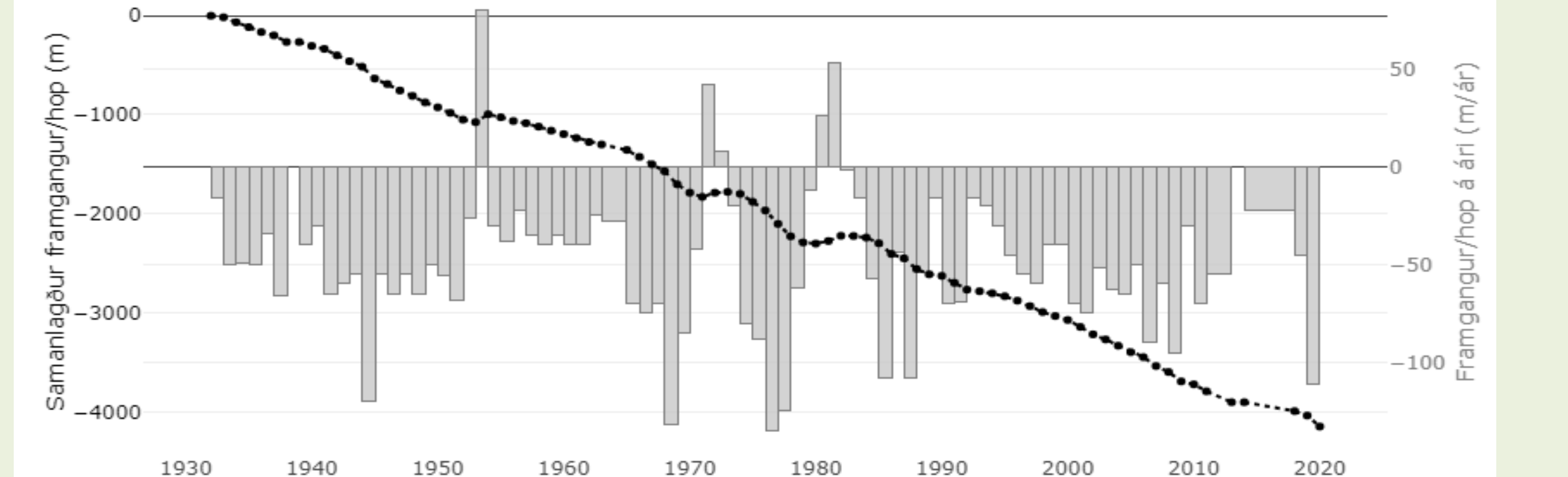
Uppsöfnuð ársafkoma við yfirborð sem þykkt vatns jafndreift yfir jökulinn. Rýrnunin jafngildir 29 m vatns í heild sem er meðalþynning hans um 32 m. Einungis eitt ár (2014-15) hefur snjósöfnun vetrar meiri en massatap á yfirborði á mælitímanum.

Kelfing:

Skríðhraði á blásporðinum þar sem hann skríður ofan jökulsárlóns hefur mælst um ~600 m á ári og kelfandi tungan er um 3 km breið. Miðað við núverandi þekkingu á botnlögun er flatarmál þversniðs kelfandi hlutans um ~0,5 km² og rúmtak ískelfingar er þá nærri 0,5*0,6 = 0,3 km³. En auk þess hefur kelfandi hluti sporðsins líka tapað um 4 km² frá 2013 og meðalþykkt þess ~400 m. Þetta er tapaða ísnúmmál er um ~1,6 km³ eða 0,18 km³ á ári. Samtals verður þá árlégt rúmtak kelfingar ~0,5 km³ af ís. (Til samanburðar er heildarsumarleysing að jafnaði um 2,5 km³). Þetta er stærðargráðu reikningur en skilar sheldur lægri niðurstöðu og áður hefur verið metið (0,6-0,7 km³), en unnið er að nákvæmari mati. Meðalrýrnun síðustu árin vegna kelfingar samkvæmt þessu er ígildi um ~0,5 m vatns jafndreift um jökulinn (0,6-0,7 m skv. eldra mati), sem bætist við 1,11 m vegna yfirborðsafkomu. Árleg heildarýrnun er því metin á bilinu 1,6 til 1,8 m, sem samsvarar 1,8 til 2,0 m meðalþynning.

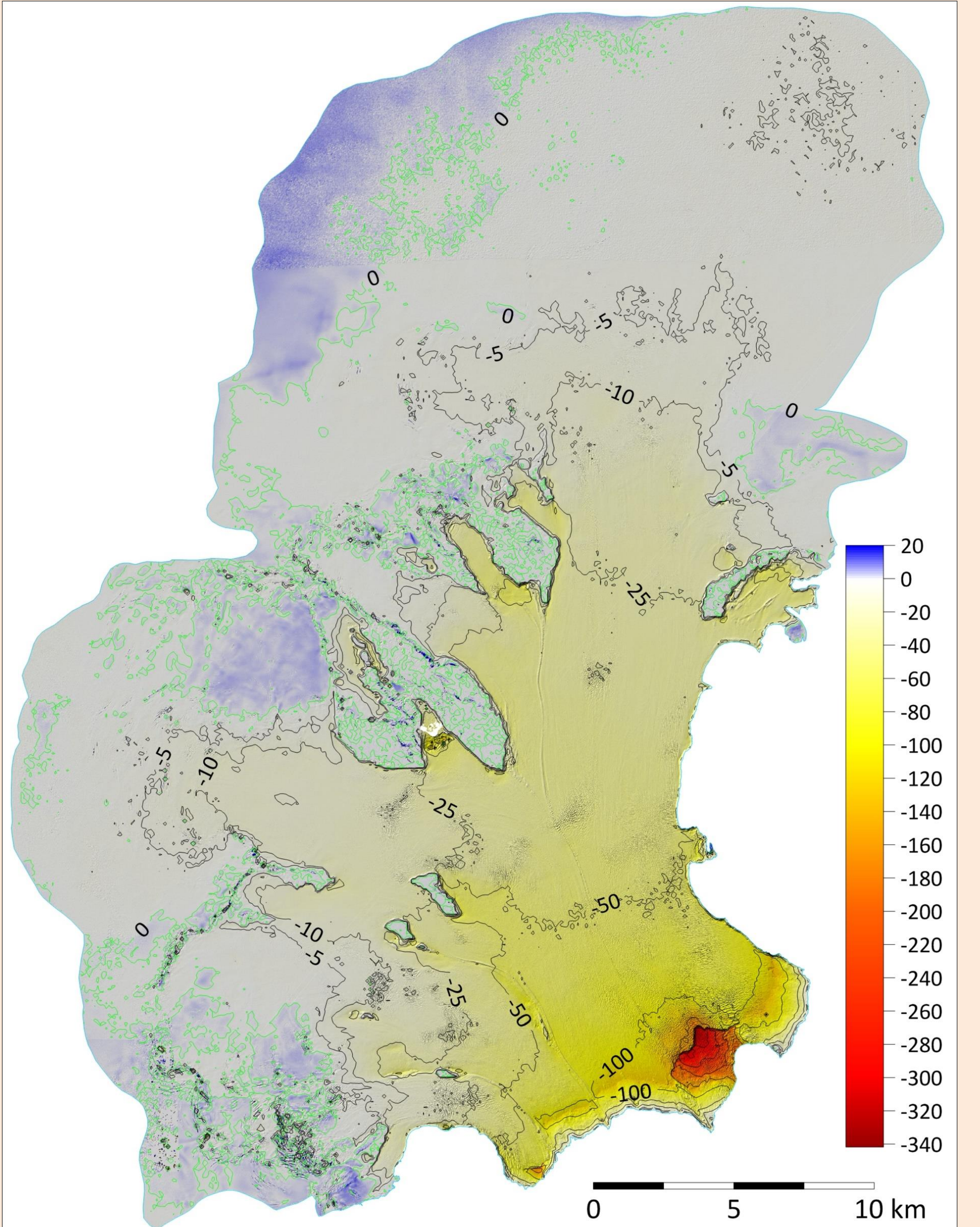
Breiðamerkurjökull hefur það sem sagt ekki gott: Árleg rýrnun frá 1996 er metin 1,6 til 1,8 m að vatnsgildi jafndreift eða árleg þynning 1,8 til 2,0 m.

Hop Breiðamerkurjökuls



Jöklarannsóknafélag Íslands hefur mælt stöðu sporðs Breiðamerkurjökuls (sjá vefinn islandskirjoklar.is). Á mælistað rétt vestan Jökulsárlóns hefur jökullinn hropað nær samfellt frá 1930, samtals um rúma 4 km. Athugun á legu jaðra á myndinni í rammanum hér að ofan sýnir að jökullinn hefur hörfað á bilinu 4-8 km frá um 1980, mest þar sem lónið er nú.

Afkoma metin metin með hæðarlíkönun.



Hæðarbreyting Breiðamerkurjökuls frá ágúst 2010 til hausts 2021, samkvæmt mismunni hæðarlíkana. Rúmtak jökulsins hefur minnkað um 13,35 km³ sem jafngildir að meðalþynning tímabilsins sé 1,93 m. Meðalafkoma tímabilsins er þá -1,64 m að vatnsgildi (miðað við að eðlismassi þess sem tapaðist hafi að jafnaði verið 850 kg m⁻³). Mæld yfirborðsafkoma er á tímabilinu er um -0,9 m sem bendir til að um 0,7 m hafi tapast árlega af öðrum ástæðum, langstærri hluti þess vegna kelfingar í Jökulsárlón, og er í ágætu samræmi við matið í rammanum hér til hliðar. (Hæðarlíkan 2010 gert eftir Lidar mælingu* úr flugvél, en 2021 eftir SPOT7 gervituglamyndum frá SPOT Image og Legos í Toulouse Frakklandi. *Tomas Johannesson, o.fl. 2012. Ice-volume changes, bias-estimation of mass-balance measurements and changes in subglacial lakes derived by LIDAR-mapping of the surface of Icelandic glaciers. *Annals of Glaciology* 54, 63A-622.)