

**Greinargerð vegna styrks af tilraunafé árið 2019:  
Samvinna um rannsóknir í Grímsvötnum.**



Jöklahópur Jarðvísindastofnunar Háskólans  
Sturlugata 7, 101 Reykjavík  
Finnur Pálsson og Eyjólfur Magnússon  
apríl 2020



Hér er gerð grein verkum sem unnið var að með stuðningi Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar í verkefninu: Grímsvatnahlaup: Vatnsgeymir, upphaf og rennsli. Grímsvötn eru í lægð Grímsvatnaöskjunnar í miðjum Vatnajökli (1. mynd). Þarna er stærsta jarðhitasvæði landsins og auk bræðsluvatns af jökulyfirborði safnast þar vatn sem bráðnar vegna jarðhita við jökulbotninn. Ofan á Grímsvötnum er um 300 m þykk íshella sem flýtur upp með aukinni vatnssöfnun. Að því kemur að ísstíflan sem heldur að vatninu til austurs gefur sig, göng myndast í ísinn við jökulbotn og vatn hleypur við jökulbotn frá Grímsvötnum til Skeiðarársands. Hér er lýst helstu niðurstöðum vinnu á árinu 2019 við könnun á aðstæðum í Grímsvötnum: vatnshæð, legu vatnrsása, mat á þykkt íshellu, flatarmáli og rúmmáli Grímsvatna, vöktun ísstíflu, mat á líklegu hámarksrennsli í hlaupum, rennsli frá Grímsvötnum og mati á núverandi stöðu í Grímsvötnum og líklegri þróun þar. Einnig afkomu ísaviðs Grímsvatna, lögun þess, ísskriði og afrennsli leysingavatns til þeirra.

Höfundar skýrslunnar bera ábyrgð á innihaldi hennar. Niðurstöður hennar ber ekki að túlka sem yfirlýsta stefnu Vegagerðarinnar eða álit þeirrar stofnunar sem höfundar starfa hjá.

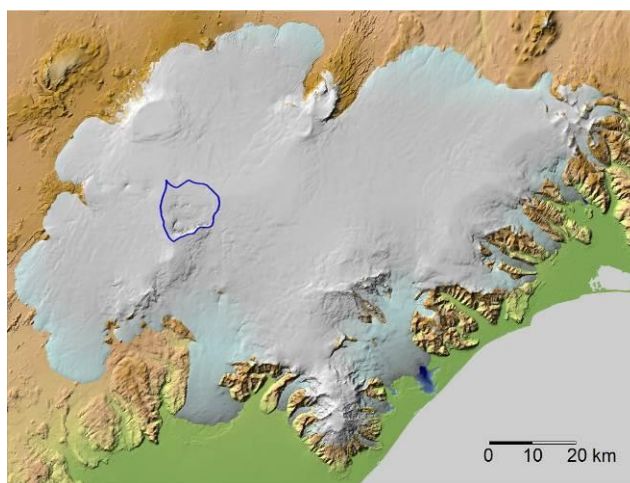
### Mælistöð í Grímsvötnum.

Í rúma tvo áratugi hefur Jarðvísindastofnun vakt að vatnshæð Grímsvatna (1. mynd) með mælitækjum á íshellu Grímsvatna. Árið 2019 var yfirborðshæð íshellu Grímsvatna lesin af GPS tæki á 5 mínútna fresti, nákvæmni hverrar mælingar á hæð ~3 m (staðalfrávik mælingar). Einnig mælir búnaðurinn og skráir meðalloftvægi (nákv. ~0.2 mb) hverra 15 mínútna, lofthita (nákv. ~0.5 °C) rakastig, vindhraða, sólgeislun og hæð yfir snjóyfirborði (snjóstöfnun og bráðnun) sem mæld er með mæli sem komið er fyrir á slá á mælitækjamastri. Þegar íshellan er á floti undir stöðinni er grunnvatnsborðið í íshellunni yfir Grímsvötnum 25 til 30 m neðar, breytilegt eftir vatnssstöðu og tíma sem liðinn er frá síðasta jökulhlaupi. Þegar íshellan situr á botni getur raunveruleg vatnhæð verið miklu lægri en sem þessu nemur. Hæð þess vatnsborðs má mæla í opnum vötnum meðfram hlíðum Grímsfjalls, t.d. yfir gosstöðvunum frá 1998 og 2004/2011.

Yfirborðshæð íshellunnar má, auk mælinga með GPS, reikna út frá mælingum á loftvægi og hitastigi (í Grímsvötnum og á Grímsfjalli), en nákvæmni þeirra mælinga er lakari en GPS mælinganna. Þessari aðferð var beitt fyrir tíma GPS tækja.

Yfirlit mælinga í Grímsvötnum eru sýndar á 2. mynd. Ekki tókst í tæka tíð að hækka tækjamastrið í Grímsvötnum þannig að sólarhlað fentti í kaf og rafgeymir tæmdist. Mælingar lágu því niðri frá 19. maí til 2. júní. Annars eru mælingar í lagi nema vindhraðamælir fraus fastur öðru hverju og snjóhæðarmælinn fentti í kaf í janúar þannig að snjóhæð mældist ekki fyrr en eftir að stöðvamastríð var flutt uppá við í júní. Í ágúst bráðnaði alveg frá mastrinu og það féll á hliðina og snjóhæðarmælir eyðilagðist, en hópur JÖRFÍ félagar reisti mastrið aftur (sjá forsíðumynd) 31. ágúst, en skipt var um snjóhæðarmæli í októberlok.

Auk þess sem fjarskipti við mælitækin í Grímsvötnum fara um búnað á Grímsfjalli er einnig rekin þar veðurstöð sem safnar gögnum um hitastig, loftþrýstingur sólgeislun, vindhraða (frá júní 2019) og sumarúrkomu (3. mynd). Gögn um hitastig og loftvægi nýtast til reikninga á vatnshæð Grímsvatna eftir stiglum hita og loftþrýstings með hæð, ef gögnin frá GPS tækjum í Grímsvötnum bregðast. Mælitæki og fjarskiptabúnaður á Grímsfjalli eru rekin ásamt GPS tæki, jarðskjálftamæli og fleiru á vegum Veðurstofunnar á sameiginlegum rafgeymabanka. Auk 6 W gufurafstöðvar eru geymar hlaðnir með díselrafstöð JÖRFÍ og Neyðarlínunnar. Sú rafstöð brást

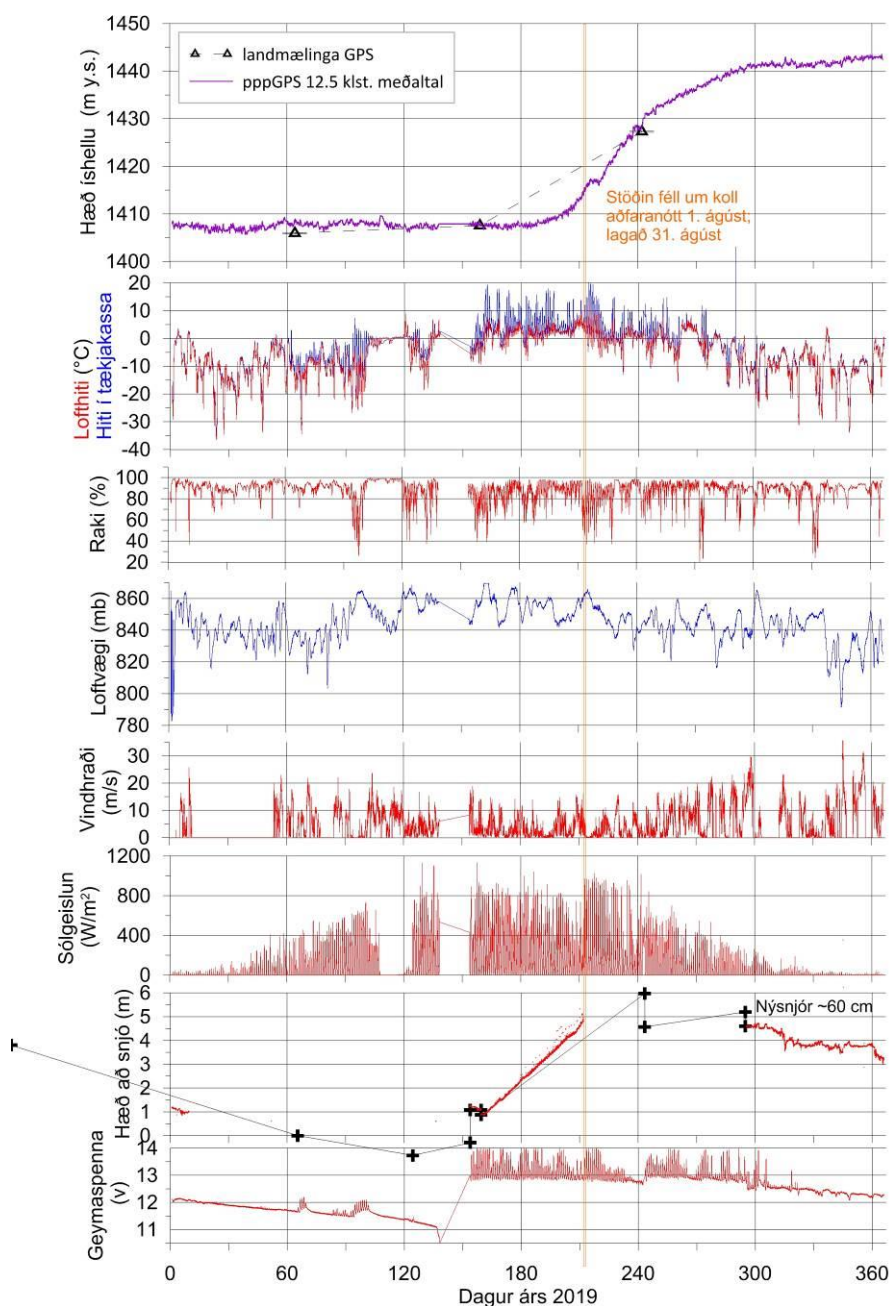


1. mynd. Vatnajökull, ísasvið Grímsvatna er afmarkað með blárrí línu.

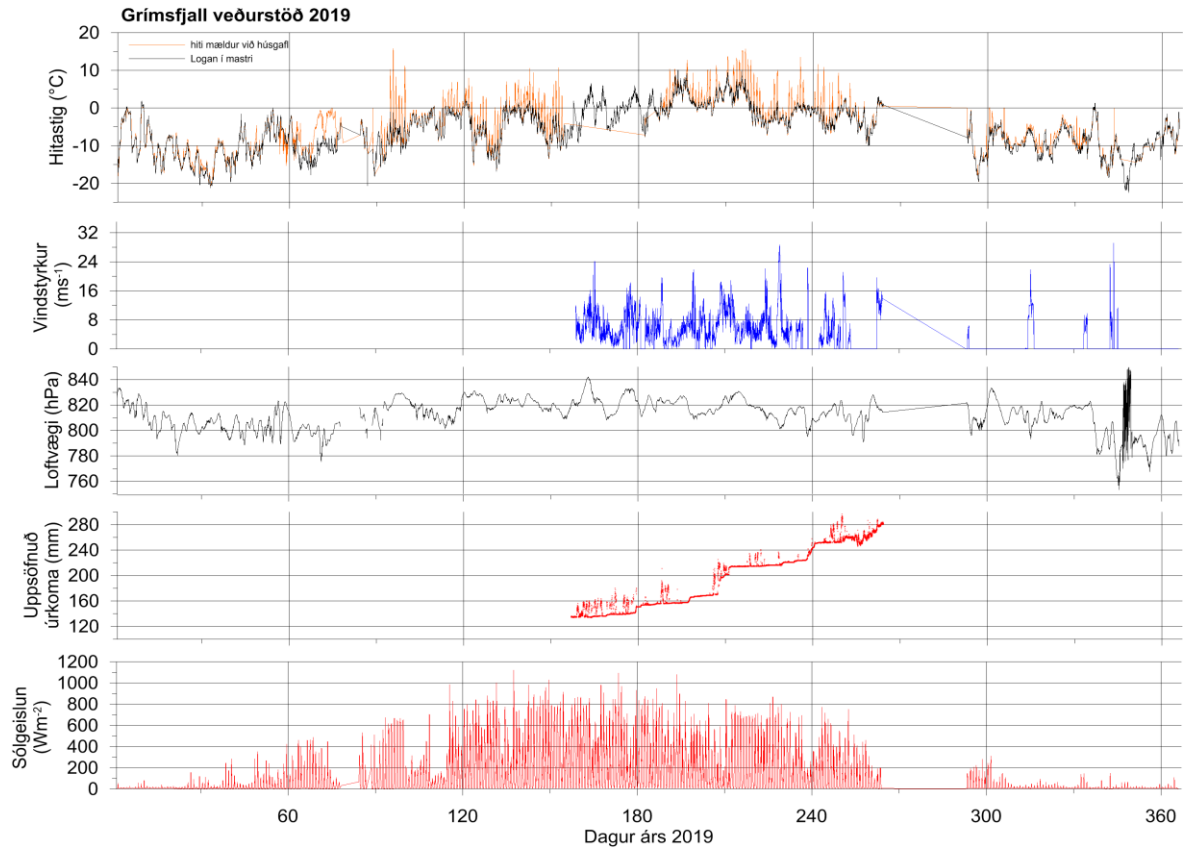
og því varð alveg rafmagnslaust í tæpan mánuð, frá síðustu viku september til síðustu viku október.

Lofthiti sumars (í um 2 m hæð) í Grímsvötnum er að meðaltali nálægt núlli, en fer að deginum alloft upp í 8-9 °C, en að næturlagi í allt að -10 °C. Greinileg umskipti verða í lofthita í byrjun maí og segja má að sumarastand hita haldist þar til um miðjan október (bæði á Grímsfjalli og í Grímsvötnum). Hitastig á Grímsfjalli fer sjaldan niður fyrir -20°C, en í þau skipti er yfirleitt hægviðri og hár loftþrýstingur, og enn kaldara í Grímsvötnum (öfugur hitastigull), en kalda loftið sígur þangað niður. Þannig fer lofthiti þar stundum (~10 sinnum á vetri) niður fyrir -25°C og stöku sinnum undir -30°C. Kaldasti dagur ársins 2019 var 23. janúar en þá fór hitinn -36.5°C og aftur í janúar, febrúar, mars, nóvember og desember fór hitinn undir -30° dagparta. Yfirborðsleysing var strax veruleg í blíðviðrinu í fyrstu viku júní og hélt áfram með svipuðum hraða út ágúst. Í októberlok var nýsjór orðinn 60 cm, en eftir það bætti jafnt og þétt fram í miðjan nóvember en eftir það snjóaði nær ekkert fyrir en milli jóla og nýárs.

Úrkomumæling á Grímsfjalli sýnir að flestir dagar sumarsins voru þurrir en úrkoman var í nokkrum lotum, lang mest í tveim atburðum í júlí og ágústlok. Samtals var sumarúrkomun um 146 mm vatns.



2.mynd. Yfirlit mælinga í sjálfvirkri mælistöð í Grímsvötnum árið 2019.



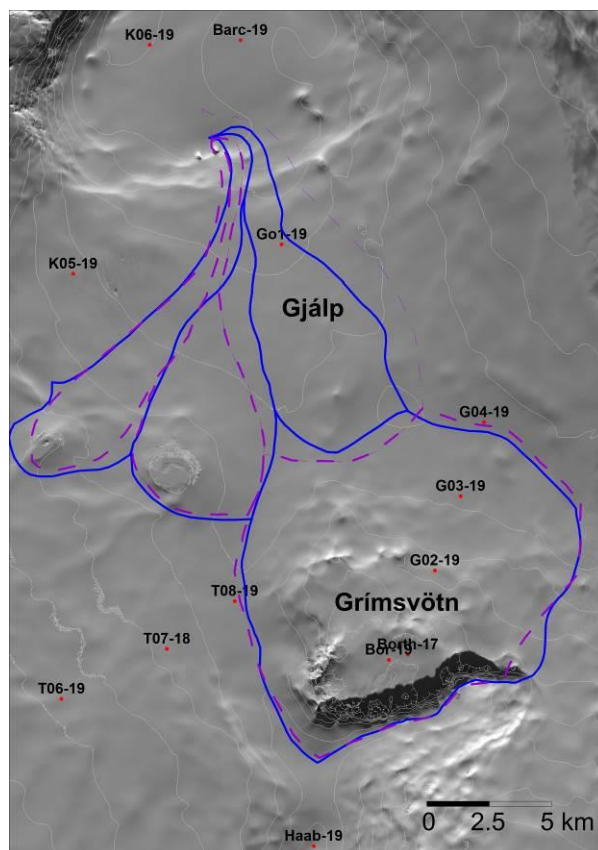
3.mynd. Yfirlit veðurþáttamælinga með sjálfvirkri mælistöð á Grímsfjalli árið 2019.

## Afkoma Grímsvatna.

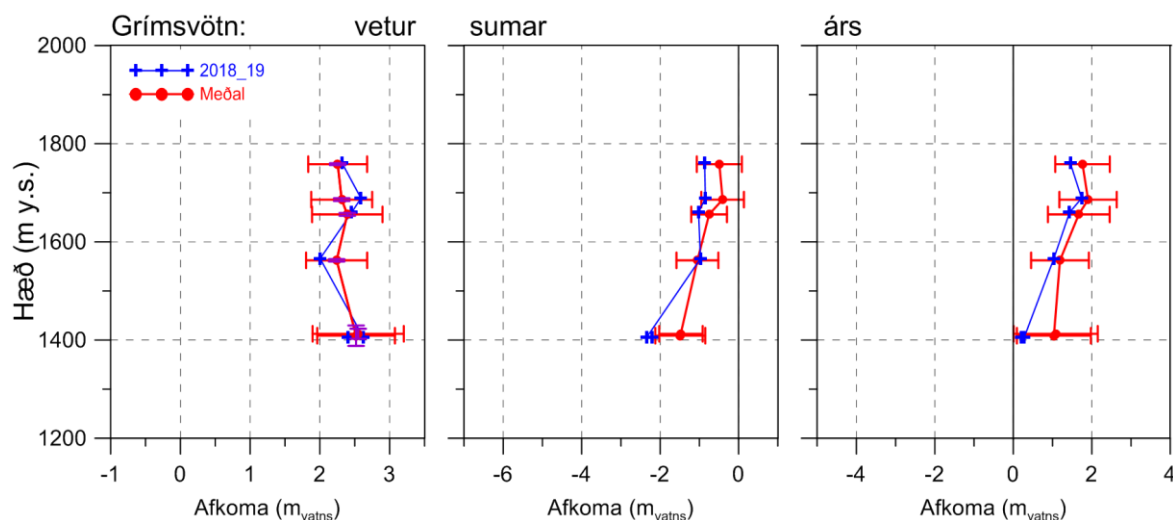
Vatn sem safnast í Grímsvötn er annars vegar leysingarvatn af yfirborði og rigning á vatnasviði Grímsvatna en hins vegar vatn sem bráðnar neðan af ísnum vegna jarðhita við jökulbotninn víðsvegar um vatnasviðið. Vatn vegna yfirborðsleysingar er metið útfrá afkomumælingum. Afkomumælingar eru gerðar á ísa- og vatnasviði Grímsvatna í samvinnu Jarðvísindastofnunar, Rannsóknasjóðs Vegagerðarinnar og Landsvirkjunar, auk þess sem afkoma er mæld á íshellu Grímsvatna í vorferðum Jökларannsóknafélags Íslands.

Lega mælipunktanna er sýnd á 4. mynd. Þar er líka sýnt mat ísasvæðis Skaftárkatla, Gjálpar og Grímsvatna, unnið eftir yfirborðshæð í júní 2010. Vatna og ísaskilin breyttust talsvert vegna framhlaups Dyngjujökuls 1998-2000 og ísskrið inn í Gjálp frá 1996 hefur einnig breytt lögun yfirborðsins talsvert þannig að ísaskil fluttust til. Frá 2010 hafa breytingar verið hægar. Flatarmál ísasviðs Grímsvatna (ásamt Gjálparlægðarinnar) er 174 km<sup>2</sup> samkvæmt metnum ísaskilum árið 2010.

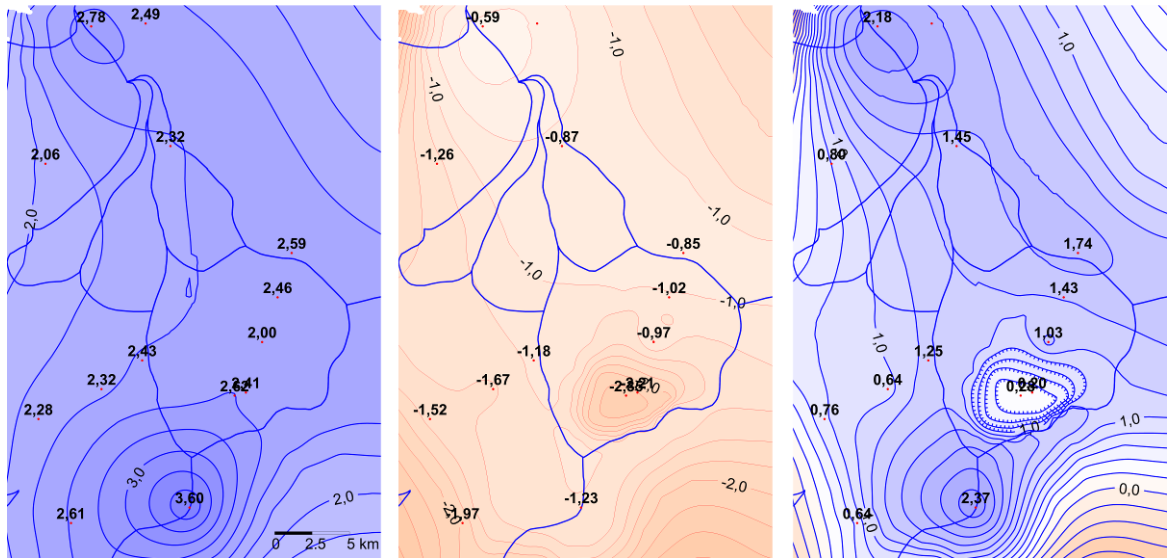
Niðurstöður afkomumælinga í mælipunktum eru gefnar í I. töflu í viðauka hér að aftan, en á 5. mynd er sýnd vetrar-, sumar- og ársafkoma á mælisniðinu norður af Grímsvötnum. Þar sést að vetrarafkoma var nærri meðallagi mælitímans (frá 1991\_92), þó raunar 7% yfir meðallagi. Sumarryrningur var 66% umfram meðallag. Vitað er að skítur barst í yfirborð snemma sumars auk þess sem sumarið var bjart (sjá sólgeislun á 3. mynd). Ársafkoman var nærri meðallagi á flestum mælistöðvunum, en langt undir því á íshellu Grímsvatna (neðstu stöðvunum). Þó ársafkoma sé jákvæð eins og alltaf var hún aðeins 75% af meðalársafkomu.



4. mynd. Afkomumælistaðir á ísasviði Grímsvatna jökulárið 2018-19. Í bakgrunni er yfirborð jökulsins séð með Landsat 8 gervitungli 1. október 2017. Bláu línurnar afmarka ísasvið unnin eftir yfirborðskorti frá 2010 en brotnu línurnar eftir yfirborðskorti frá 1998.

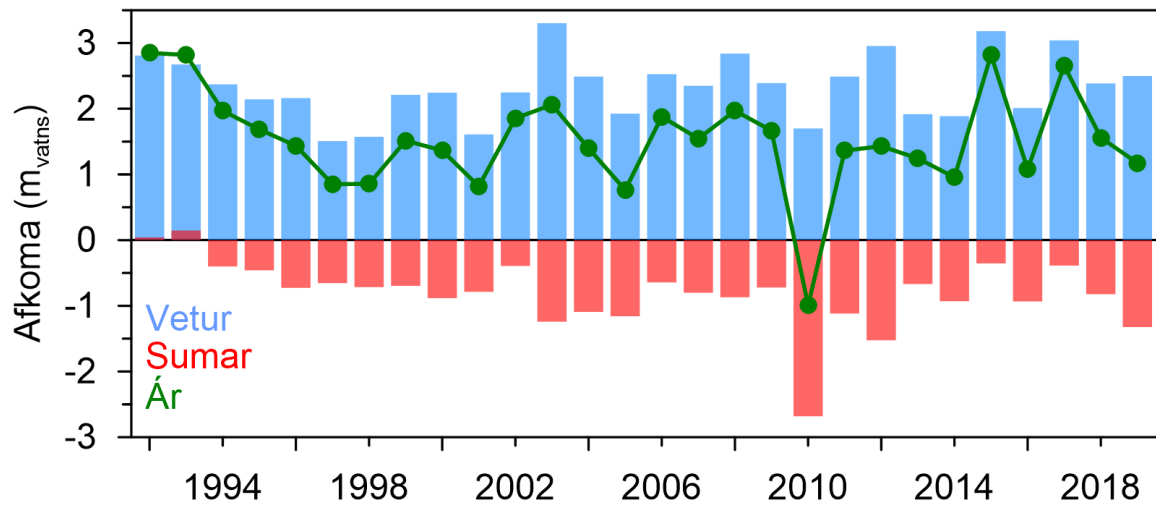


5. mynd. Afkoma 2018-19 á mælisniði á ísasvæði Grímsvatna og Gjálpar (blá), og meðalafkoma þar 1991-92 til 2017-18. Þverstrikin sýna staðalfrávik mæliraðar í mælipunktum.



6. mynd. Kort vetrar-, sumar-, og ársafkomu Grímsvatna og nágrennis jökulárið 2017-18 (0.2 m jafngildislínur), unnin eftir mælipunktum (gildi í mælipunktum sýnd). Vetrar-, sumar- og ársafkoma í m vatnsjafngildis. Ísaskil eru sýnd með þykku bláum línur.

Stafræn kort hafa verið unnin af afkomu Grímsvatna eftir mælingunum (6. mynd). Við kortagerðina nýtast einnig afkomumælingar sem gerðar eru í á Tungnaár-, Köldukvíslar- og Dyngjujökklum. Meðalafkoma ísasiðs Grímsvatna (auk Gjálpar) er reiknuð með því að tegra afkomukortin yfir ísasiðið og deila með flatarmáli þess. Meðalafkoma Grímsvatna og Gjálparsvæðisins frá upphafi afkomumælinga er sýnd á 7. mynd. (Í II. töflu í viðauka eru afkomutölur sem fall af hæð yfirborðs).



7. mynd. Vetrar-, sumar- og ársafkoma Grímsvatnasvæðisins (Grímsvötn og Gjálpar) í m vatnsjafngildis (tegruð rúmmál afkomukorta/flatarmáli ísasiðs) jökulárin 1991-92 til 2018-19.

Helstu kennistærðir afkomu Grímsvatna jökulárið 2018-19 eru: ( $B$  er rúmmál afkomu,  $b$  er þykkt afkomu jafndreift á flötinn, bæði gildin gefin sem vatnsjafngildi, ve, su, ár standa fyrir vetrar, sumar og jökulár)

**Flatarmál 174 km<sup>2</sup>**

**$B_{ve} = 0.43 \text{ km}^3 \text{ vatns}$  ;  $b_{ve} = 2.50 \text{ m}_{\text{vatns}}$**

**$B_{su} = -0.21 \text{ km}^3 \text{ vatns}$  ;  $b_{su} = -1.33 \text{ m}_{\text{vatns}}$**

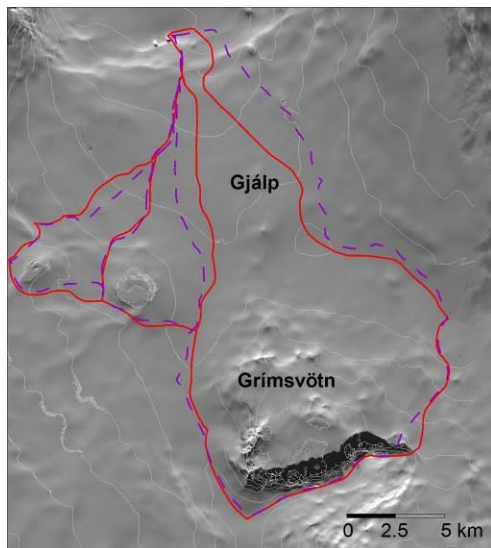
**$B_{\text{ár}} = 0.22 \text{ km}^3 \text{ vatns}$  ;  $b_{\text{ár}} = 1.17 \text{ m}_{\text{vatns}}$**

## Afrennsli yfirborðsleysingavatns til Grímsvatna.

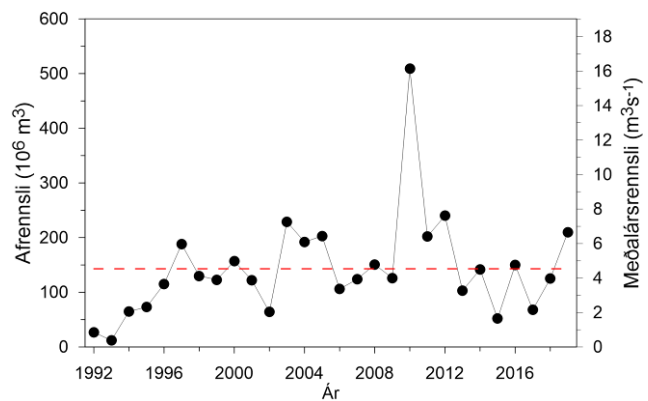
Vegna breytinga á yfirborðslögun hefur vatnasvið Grímsvatna, eins og Ísasvið, breyst töluvert á mælitímabilinu frá sumru 1992. Jökulsá á Fjöllum og eystri Skaftárketillinn fá nú afrennsli af hluta þess svæðis sem áður veitti vatni til Grímsvatna (sjá 8. mynd). Þessi svæði liggja þó mjög hátt þannig að leysing þar er lítil og þessi minnkun vatnasviðsins úr rúmlega 200 km<sup>2</sup> í 175 km<sup>2</sup> breytir því litlu um heildarafrennslið.

Frá því mælingar á sumarafkomu vatnasviðs Grímsvatna hófust, árið 1992, hefur afrennsli leysingavatns til Grímsvatna verið mjög breytilegt (9. mynd) en að meðaltali 143 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> á ári (130 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> ef sumrinu 2010 er sleppt, gosaska frá Eyjafjallajökli margfaldaði leysingu þá). Hæsta afrennslið tengist skítugu yfirborði næsta sumar eftir eldgos eða ryki sem sest í yfirborð frá hálendinu og söndunum í þurrrátið og/eða óvenju hlýju og björtu sumri (1997, 1999, 2003, 2005, 2010). Í afrennslistölurnar vantar rigningavatn sumars og líka snjó sem fellur og leysir að sumrinu (það er heildarafkoma sumars sem er mæld, ekki leysing); þetta er því lágmarksgildi afrennslis. Sumarið 2019 er metið afrennsli leysingavatns af jökulyfirborði (þetta sumar var þurrt svo ekki vantar mikið á vegna úrkomu) 210 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>.

Dreifing afrennslis yfirborðsleysingavatns til Grímsvatna fyrir mismunandi hæðarbil sumarið 2019 er sýnd í III. töflu í viðauka.



8. mynd. Vatnasvið Grímsvatna og Skaftárkatla afmörkuð eftir botnkorti og yfirborðskorti frá 2010 (rautt), þau hafa ekki breyttst verulega síðan þá. Brotnu línurnar sýna vatnasviðin metin eftir yfirborðskorti frá 1998, skömmu eftir Gjálpargosið. Í bakgrunni er yfirborð jökulsins séð frá Landsat 8 gervitungli 1. október 2017.



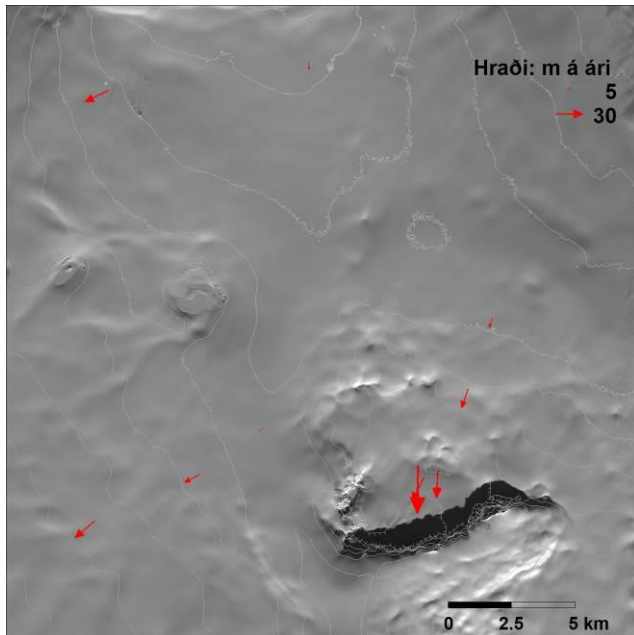
9. mynd. Afrennsli yfirborðsleysingar til Grímsvatna sumurinn 1992 til 2019 metið út frá sumarafkomumælingum (meðaltal árunna er sýnt með brotinni línu).



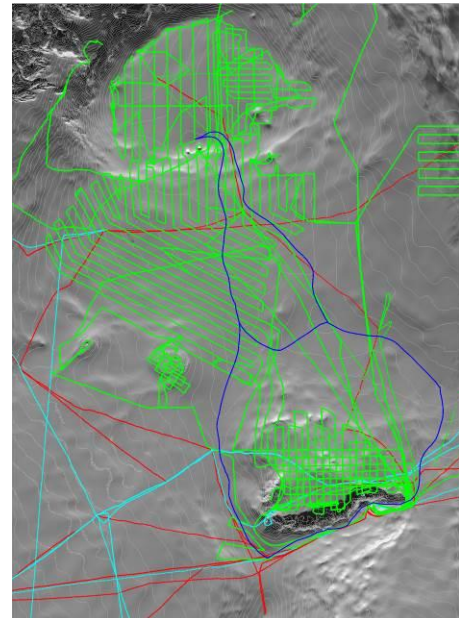
## Breytingar á stærð Grímsvatna, ísskrið og yfirborðshæð Grímsvatnasvæðisins.

Skriðhraði á yfirborði hefur verið mældur á afkomumælistöðum hvert ár síðan 1992, á mismörgum stöðum á ísasviði Grímsvatna. Lega afkomumælistaða er mæld inn með nákvæmum GPS tækjum vor og haust, og eftir þeim gögnum reiknuð færsla og meðalhraði á tímabilinu. Hraðavigrar í skriðmælistikum 2019 eru sýndir á 10. mynd. Hraðamælingarnar nýtast m.a. við mat ísflæðis til Grímsvatna.

Hnit mælipunkta eru í IV. töflu og reiknaðir hraðar í V. töflu í viðauka.



10. mynd. Meðalyfirborðsskriðhraði í Grímsvötnum og nágrenni sumarið 2019.

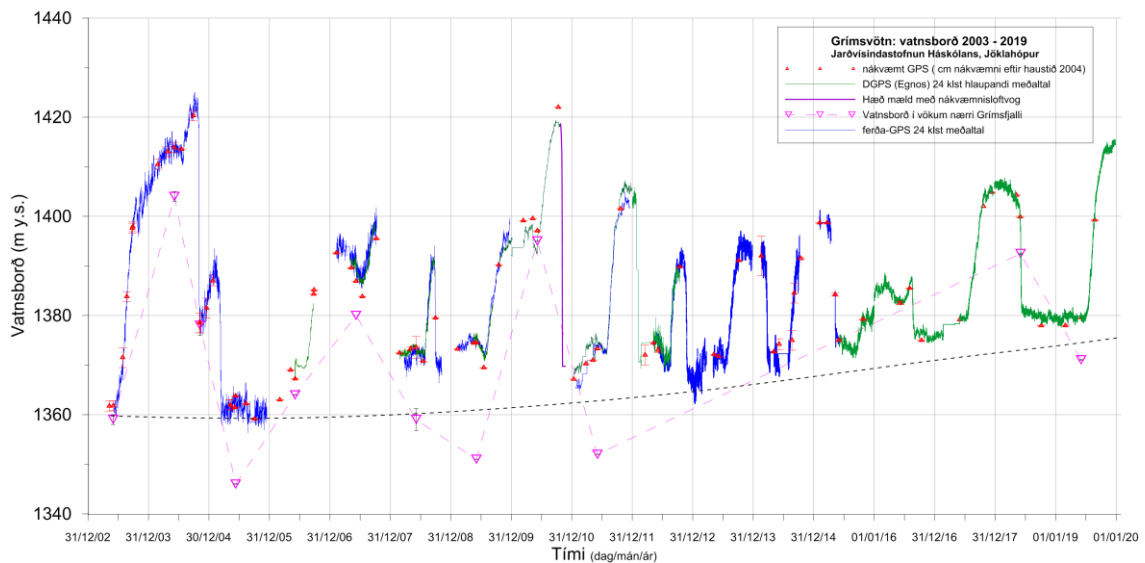


11. mynd. Lega hæðarsniða sem mæld voru með GPS landmælinga tækjum árið 2019, (ljósblátt: maí; grænt: júní; rautt: október). Í bakgrunni er yfirborð jökulsins séð frá Landsat 8 gervitungli 1. október 2019.

Einnig er á hverju ári unnið að mælingu hæðarsniða á Grímsvatnasvæðinu í vorferð Jökla-rannsóknafélags Íslands með „kinematiskum“ GPS tækjum (hæðarnákvæmni tugir cm) í samvinnu við rannsóknahóp Magnúsar T. Guðmundsson, og hæðarsniða aflað í afkomu-mælingaferðum Jarðvísindastofnunar og Landsvirkjunar vor og haust og öðrum tilfallandi ferðum. Kort af yfirborði hafa verið endurnýjuð flest ár (jafnvel bæði vor og haust) eftir þessum sniðmælingum. Lega mælisniða sem aflað var í Grímsvötnum og nágrenni þeirra á árinu 2019 eru sýnd á 11. mynd. Vinnsla allra hæðarsniða er lokið og sniðin hafa verið nýtt til að meta vatnssöfnun í Grímsvötnum á árinu 2019. Nú seinni árin hefur aðgangur að yfirborðshæðarlíkönunum sem gerð eru eftir gervihnattagögnum orðið æ greiðari, mörg eru öllum aðgengileg (t.d. úr bandaríska ArcticDEM safninu en önnur þarf að kaupa eða eru háð takmörkunum um dreifingu. Jöklahópurinn hefur gert hæðarlíkan af Grímsvötnum í október 2019 eftir sterió myndum frá Pléiades gervitunglinu sem fegnust til rannsóknarvinnu frá CNES vegna stuðnings Committee on Earth Observation Satellites við verkefnið Iceland Volcanoes Supersite.

Fyrir utan hæðarbreytingar sem verða vegna þess að íshella Grímsvatn flýtur upp þegar vatn safnast fyrir eru stærstu breytingar síðustu árin þær að sífellt bráðnar ís vegna jarðhita nærri gosstöðvunum í SV horninu. Þar er nú oftast opið vatn sem stækkar ár frá ári, ísinn í hlíðunum til suðurs og vestur er mikið til horfinn, víða sér í klettaveggi sem ekki hafa verið sýnilegir síðan um 1970. Þá brotnar jafnt og þétt úr ísstálinu sem afmarkar vatnið til norðurs, og vökin stækkar. Til norðausturs frá gosstöðvunum hefur íshellan þynnst verulega og fer fljótt á flot þegar vatn safnast fyrir (sjá 13. og 14. mynd hér að aftan). Einnig hefur vök, undir bröttum hlíðum sem afmarka Grímsvötn til vesturs stækkað verulega enda svipuð ferli í gangi þar og nærri gosstöðvunum.

## Vatnshæð og vatnssöfnun í Grímsvötnum



12. mynd. Vatnshæð skv. mælistöð Grímsvatna frá ársbyrjun 2003 til ársloka 2019. Í lægstu stöðu þegar íshellan situr á botni á mælistað getur vatnsborð verið enn lægra en hér er sýnt, en heildar vatnsmagn er þá lítið.

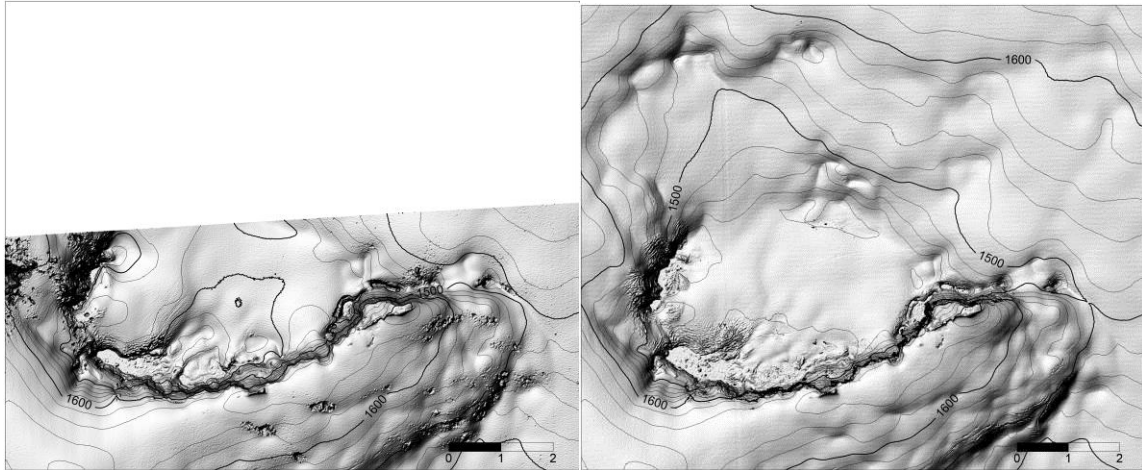
Í Grímsvötnum er ísbráð vegna jarðhita að mestu bundin við suður og vesturjaðar vatnanna, en um 10 smærri jarðhitasvæði (mynda lægðir, sigdældir, í yfirborðið) eru norðan og austan þeirra auk Gjalpar þar sem eldgos varð í október 1996. Segja má að þó jökulhlaup frá Grímsvötnum sé nú nærri árviss (sjá 12. mynd, 11 hlaup á 16 árum), eru þau óregluleg bæði hvað varðar tímasetningu og vatnsmagn. Lekinn frá Grímsvötnum sem líklega er meðfram hlíð fjallsins, að hluta til um ísgöng, virðist breytilega mikill og ræðst líklega að einhverju leiti af jarðhitavirkni í rennislíðinni en einnig aflögun íssins næst fjallinu og þeim stóru, nær samfelldu, vökum sem eru meðfram fjallshlíðinni. Oftast þegar rennsli vegna ofanbráðar frá vatnasviði Grímsvatna vex nær sírennsli (eða endurtekin smáhlaup) frá Grímsvötnum ekki lengur að halda í við vatnssöfnun og vatnsþrýstingur lyftir æ stærri hluta íshellunnar þar sem vatn safnast fyrir, þar til jökulhlaup verður frá Grímsvötnum. Það er hugsanlegt að aukið botnskrið íssins, þegar leysingavatn er farið að berast til botns í verulegum mæli, loki fyrir rennislíðir sem sírennsli er um að vetri og fram á sumar. Það hefur verið algengt síðustu árin að íshellan undir mælistöðinni taki að lyftast miðsumars, en lyfting hætti (leki frá Grímsvötnum um það bil jafn bráðnun) eða hægi mjög á henni í vetrarbyrjun.

Samband vatnshæðar í Grímsvötnum og vatnshæðar á mælistað (BorTh á 4. mynd) er metið eftir stafrænum kortum af neðra borði íshellunnar og botni vatnanna frá árinu 2000. Síðan þá hefur íshellan víða þykknað (um ~10-15 m þar sem mælistöðin er og vötnin dýpst) en minna eða ekkert annars staðar. Á gosstöðvunum 2004 og 2011 bráðnaði ís, nú eru þar opin vötn. Íshellan er nú að þynnast í nágrenni þeirra og meðfram allri suður og vesturbrún Grímsvatna. Við mat á samhengi rúmmáls og vatnshæðar er tekið tillit til þykkunarinnar og óvissa í rúmmálstölum hefur verið metin nærri  $0.05 \text{ km}^3$ . Betra mat fæst þegar tekist hefur klára úrvinnslu ísþykktarmælingar síðustu ára (sjá kafla um ísþykktarmælingar hér að aftan).

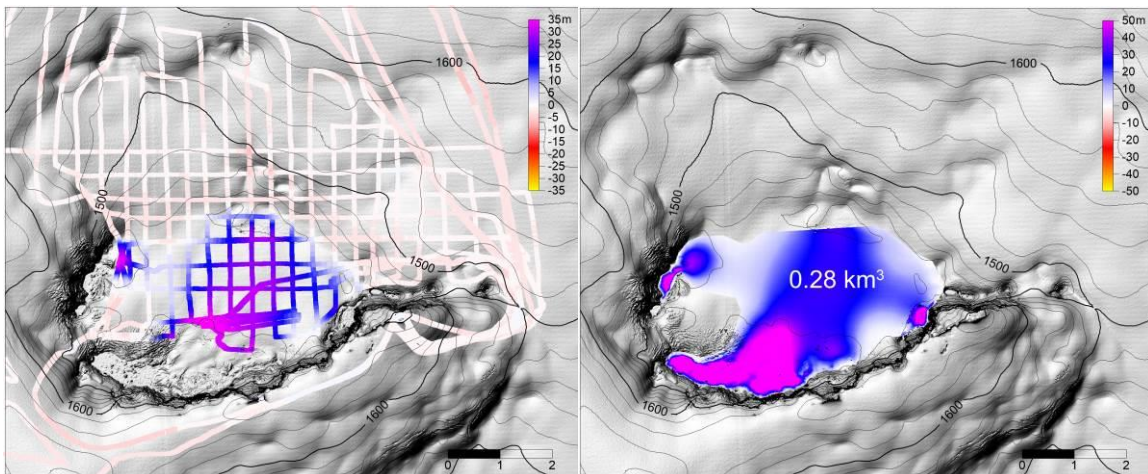
Hlaup varð frá Grímsvötnum í fyrstu viku júní 2018. Vatnshæð í upphafi hlaups var um 1400 m ( $\sim 0.42 \text{ km}^3$ ); en hafði mest verið um 4 metrum hærri í febrúar. Að hlaupinu loknu var yfirborðshæð við mælistöðina óbreytt (ef tekið er tillit til leysingar), líklega hefur íshellan þar setið á botni eða því sem næst, til áramóta 2018/19. Lítið eða ekkert vatn safnaðist undir íshellu Grímsvatna nema þar sem hún er þynnast að suðvestan og vestan. Þessi stað hélst fram á mitt sumar 2019. Til er ArcticDEM hæðarlíkan af nærri öllum Grímsvötnum frá 27. júlí 2018, þegar vötnin eru því sem næst tóm og eins og áður var nefnt, en líka Pléiades hæðarlíkan frá 1. október 2019 (sjá 13. mynd). Þá er líka til safn hæðarsniða frá fyrstu dögum júnímánaðar 2019 (11.

mynd). Tegur yfir hæðarmun þessara hæðarlíkana (14. mynd) gefur mat á heildarrúmmáli vatns sem safnast hefur fyrir frá hlaupin í júní 2018 til 1. október 2019. Ef tekið er með það vatn sem var til staðar í júlí 2018, það vatn sem er í norðhluta vatnanna (hæðarlíkanið frá 2018 nær ekki þangað) og það vatn sem safnast hefur fyrir frá því október til ársloka má gera ráð fyrir að 0.3-0.4 km<sup>3</sup> vatns séu þá í vötnunum. Til samanburðar gefur sjálfstætt mat fengið út frá hæð á mastri á sama tíma, með þeim aðferðum sem lýst er að ofan, 0.42 km<sup>3</sup>. Ef ekki hleypur úr vötnunum í vor eða fyrir má gera ráð fyrir vatnsmagnið nái 0.55 km<sup>3</sup> í sumar sem er nærri vatnsmagni í síðasta umtalsverða Grímsvatnahlaupi, haustið 2010.

Tafla yfir helstu kennitölur Grímsvatnahlaupa síðustu áratuga (frá stóra hlaupinu í kjölfar Gjálpargossins í nóvember 1996) er í V. viðauka.



13. mynd. Stafræn kort (hæðarlíkön) af Grímsvötnum 27. júlí 2018 (ArcticDEM, vinstri mynd) og 1. október 2019 (Pléiades, hægra megin).



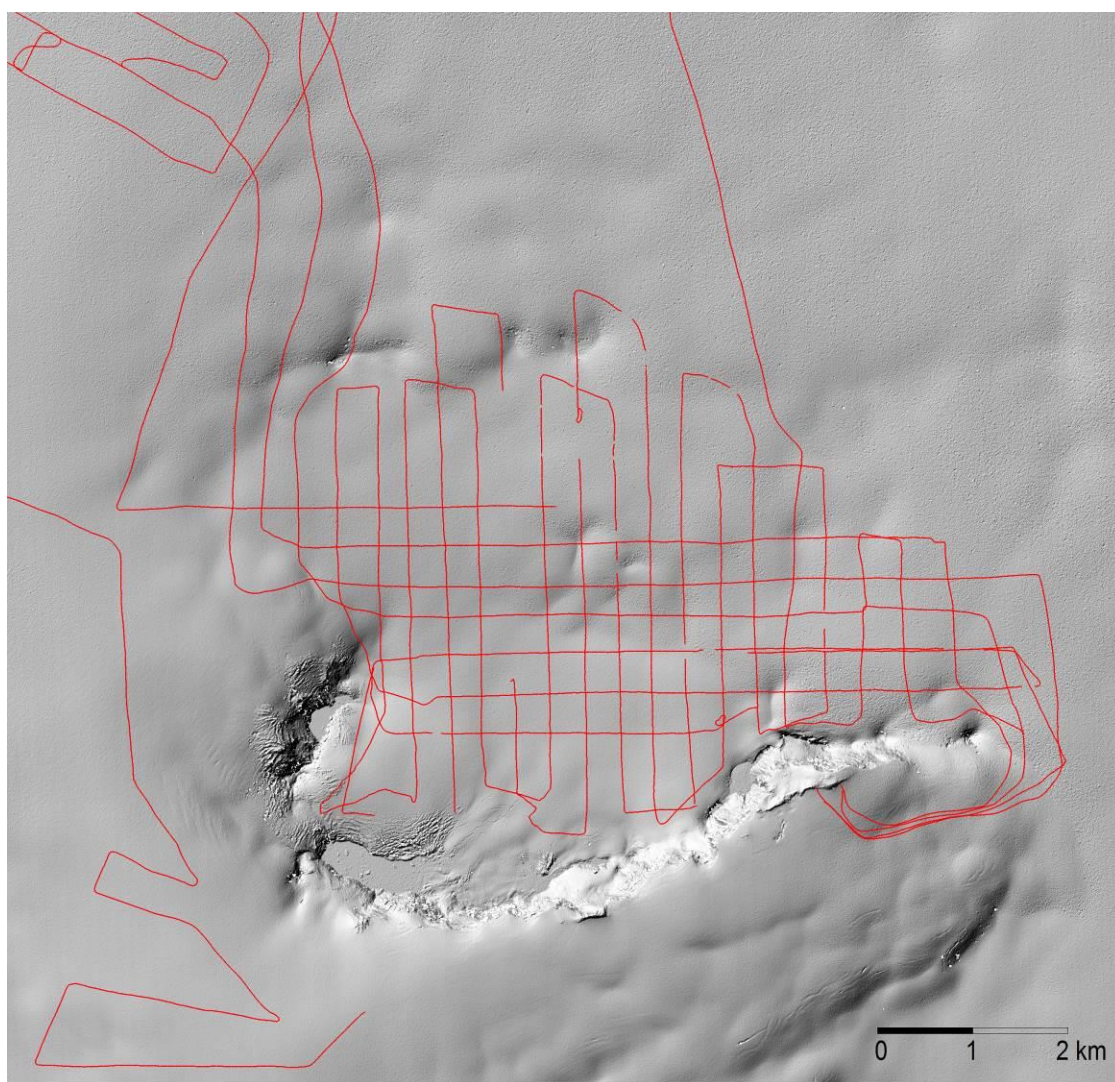
14. mynd. Vinstri: Hæðarbreyting í Grímsvötnum frá fyrstu dögum júní til 1. október 2019, í hæðarsniðum mældum með GPS. Hægri: Hæðarbreyting frá 27. júlí 2018 til 1. október 2019. Nær öll hæðarbreytingin stafar af söfnun vatns í opnar vakir og innundir íshelluna. Tegur yfir hæðarbreytinguna skilar rúmmáli vatns sem nemur 0.28 km<sup>3</sup>.

## Þykkt íshellu Grímsvatna.

Vitað er stór hluti íshellu Grímsvatna undir mælitækjamastri hefur þykknað með tímanum. Eftir eldgosíð 1996 í Gjalp og hlaupið í kjölfarið og eldgosin í Grímsvötnum 1998, 2004 og 2011 er íshellan langtímum saman í mjög lágri stöðu, situr víða á botninum. Ískrið úr norðri heldur samt áfram og rúmtak íss sem inn flæðir veldur þykkun, sérstaklega þar sem vötnin eru dýpst.

Til að fylgjast með þróun ísþykktar hefur íshellan verið mæld endurtekið árin 2007, 2009, 2013 og 2016 á nær sömu mælisniðum með íssjá. Enn er ekki lokið að fullu úrvinnsla þessara gagna, en sagan er varðveitt í mæligögnunum.

Dagana 30. maí til 3. júní 2019 (lang mest 3. júní) var mælt á þéttu neti mæli lína (um 500 m milli sniða) með íssjá í Grímsvötnum (15. mynd), samtals er lengd sniðann um 210 km. Áhersla var lögð á mælingar á íshellu Grímsvatna, þ.e. þeim hluta íssins sem flýtur upp þega vatn safnast fyrir. Úrvinnsla og gerð korts af ísþykkt íshellu Grímsvatna þessi ár mun skila betra mati á samhengi vatnshæðar og rúmmáli Grímsvatnalægðarinnar. Frumúrvinnslu mælisniða og tengingu við nákvæma mælingu staðsetningar og yfirborðshæðar er lokið (sjá myndir mælisniða í VII. Viðauka. Unnið er að rakningu endurkastflata í mælisniða og gerð korts af neðra borði íshellunnar (sem víðast er líka bergbotninn því vatnsstaða var lág þegar mæling var gerð og mjög lítill hluti íshellunnar á floti þá). Einnig verða rakin sterkustu innri endurköstin sem eru frá öskulögum sem grafist hafa í ísinn vegna viðvarandi jákvæðrar afkomu. Líklega eru sterkustu endurköstin frá eldgosum 1922 og 1934.



15. mynd. Lega íssjárnsniða í Grímsvötnum 30. maí til 3. júní 2019. Í bakgrunni er skuggamynd gerð eftir hæðarlíkani úr bandaríska ArcticDEM safni hæðarlíkana, gert eftir ljósmyndum úr gervitungli þann 24. ágúst 2017.

## Lokakorð.

Hér að ofan er greint frá helstu niðurstöðum verkefnisins árið 2019, rakin þróun vatnsgeymisins, afkomu ársins og vatnssöfnun frá síðasta jökulhlaupi frá Grímsvötnun í júní 2018.

Snjósöfnun að vetri var lítið eitt umfram meðaltal en yfirborðsleysing með mesta móti, um 65 % umfram meðallag mælitímans frá jökulárinu 1991-92. Ársafkoma var jákvæð, eins og alltaf nema 2010, en þó aðeins um  $\frac{3}{4}$  af meðalafkomu. Afkoman jafngildir þykkun íss á ísasviðinu um nærri 1,3 m. Að jafnaði þarf leysing vegna jarðhita að bræða sem nemur ársafkomunni.

Afrennsli vegna ofanbráðar til Grímsvatna var með mesta móti og litlu þarf að bæta við vegna sumarúrkomu sem var óvenju lítil.

Í upphafi árs 2019 var mjög lítið vatn í Grímsvötnum en í árslok hefur safnast í þau 0.3 til 0.4 km<sup>3</sup>.

Íshella Grímsvatna er enn að þykkna þar sem vötnin eru dýpst, líklega ~ 1 m á ári eða svo, en hinsvegar stækka vakir í íshelluna yfir og nærri jarðhitasvæðunum með suður og vesturhlíðunum og ís þar nærri þynnist. Samtúlkun nýrra hæðarlíkana og GPS sniðmælinga hafa skýrt atburðarás þegar vatns safnast fyrir í Grímsvötnum og samband vatnshæðar í vökunum og undir íshellunni miðri.

Draga má saman helstu niðurstöður rannsókna síðustu ára í nokkrar setningar:

Vegna breytinganna á íspröskuldi Grímsvatna, rennislisleiðum og þykkunar íshellunnar er ekki mögulegt að þar safnist fyrir vatn í sama mæli og fyrir haustið 1996.

Vatnsmagn verður að óbreyttu ekki meira en ~1 km<sup>3</sup> og þá helst ef hluti íshellunnar bráðnar í eldgosi.

Þannig eru líkur á stóru hlaupi frá Grímsvötnum litlar nema í upphafi öflugss eldgoss á vatnasviði Grímsvatna en utan öskjunnar

Flóðtoppur gæti þó orðið stór ef vatnið sem fer af stað er heitt vegna eldgoss.

Vatnshæð í Grímsvötnum er nú nærri því sem var fyrir gosið í maí 2004, en þá er talið að skyndilegur þrýstiléttir vegna jökulhlaups hafi breytti spennusviði efst í skorpunni þannig að gos hófst. Þrýstiléttirinn virkaði eins og gikkur á eldstöðina var sem var „tilbúin“ til að gjósa, hvað varðar kvikusöfnun og þrýsting í kvikuhólfi.

Það hefur komið fram í samtölum við sérfræðinga við JH og VÍ, að færslur á Grímsfjalli (mælt með semfelldu GPS) og þróun jarðskjálftavirkni að staðan í Grímsvatna eldstöðinni núna sé ekki ósvipuð og fyrir síðustu gos, að eldstöðin gæti verið eða að verða „tilbúin“ í annað gos og því gæti jökulhlaup aftur, stuggað nægjanlega við kerfinu til að gos hefjist. Í ljósi þessa er haft vakandi auga með vatnshæðinni, og óróa á skjálftamæli Veðurstofunnar á Grímsfjalli.

**Sérstakar þakkir til:**

Tæknimanna Jarðvísindastofnunar Sveinbjörns Steinþórssonar og Þorsteins Jónssonar, Hlyns Skagfjörð Pálssonar HSSR, Andra Gunnarssonar verkfræðings hjá Landsvirkjun og einnig til þáttakenda í vorferð og haustferð Jöklarannsóknafélags Íslands á Vatnajökul. Sömuleiðis er Joaquín M.C. Belart þökkuð úrvinnsla Pléiades hæðarlíkans.

**Kostnaður á árinu 2019:**

Styrkur var : 2.000.000 kr.

Vinna við frumúrvinnslu og túlkun mælinga (1.5 mannmánuðir): 1.260.000 kr.

Viðhald mælitækja og tækjamasturs: 125.000 kr.

Kostnaður við mæliferðir: 820.000 kr.

Stjórnunarkostnaður (aðstöðugjald): 50.000 kr.

Samtals kostnaður : 2.255.000 kr.

21. apríl 2020.

Finnur Pálsson og Eyjólfur Magnússon

Jöklahópur Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands

**Tafla I: Mæld afkoma í mælistöðvum í Grímsvötnum og næsta nágrenni 2018\_19.**

$b_w$ : vetrarafkoma,  $b_s$ : sumarafkoma,  $b_n$ : ársafkoma,  
 $l_a$ : nýsnjór að hausti (allar þessar stærðir í m vatns).

Staður	Staðsetning		Lengd	Hæð (m a.s.l.)	Dagur að vori	Dagur að hausti	$b_w$ (m)	$b_s$ (m)	$b_n$ (m)	$l_a$ (m)	
	Breidd										
K05-19	64	33,4462	17	35,4531	1681,6	20190505	20191020	2,06	-1,259	0,804	0,23
K06-19	64	38,3494	17	31,3488	1946,1	20190601	20191020	2,78	-0,594	2,184	0,44
Haab-19	64	20,9598	17	24,1173	1732,2	20190606	20191020	3,60	-1,227	2,374	0,19
T08-19	64	26,2920	17	27,7549	1639,2	20190504	20191020	2,43	-1,180	1,248	0,18
Borth-17	64	25,0441	17	19,1796	1406,0	20190504	20191022	2,41	-2,210	0,198	0,22
Bor-19	64	24,9400	17	20,1388	1405,1	20190606	20191022	2,62	-2,347	0,276	0,22
G02-19	64	26,8444	17	17,7163	1566,0	20190602	20191020	2,00	-0,972	1,032	0,08
G03-19	64	28,4354	17	16,3319	1660,0	20190602	20191020	2,46	-1,021	1,434	0,23
G04-19	64	30,0169	17	15,0478	1689,0	20190602	20191020	2,59	-0,849	1,740	0,14
Go1-19	64	33,9742	17	24,9551	1760,6	20190601	20191020	2,32	-0,865	1,452	0,19

**Tafla II. Afkoma ísarviða Grímsvatna og Gjálpar jökulárið 2018-19.**

$\Delta S$  : flatarmál á hæðarbili,  $\sum \Delta S$ : summa flatarmáls ofan hæðar,  $b_w$ : vetrarafkoma,  $b_s$ : sumarafkoma,  $b_n$ : ársafkoma,  $\Delta B_w$  : rúmtak vetrarafkomu á hæðarbili,  $\sum \Delta B_w$ : rúmtak vetrarafkomu ofan gefinnar hæðar,  $\Delta B_s$  : rúmtak sumarafkomu á hæðarbili,  $\sum \Delta B_s$ : rúmtak sumarafkomu ofan gefinnar hæðar,  $\Delta B_n$ : rúmtak ársafkomu á hæðarbili,,  $\sum B_n$ : rúmtak sumarafkomu ofan gefinnar hæðar.

**Grímsvötn og Gjálpar (neðri tafla)**

Elevation (m a.s.l.)			$\Delta S$ (km <sup>2</sup> )	$\sum \Delta S$ (km <sup>2</sup> )	$b_w$ (mm)	$b_s$ (mm)	$b_n$ (mm)	$\Delta B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\sum \Delta B_w$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\sum \Delta B_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Delta B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\sum B_n$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1700	1750	1725	0,7	0,7	2479	-915	1564	1,8	1,8	-0,7	-0,7	1,2	1,2
1650	1700	1675	40,6	41,3	2484	-1016	1467	100,9	102,7	-41,3	-42,0	59,6	60,7
1600	1650	1625	30,8	72,1	2482	-1169	1312	76,5	179,2	-36,0	-78,0	40,4	101,2
1550	1600	1575	19,2	91,3	2482	-1261	1221	47,7	226,9	-24,2	-102,2	23,5	124,6
1500	1550	1525	16,9	108,2	2483	-1419	1063	42,0	268,9	-24,0	-126,2	18,0	142,6
1450	1500	1475	10,0	118,2	2503	-1711	791	25,1	294,0	-17,2	-143,4	7,9	150,6
1400	1450	1425	11,7	129,9	2552	-2101	450	29,8	323,8	-24,6	-168,0	5,3	155,8
1350	1400	1375	4,3	134,2	2603	-2131	472	11,3	335,1	-9,2	-177,2	2,0	157,9
1300	1350	1325	0,7	134,9	2715	-2020	695	2,0	337,2	-1,5	-178,7	0,5	158,4
1900	1950	1925	0,4	0,4	2541	-649	1892	1,0	1,0	-0,2	-0,2	0,7	0,7
1850	1900	1875	0,7	1,1	2523	-708	1814	1,8	2,8	-0,5	-0,8	1,3	2,0
1800	1850	1825	1,1	2,2	2492	-754	1737	2,8	5,6	-0,9	-1,6	2,0	4,0
1750	1800	1775	4,9	7,1	2374	-831	1543	11,5	17,2	-4,0	-5,7	7,5	11,5
1700	1750	1725	18,8	25,9	2396	-878	1518	45,0	62,1	-16,5	-22,1	28,5	40,0
1650	1700	1675	13,5	39,4	2432	-894	1538	32,8	95,0	-12,1	-34,2	20,8	60,8

**Tafla III: Afrennsli yfirborðsleysingar til Grímsvatna sumarið 2019.**

$\Delta S$ : flatarmál innan hæðarbils þar sem sumarafkoma er neikvæð (leysing meiri en snjósöfnun sumars),  $\Sigma \Delta S$ : uppsafnað flatarmál,  $\Delta Q_s$ : afrennsli frá hæðarbili, metið eftir sumarafkomu,  $\Sigma \Delta Q_s$ : uppsafnað afrennsli frá svæði ofan tiltekinnar hæðar, metið eftir sumarafkomu.

**Vatnasvið Grímsvatna**

Elevation (m a. s. l.)		$\Delta S$ km <sup>2</sup>	$\Sigma \Delta S$ km <sup>2</sup>	$\Delta Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Sigma \Delta Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1900	1950	0,4	0,4	0,3	0,3
1850	1900	1,3	1,8	0,9	1,2
1800	1850	1,7	3,4	1,2	2,4
1750	1800	4,3	7,7	3,5	6,0
1700	1750	18,6	26,3	16,4	22,3
1650	1700	53,3	79,6	52,4	74,7
1600	1650	30,9	110,4	36,1	110,8
1550	1600	19,3	129,7	24,3	135,1
1500	1550	16,8	146,4	23,8	158,9
1450	1500	10,0	156,5	17,2	176,1
1400	1450	11,7	168,2	24,6	200,6
1350	1400	4,3	172,5	9,2	209,9
1300	1350	0,7	173,2	1,5	211,4

**Tafla IV. : Mæld hnit hraðamælistika.**

Hnit hraðamælistaka eru mæld með GPS: “differential, DGPS” (I), “fast static” (FS), eða “kinematic” (K) mæliaðferð.

( Nákvæmni mælinga er 0.2-1.0 m í fleti og 0.5-2.0 m í hæð fyrri DGPS, 1-5 cm í fleti og 2-10 cm í hæð fyrir fast static og kinematic).

GPS stöðin á Höfn í Hornafirði er notuð sem viðmiðun fyrir allar mælingarnar, með föstum hnitum. Viðmiðunarkerfi er ISN93 datum,  $h_1$  er hæð yfir ellipsóíðu,  $dL$  loftnets hæð,  $N$  metinn hæðarmunur ellipsóíðu og meðalsjárborðs,  $H$  hæð yfir meðalsjárbleti ( $H = h_1 + N + dL$ ).  $X$  and  $Y$  eru í ISN93 “Lambert conformal conic” vörpun.  $M$  er gæðamerki.

Stöð	Dag númer			Ár	Breidd	Lengd	$h_1$ (m y. e.)	$dL$ (m)	$N$ (m)	$H$ (m y. s.)	$X$	$Y$	$M$	
	tími	Dags	#											
Bor-19	16,885	6	6	157	2019	64 24,94002	17 20,13878	1473,2	-0,4	-67,7	1405,1	580215,81	435914,21	K
Bor-19	11,300	30	8	241	2019	64 24,93677	17 20,14262	1491,2	-1,6	-67,7	1421,9	580212,88	435908,09	K
Bor-19	13,331	22	10	295	2019	64 24,93258	17 20,14311	1500,3	-1,7	-67,7	1430,8	580212,70	435900,31	K
Borth-17	17,000	5	3	64	2019	64 25,04412	17 19,17962	1478,6	0,0	-67,7	1406,0	580980,95	436127,96	K
Borth-19	14,600	8	6	159	2019	64 25,04428	17 19,17892	1476,5	-1,3	-67,7	1407,6	580981,51	436128,25	K
Borth-19	10,950	30	8	241	2019	64 25,04057	17 19,17963	1496,6	-1,6	-67,7	1427,3	580981,12	436121,35	K
Borth-19	14,627	22	10	295	2019	64 25,03880	17 19,17908	1507,7	-2,8	-67,7	1437,2	580981,10	436118,01	K
G02-19	14,143	2	6	153	2019	64 26,84435	17 17,71632	1633,7	0,0	-67,7	1566,0	582065,83	439503,01	K
G02-19	11,683	20	10	293	2019	64 26,84006	17 17,72014	1633,3	-1,2	-67,7	1564,3	582062,99	439494,97	K
G03-19	13,422	2	6	153	2019	64 28,43541	17 16,33188	1727,7	0,0	-67,7	1660,0	583095,56	442488,25	K
G03-19	11,486	20	10	293	2019	64 28,43328	17 16,33373	1727,3	-1,7	-67,7	1657,8	583094,18	442484,26	K
G04-19	12,504	2	6	153	2019	64 30,01691	17 15,04780	1756,7	0,0	-67,7	1689,0	584043,26	445453,85	K
G04-19	12,879	20	10	293	2019	64 30,01684	17 15,04820	1756,3	-1,5	-67,7	1687,1	584042,95	445453,72	K
Go1-19	16,343	1	6	152	2019	64 33,97424	17 24,95507	1828,5	0,0	-67,8	1760,6	575927,28	452595,09	K
Go1-19	13,409	20	10	293	2019	64 33,97266	17 24,95478	1828,3	-1,7	-67,8	1758,8	575927,59	452592,16	K
Haab-19	17,879	6	6	157	2019	64 20,95983	17 24,11732	1800,4	-0,7	-67,5	1732,2	577207,57	428438,90	K
Haab-19	19,582	20	10	293	2019	64 20,96000	17 24,11800	1797,3	0,0	-67,5	1729,7	577207,02	428439,20	K
K05-19	13,879	5	5	125	2019	64 33,44615	17 35,45310	1749,4	0,0	-67,8	1681,6	567564,20	451415,60	K
K05-19	16,095	20	10	293	2019	64 33,44323	17 35,46807	1746,7	-1,8	-67,8	1677,1	567552,36	451409,91	K
K06-19ve	12,705	1	6	152	2019	64 38,34859	17 31,34297	2014,0	0,0	-67,9	1946,1	570635,27	460596,83	K
K06-19ve	14,538	20	10	293	2019	64 38,34751	17 31,34199	2013,1	-1,4	-67,9	1943,9	570636,10	460594,84	K
T08-19	17,679	4	5	124	2019	64 26,29197	17 27,75489	1706,9	0,0	-67,8	1639,2	574038,17	438270,47	K
T08-19	18,385	20	10	293	2019	64 26,29134	17 27,75727	1704,3	-1,5	-67,8	1635,0	574036,29	438269,25	K



**Tafla V. : Mældur hraði hraðamælistika.**

Mælistöð	dagur dags.	#	dagur dags.	#	fjöldi daga	færsla (m)	(°)	hraði (sm/dag)	m/ári
Bor-19	190606	157	190830	241	84	6,76	207	8,05	29,39
Bor-19	190830	241	191022	295	54	7,77	183	14,39	52,52
Borth-17	181011	284	190305	64	145	0,48	279	0,33	1,21
Borth-19	190608	159	190830	241	82	6,89	185	8,41	30,69
Borth-19	190830	241	191022	295	54	3,31	172	6,13	22,36
G02-19	190602	153	191020	293	140	8,52	201	6,08	22,20
G03-19	190602	153	191020	293	140	4,21	201	3,01	10,99
G04-19	190602	153	191020	293	140	0,35	248	0,25	0,90
Go1-19	190601	152	191020	293	141	2,94	175	2,08	7,60
Haab-19	190606	157	191020	293	136	0,63	300	0,46	1,69
K06-19ve	190601	152	191020	293	141	2,15	159	1,52	5,56
T08-19	190504	124	191020	293	169	2,24	239	1,32	4,83

**Tafla VI. : Helstu kennitölur jökulhlaupa frá Grímsötum 1998 til 2018.**

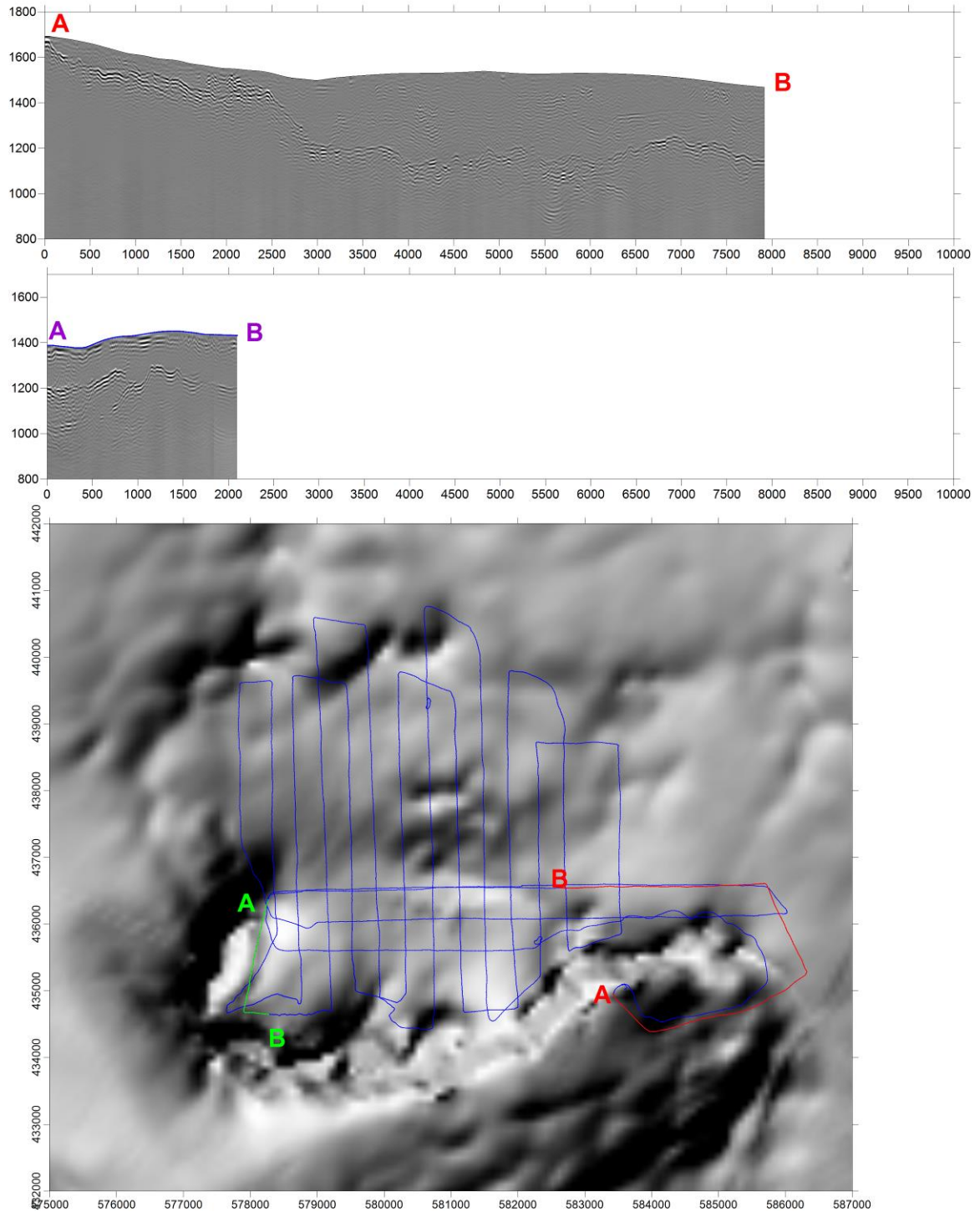
	dnu-max	dnu-min	man-max	man-min	vb-max	vb-min	dz	A-max	A-min	V-max	V-min	dV	
1998,13	46	61	feb	mars	1407	1348	59	13,4	2,8	0,51	0,05	0,46	
1999,08	31	34	jan	jan	1390	1338	52	10,3	1,3	0,30	0,03	0,27	
1999,81	295	317	sept	okt	1386	1349	37	9,7	2,9	0,27	0,05	0,22	
2000,56	206	218	júl	agúst	1369	1350	19	5,6	2,9	0,12	0,05	0,07	
2001,92	337	354	des	des	1397	1391	7	11,6	10,5	0,38	0,31	0,08	
2002,20	72	106	feb	april	1399	1361	38	12,0	4,0	0,41	0,09	0,32	
2004,79	288	315	okt	nov	1422	1378	44	16,5	8,1	0,73	0,19	0,55	+0.1bráðnun
2005,18	66	77	mars	mars	1385	1361	25	9,6	4,0	0,26	0,09	0,17	
2007,83	301	305	okt	okt	1400	1372	28	12,1	6,8	0,42	0,15	0,27	
2008,72	264	275	sept	okt	1391	1369	22	10,7	5,8	0,32	0,13	0,19	
2010,84	304	310	okt	nóv	1419	1370	49	15,8	6,1	0,68	0,14	0,55	
2012,16	28	32	jan	feb	1405	1370	35	13,1	6,1	0,50	0,14	0,36	
2012,88	323	331	nóv	nóv	1388	1367	21	11,0	5,7	0,32	0,10	0,22	
2014,21	71	86	mars	mars	1392	1371	22	11,0	5,8	0,35	0,14	0,21	
2015,36	126	138	maí	maí	1398	1374	24	12,0	7,3	0,40	0,16	0,24	
2016,62	228	239	águ	ágú	1386	1376	10	9,7	7,8	0,27	0,18	0,09	
2018,44	152	163	jún	júní	1400	1379	21	12,1	8,3	0,42	0,19	0,23	

Helstu kennitölur jökulhlaupa frá Grímsötum 1998 til 2018. Hér er da-by og da-en dagnúmer við upphaf og lok hlaups; vb-max og vb-min hæst og lægsta vatnsborð, dz vatnshæðarbreyting (m); A-max og A-min mesta og minnsta flatarmál fljótandi hluta íshellunnar (km<sup>2</sup>) V-max og V-min rúmmál vatns við upphaf og lok hlaups (km<sup>3</sup>), dV rúmmál vatns sem rann frá Grímsvötum (km<sup>3</sup>).

**Tafla VII. : Íssjárnsnið mæld 30. maí til 3. Júní 2019 í Grímsvötnum.**

Vatnajökull íssjarmæling 2019 3. júní  
gv20190603.h5

D:\gogn\lissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\lissjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_0\_to\_1\_dA\_38  
D:\gogn\lissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\lissjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_2\_to\_2\_dA\_38  
amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd

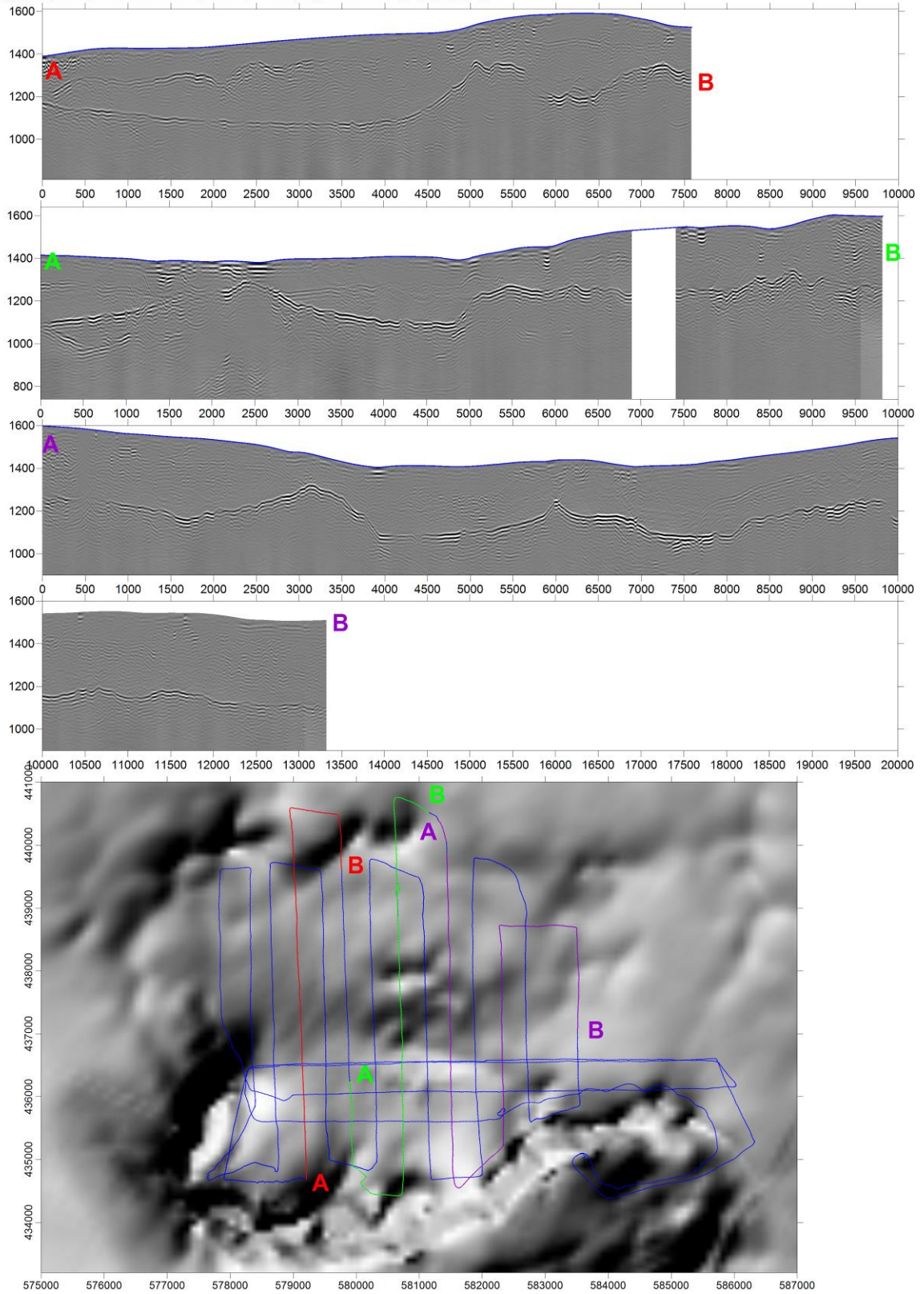


Vatnajökull issjarmæling 2019 3. júní  
gv20190603.h5

D:\gognissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_3\_to\_3\_da\_38\_amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd

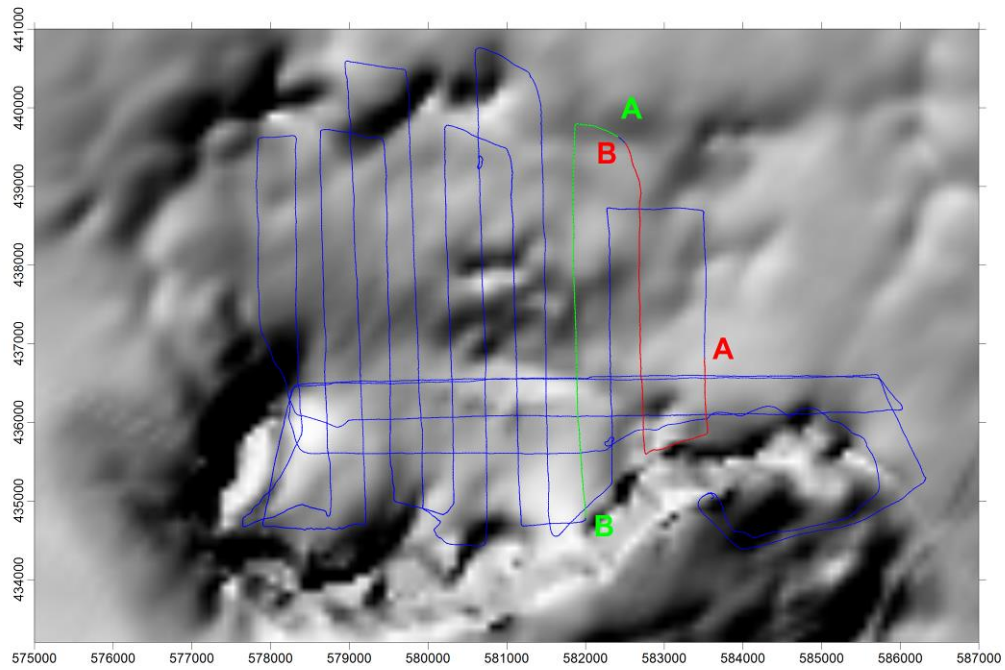
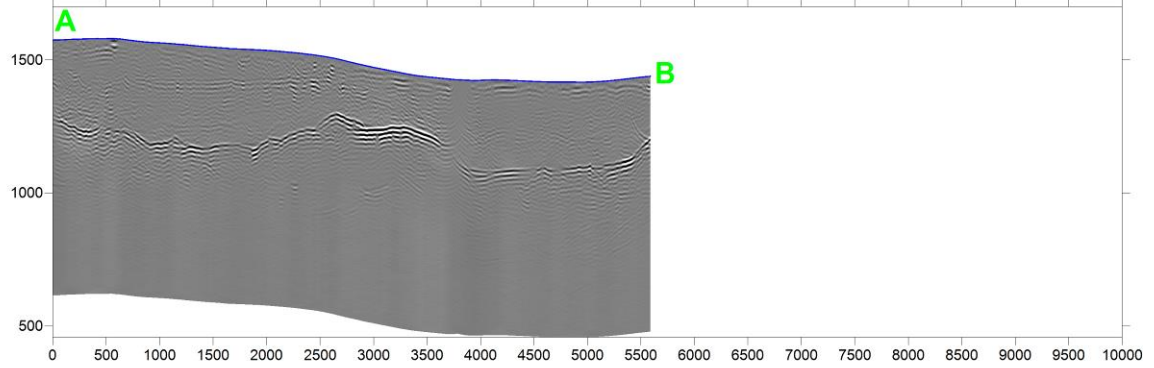
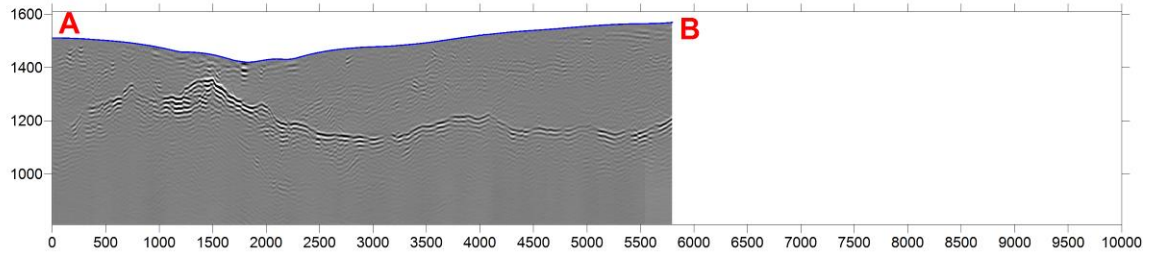
D:\gognissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_4\_to\_7\_da\_38

D:\gognissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_8\_to\_8\_da\_38



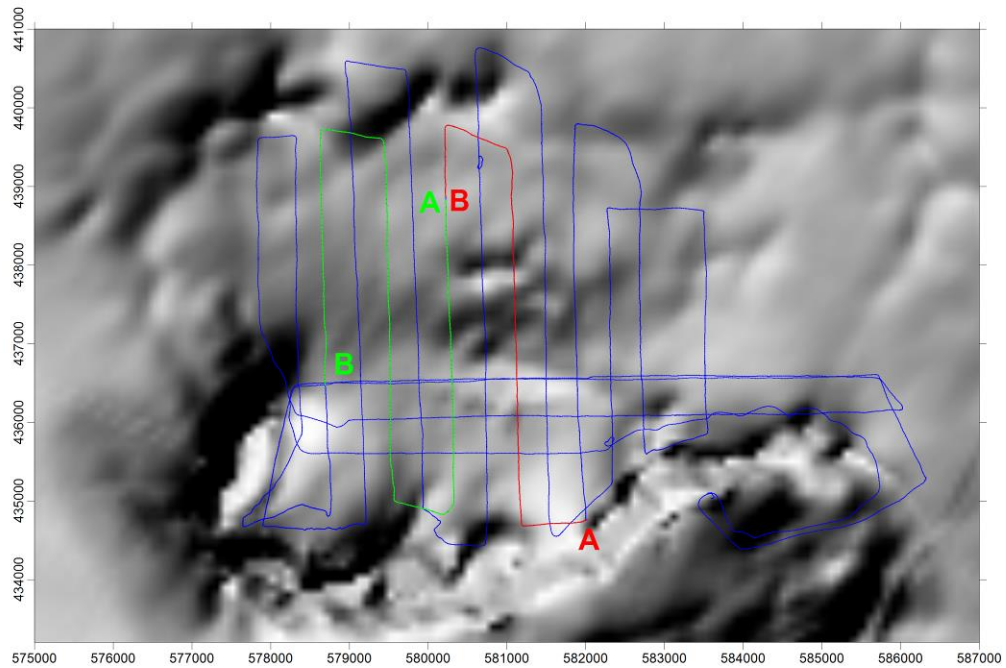
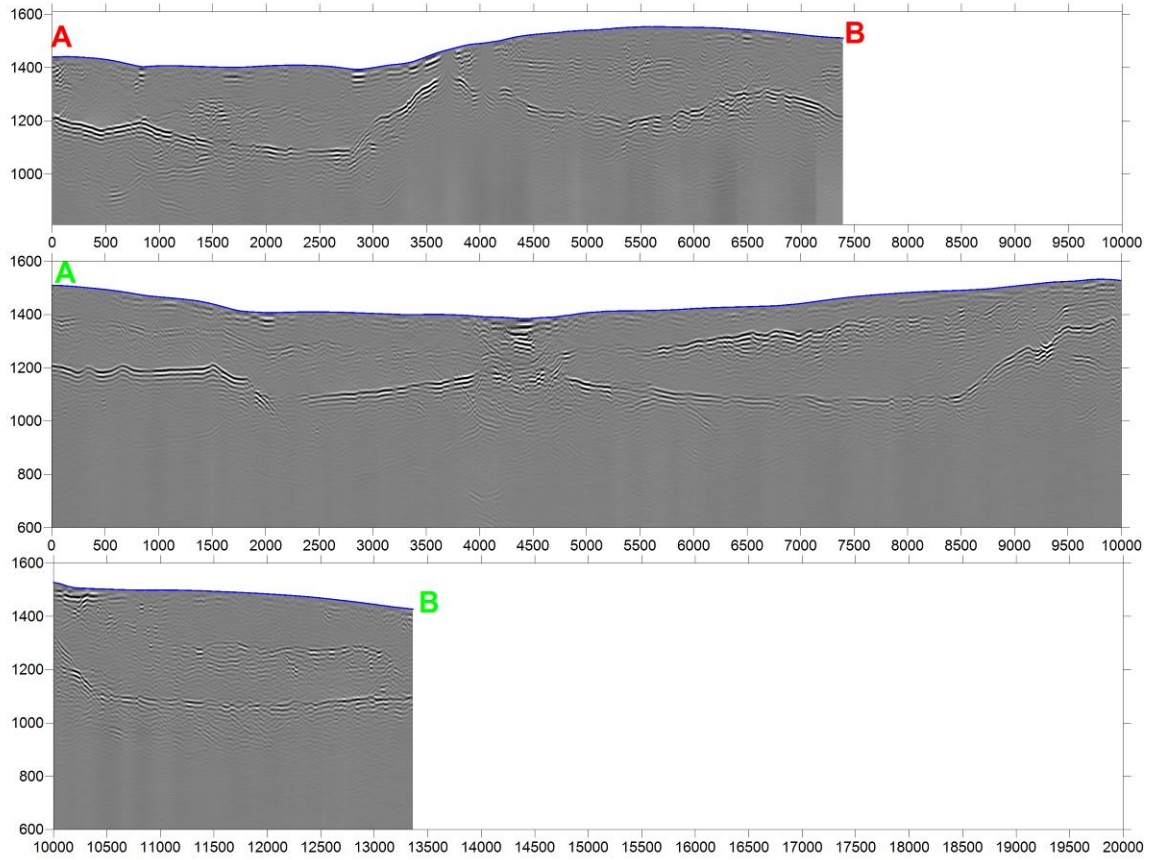
Vatnajökull issjarmæling 2019 3. júní  
gv20190603.h5

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_9\_to\_9\_dA\_38\_amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd  
D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603\line\_af1\_10\_to\_11\_dA\_38



Vatnajökull issjarmæling 2019 3. júní  
gv20190603b.h5

D:\gognlissjarsnid\_urvinnslaVaVorferd\_2019\lissjarmaelingar\gv20190603b\line\_af1\_0\_to\_6\_dA\_38  
D:\gognlissjarsnid\_urvinnslaVaVorferd\_2019\lissjarmaelingar\gv20190603b\line\_af1\_7\_to\_7\_dA\_38  
amp\_migrated\_in\_t\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd



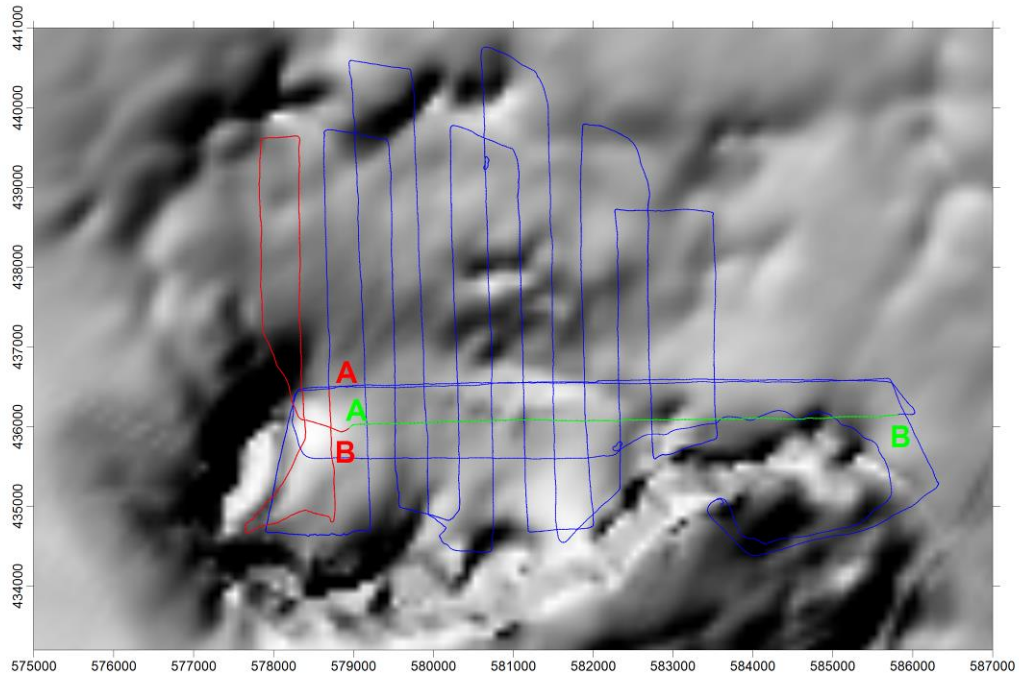
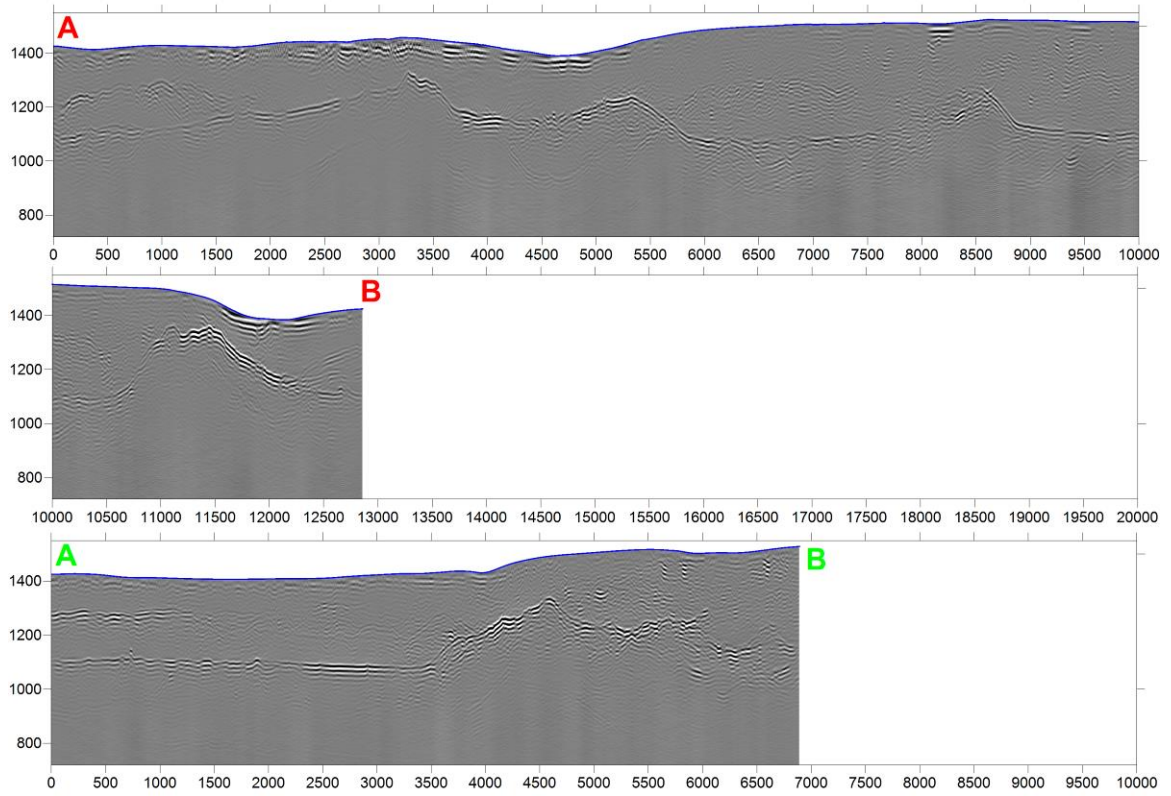
Vatnajökull issjarmæling 2019 3. júní

gv20190603b.h5

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603b\line\_af1\_8\_to\_8\_dA\_38

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\gv20190603b\line\_af1\_9\_to\_9\_dA\_38

amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd

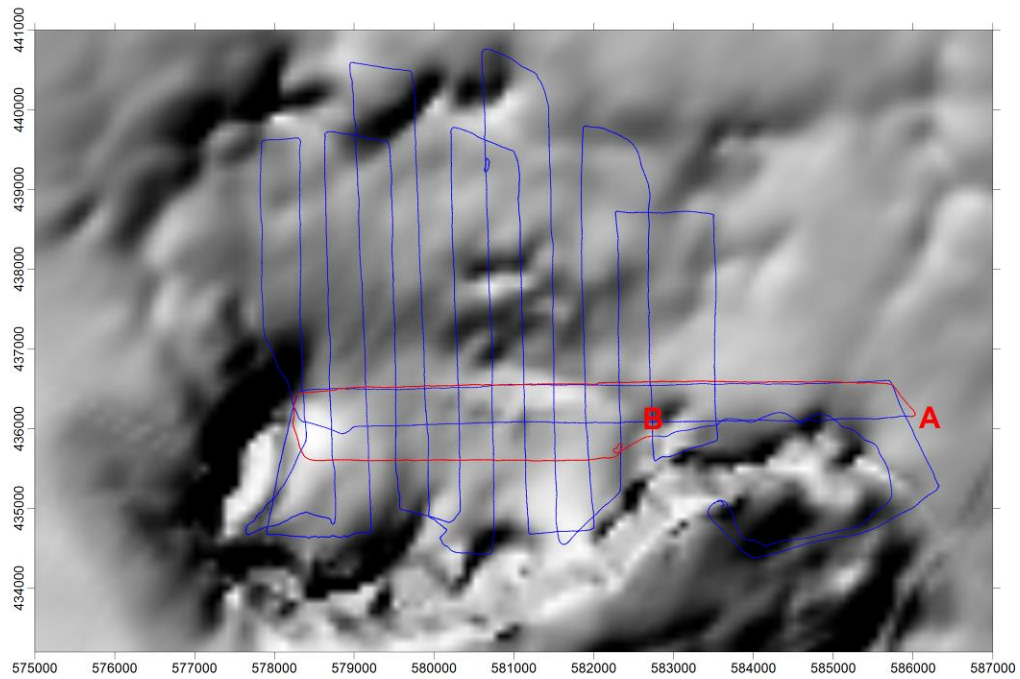
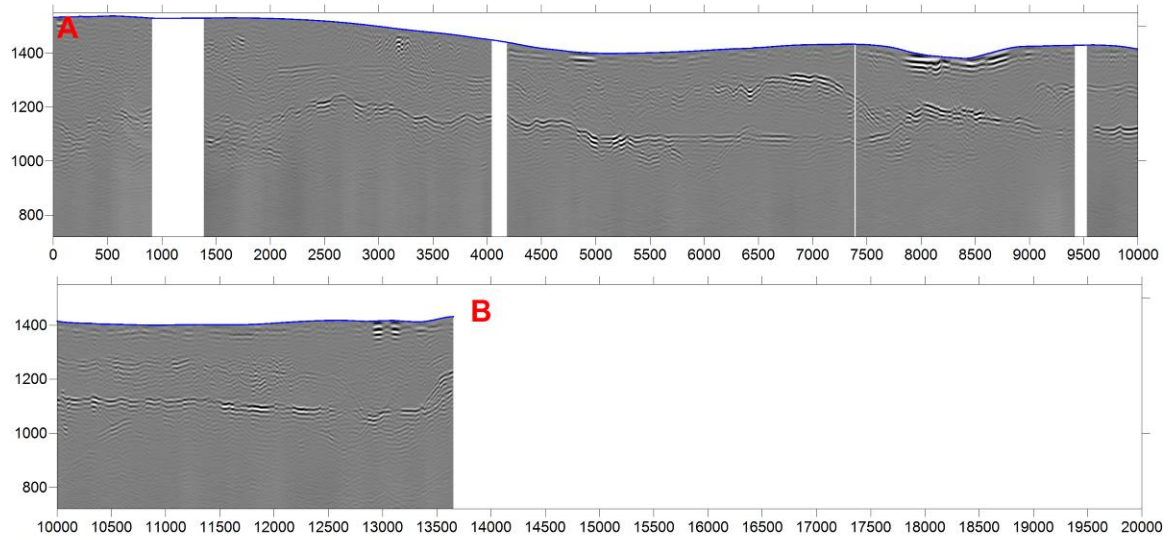


Vatnajökull issjarmæling 2019 3. júní

gv20190603b.h5

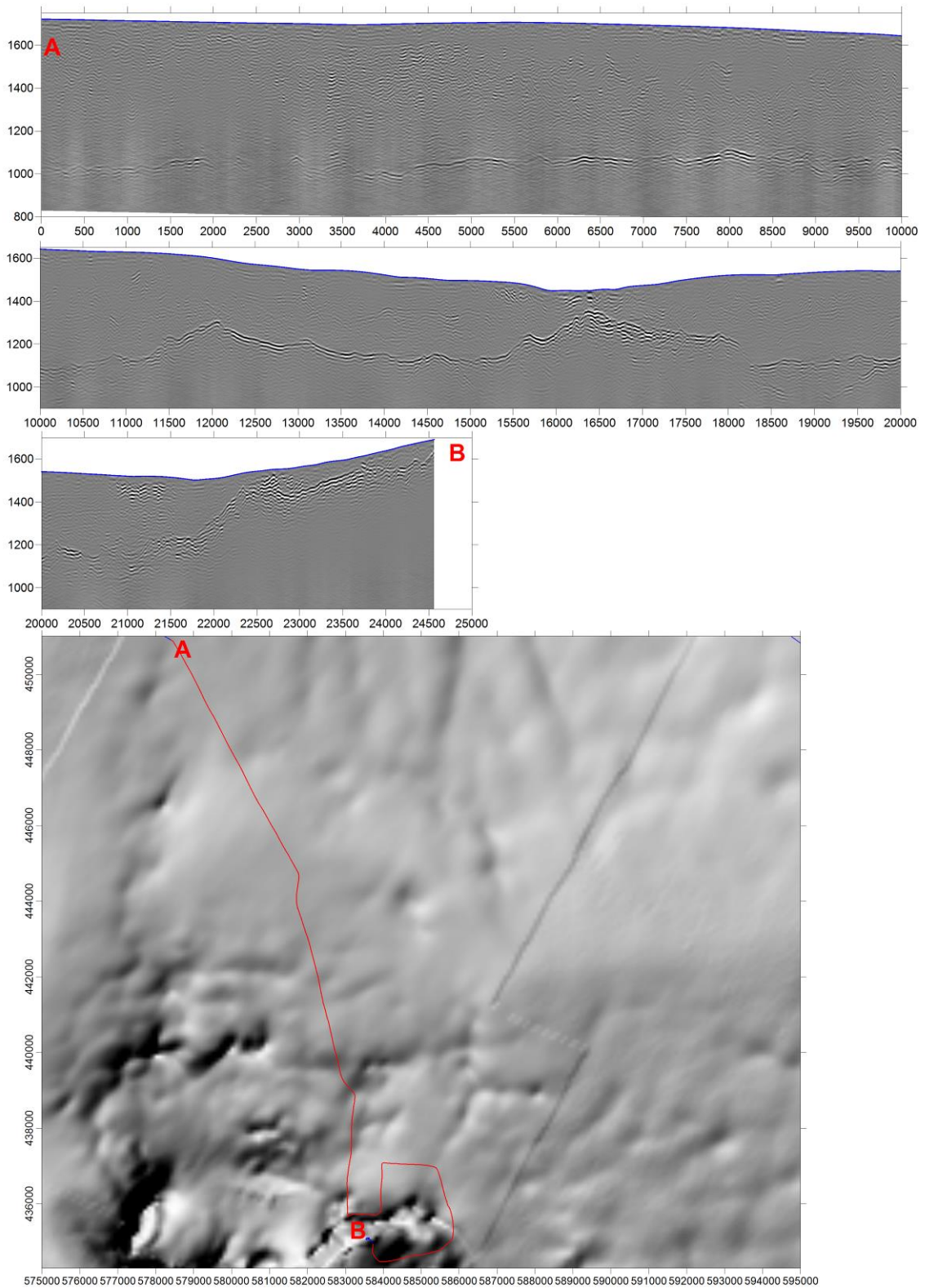
D:\gognlissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\lissjarmaelingar\gv20190603b\line\_af1\_10\_to\_13\_dA\_38

amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd



Vatnajökull issjarmæling 2019 30. maí  
dyngjuj\_201905300.h5

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmælingar\dyngjuj\_201905300\line\_af1\_5\_to\_6\_dA\_38  
amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd



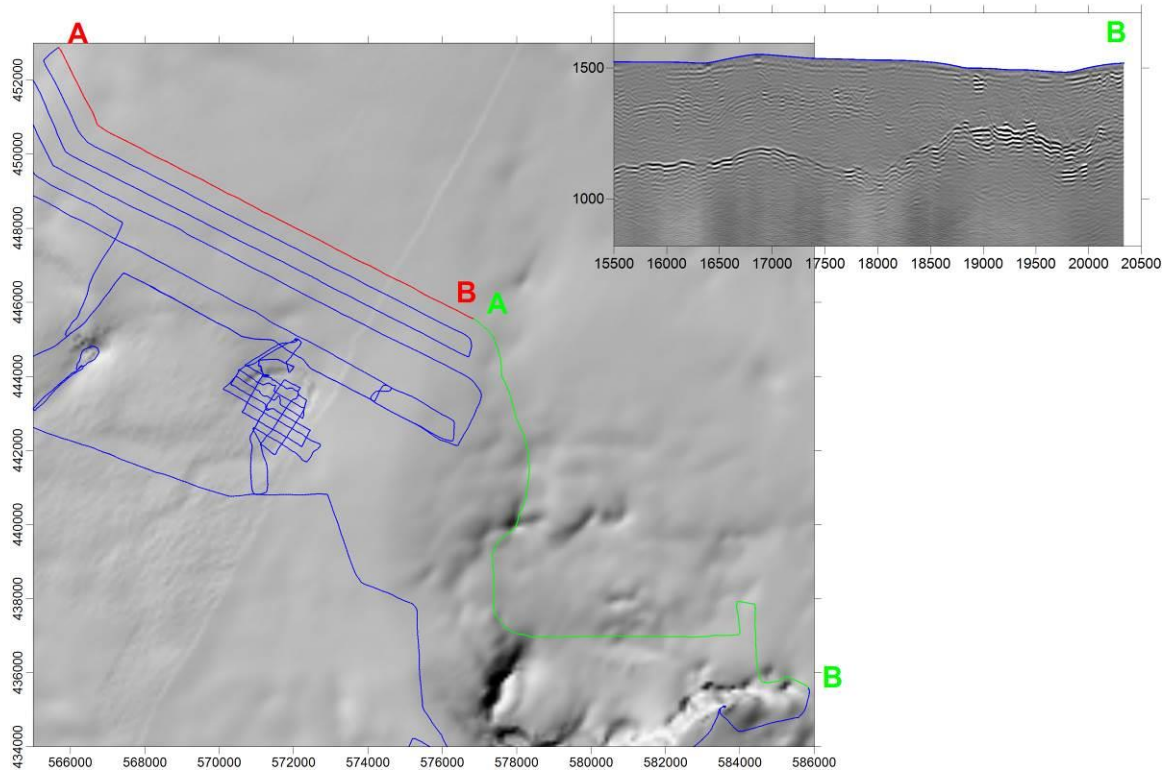
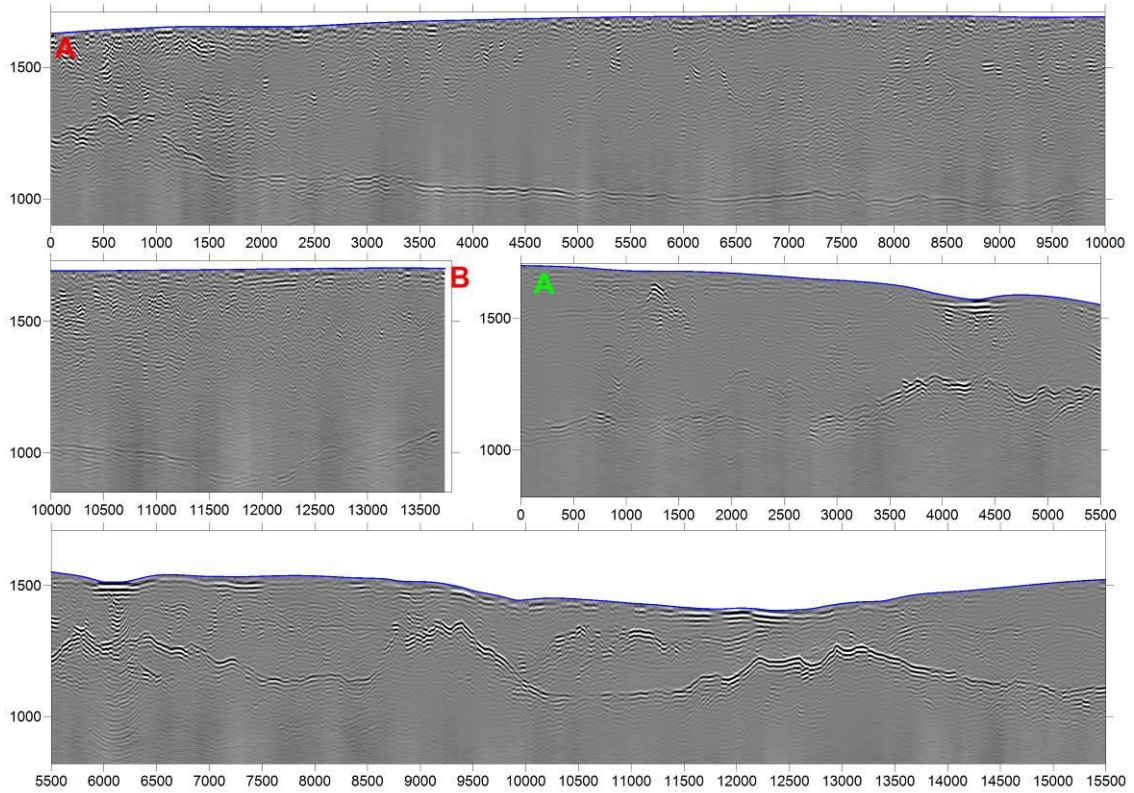


Vatnajökull issjarmæling 2019 31. mai  
sbb20190531b.h5

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190531b-line\_afi\_0\_to\_0\_dA\_38

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190531b-line\_afi\_1\_to\_1\_dA\_38

amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bt.grd

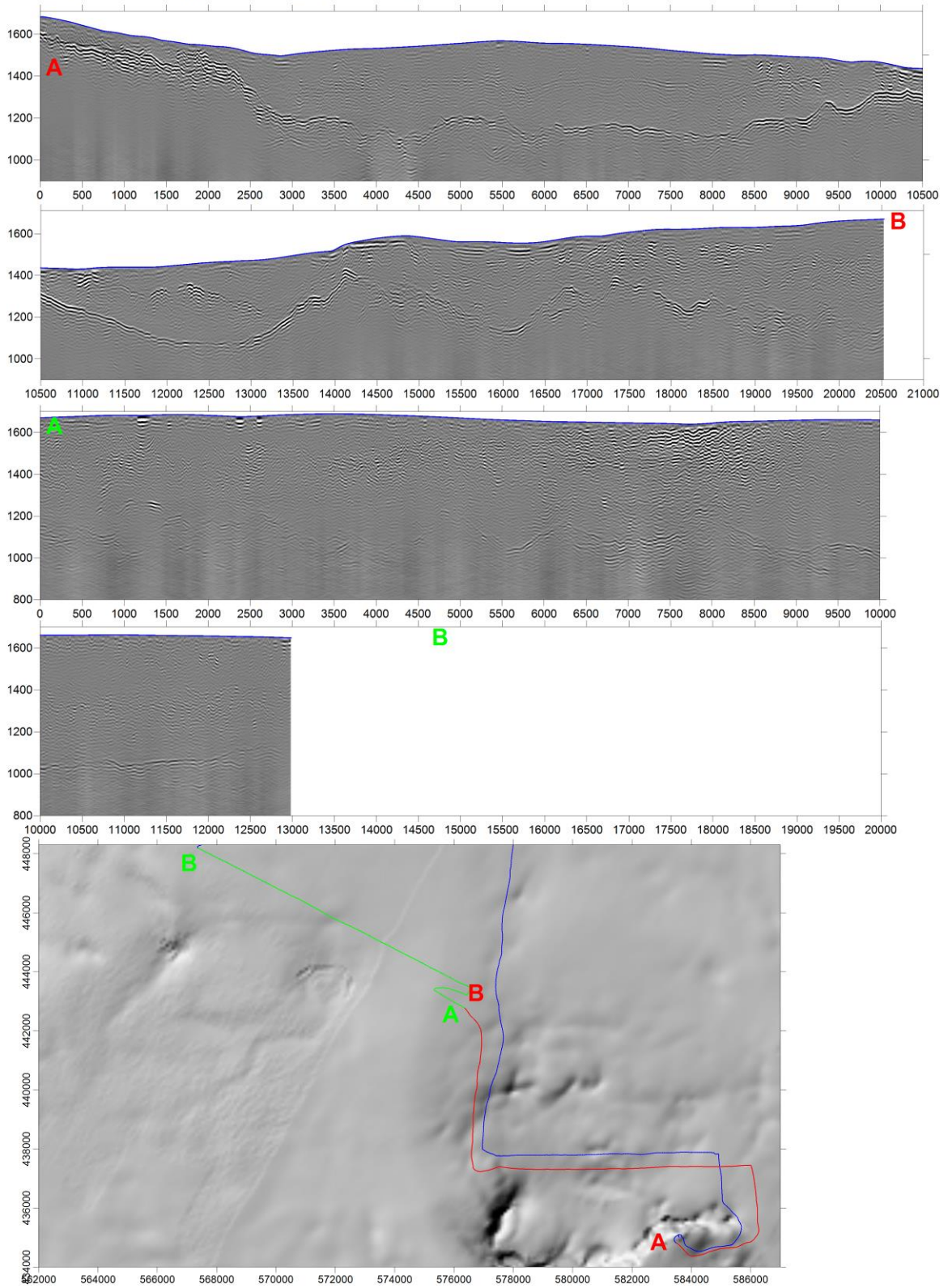


Vatnajökull issjarmæling 2019 1. júní

sbb20190601.h5

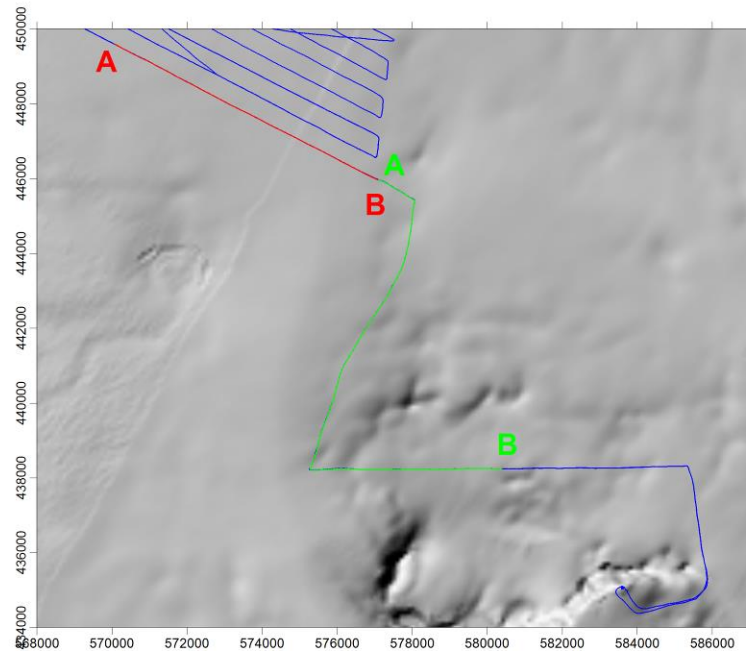
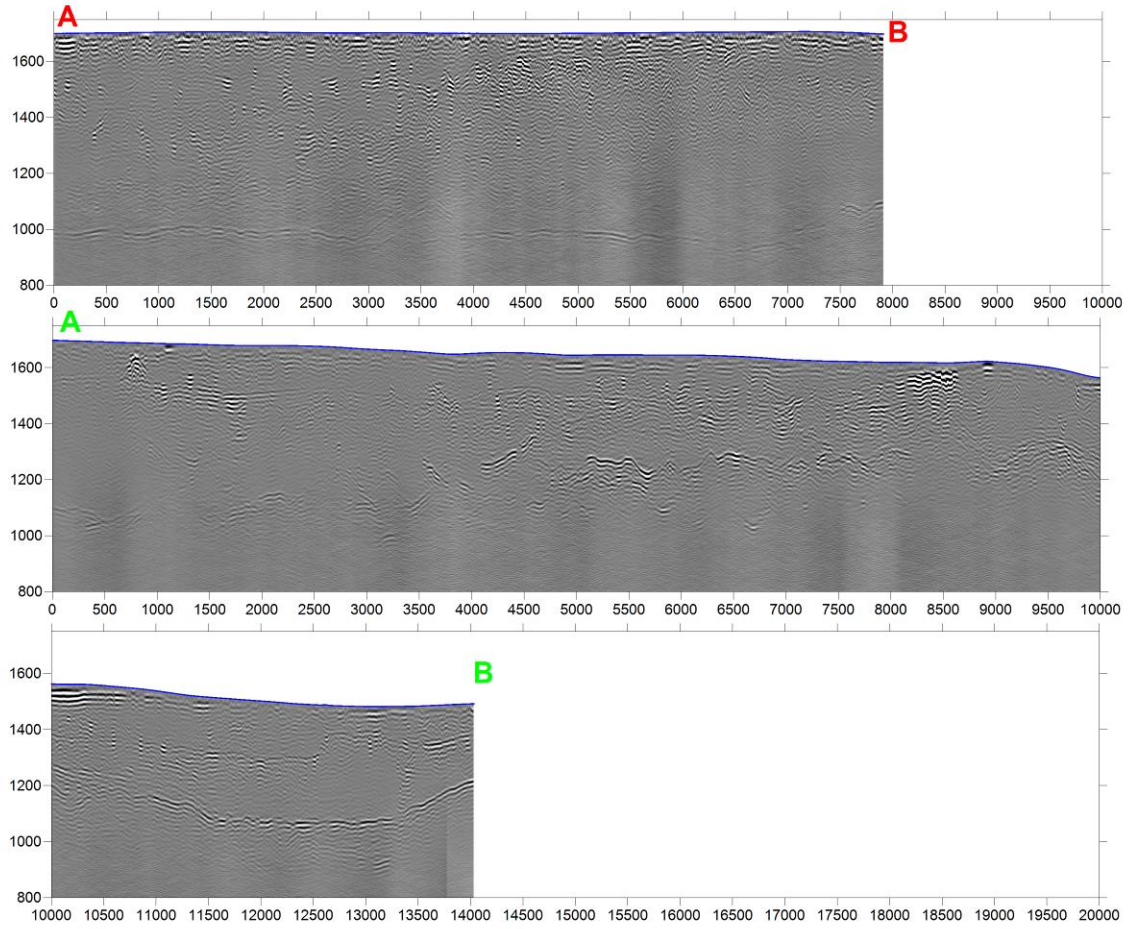
D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190601-line\_af1\_0\_to\_0\_da\_38 amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd

D:\gogn\issjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190601-line\_af1\_1\_to\_1\_da\_38



Vatnajökull issjarmæling 2019 2. júní  
sbb20190602b.h5

D:\gognlissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190602b-line\_af1\_7\_to\_7\_dA\_38 amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd  
D:\gognlissjarsnid\_urvinnsla\VaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190602b-line\_af1\_8\_to\_8\_dA\_38



Vatnajökull issjarmæling 2019 1. júní  
sbb20190601.h5

D:\gognlissjarsnid\_urvinnslaVaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190601-line\_af1\_6\_to\_6\_dA\_38  
D:\gognlissjarsnid\_urvinnslaVaVorferd\_2019\issjarmaelingar\sbb20190601-line\_af1\_7\_to\_7\_dA\_38

amp\_migrated\_in\_L\_and\_h\_vel\_eq\_0.168\_hyperbola\_width\_500m\_bl.grd

