

## Landris og eldvirkni vegna rýrnunar Vatnajökuls: Áhrif á hönnun mannvirkja og vegakerfis

Freysteinn Sigmundsson<sup>1</sup>, Carolina Pagli<sup>2</sup>, Erik Sturkell<sup>1</sup>, Halldór Geirsson<sup>3</sup>, Páll Einarsson<sup>4</sup>, Þóra Árnadóttir<sup>1</sup>, Björn Lund<sup>5</sup> og Sigrún Hreinsdóttir<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Norræna eldfjallasetrið, Jarðvísindastofnun Háskólans

<sup>2</sup> University of Luxembourg, Luxembourg

<sup>3</sup> Veðurstofa Íslands

<sup>4</sup> Jarðvísindastofnun Háskólans

<sup>5</sup> Uppsala University, Svíþjóð

<sup>6</sup> University of Arizona, USA

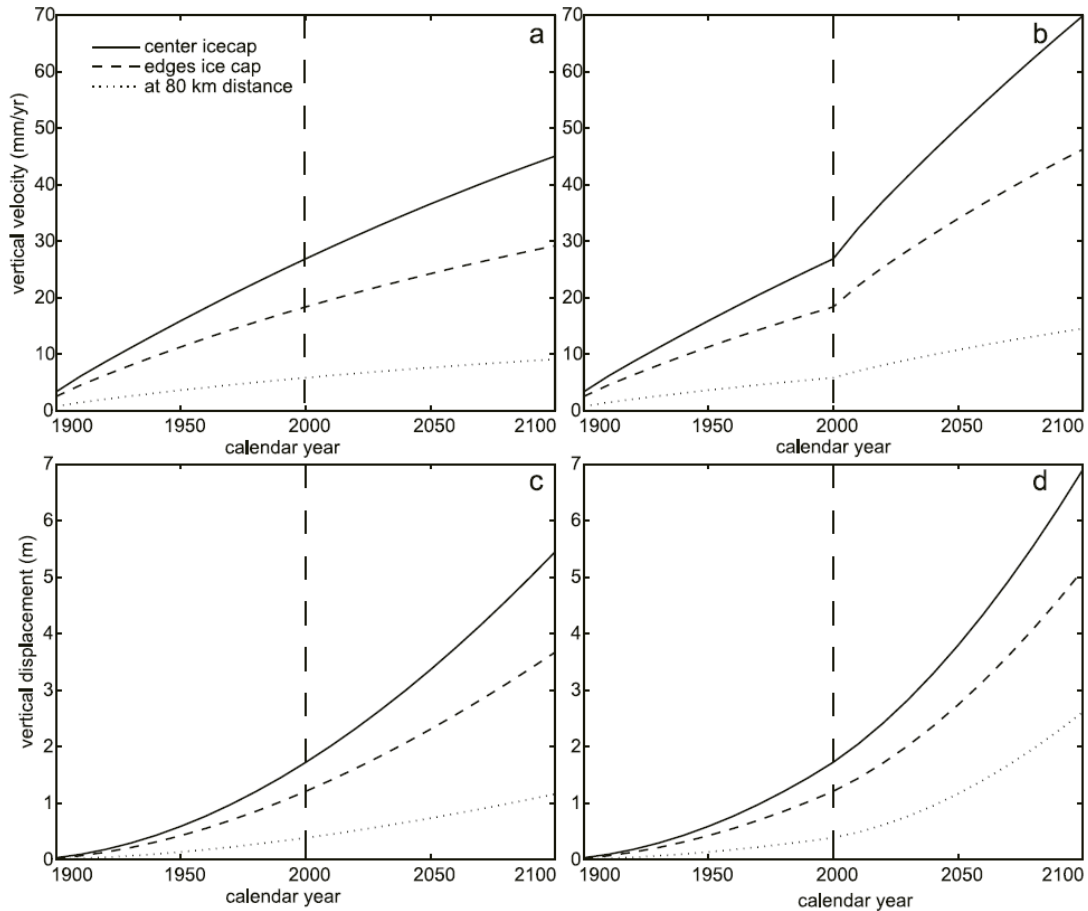
Landbreytingar eru slíkar á Íslandi að nauðsynlegt kann að vera að taka tillit til þeirra við hönnun mannvirkja og vegakerfis. Sumar breytingar eru hraðar en aðrar, svo sem langtíma jarðskorpuhreyfingar, eru svo hægar að skoða þarf áhrif þeirra yfir löng tímabil. Ýmis ferli í jarðskorpunni valda lóðréttum og láréttum færslum jarðskorpunnar. Flekarek á Íslandi nemur þannig um 2 sentimetrum á ári. Önnur ferli valda einnig víðtækum breytingum og stærsti áhrifavaldur á jarðskorpuhreyfingar á Íslandi utan flekareks er þynning jökla. Þannig veldur rýrnun Vatnajökuls þrýstílétti á jarðskorpuna. Landið svarar þrýstibreytingunum líkt og seigur vökvi. Ýmis mannvirki og vegakerfi er að finna innan áhrifasvæðisins, þar á meðal allt vegakerfi og brýr við suðurhluta Vatnajökuls. Hópur jarðvísindamanna í alþjóðlegu samstarfi hefur komið að rannsóknum á þessum áhrifum (Pagli o.fl., 2007). Líklegt landris á þessari öld hefur verið metið og unnið er að mati á hugsanlegum áhrifum þessara breytinga á eldvirkni.

Jökla á Íslandi hafa hopað síðan um 1890. Þannig hefur Vatnajökull rýrnað um yfir 400 km<sup>3</sup>. Nákvæmar GPS-landmælingar hafa verið gerðar m.a. við suðurjaðar Vatnajökuls til að fylgjast með breytingunum. Kortlagðar hafa verið bæði lóðréttar og láréttar hreyfingar. Land við jaðar Vatnajökuls ris nú um 9-25 mm/ári, og láréttar hreyfingar nema um 3-4 mm/ári. Mælingar hafa verið nýttar til að skorða líkan af hegðun jarðar.

Köld og stinn jarðskorpa næst yfirborði hegðar sér líkt og fjaðrandi efni (elastic material), en þegar neðar dregur eykst hiti og efnishegðun breytist. Þannig getur neðri hluti jarðskorpu og möttull hnigið áfram eins og deigt eða seigfjaðrandi efni (viscoelastic material). Hraði hreyfinga til lengri tíma stjórnast af seigju efnisins. Reiknilíkan með svona efnishegðun (plata úr fjaðrandi efni sem liggur ofna á seigfjaðrandi efni) hefur verið fellt að niðurstöðum GPS-mælinganna við Vatnajökul. Til að útskýra jarðskorpuhreyfingar sem nú mælast við jaðar jökulsins, þá þarf þykkt fjaðrandi lagsins að vera 10-20 km og seigja efnis sem undir er að vera  $4-10 \times 10^{18}$  Pa s.

Vitneskjan um þessa hegðun jarðarinnar leyfir mat á landrisi við Vatnajökul á næstkomandi áratugum. Slíkt mat er vissulega háð mörgum forsendum, m.a. um það hvað Vatnajökull þynnist mikið. Ef gert er ráð fyrir að jökullinn rýrni áfram um 4 km<sup>3</sup> á ári á þessari öld (sama og meðaltal síðustu aldar) þá verður landris um 2.5 metrar frá 2000-2100. Ef rýrnun tvöfaldast vegna hlýnunar og verður að meðaltali um 8 km<sup>3</sup> þá má búast við um 3.7 metra landrisi á öldinni. Breytingarnar eru háðar fjarlægð frá miðju fargsins þannig að lóðréttar hreyfingar minnka jafnt og þétt með fjarlægð.

Rýrnun jökulsins veldur ekki aðeins tilfærslum í jarðskorpu og möttli. Samtímis verða einnig breytingar á kröftum og spennum. Þær breytingar geta valdið breytingum á eldvirkni – í lok ísaldar varð þannig mikil aukning á eldvirkni þegar jökla leysti af landinu. Reiknilíkan af spennubreytingum sýnir að áhrif vegna minnkunar Vatnajökuls verða líkast til mjög lítil miðað við það sem gerðist í ísaldarlok. Stærð Vatnajökuls nægir ekki til að hafa verulega áhrif á myndun bráðar í jarðmöttlinum. Ljóst er þó að spennubreytingar gefa haft talsverð áhrif á möguleika kviku til að safnast fyrir og berast um jarðskorpunna. Rýrnun Vatnajökuls getur þannig haft áhrif á hvenær eldgos og kvikuhreyfingar verða. Unnið er að frekari rannsóknum á þessum áhrifum.



Mynd: Áætlaður rishraði lands (a, b) og heildar lóðrétt færsla (c, d) við Vatnajökul ef gert er ráð fyrir að jörðin hegði sér eins og 10 km þykk fjaðrandi plata með seigfjaðrandi vöka undir sem hefur hefur seigjuna  $8 \times 10^{18}$  Pa s. Ferlarnir sýna áætlað ris undir miðjum Vatnajökli, við jaðar jökulsins, og í um 80 km fjarlægð frá jökulmiðju. Myndir a og c gera ráð fyrir að árleg rýrnun sé  $4 \text{ km}^3$ , en myndir b og d gera ráð fyrir að rýrnun sé  $4 \text{ km}^3$  1900-2000, en  $8 \text{ km}^3$ /ári 2000-2100.

Tilvitnun:

Carolina Pagli, Freysteinn Sigmundsson, Björn Lund, Erik Sturkell, Halldór Geirsson, Páll Einarsson, Þóra Árnadóttir, og Sigrún Hreinsdóttir, **2007**. Glacio-isostatic deformation around the Vatnajökull ice cap, Iceland, induced by recent climate warming: GPS observations and Finite Element Modeling, *Journal of Geophysical Research*, 112, B08405.