



Hita- og loftmyndir af Þeistareykjum teknar með dróna í nóvember 2018

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2019-019

Dags: 31.Jan.2019

Fjöldi síðna: 20

Upplag: 1

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
☒ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Hita- og loftmyndir af Þeistareykjum teknar með dróna í nóvember 2018

Höfundar/fyrirtæki: Grímur Björnsson og Gunnar Grímsson, Warm Arctic ehf

Verkefnisstjóri: Ásgerður K. Sigurðardóttir

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar:

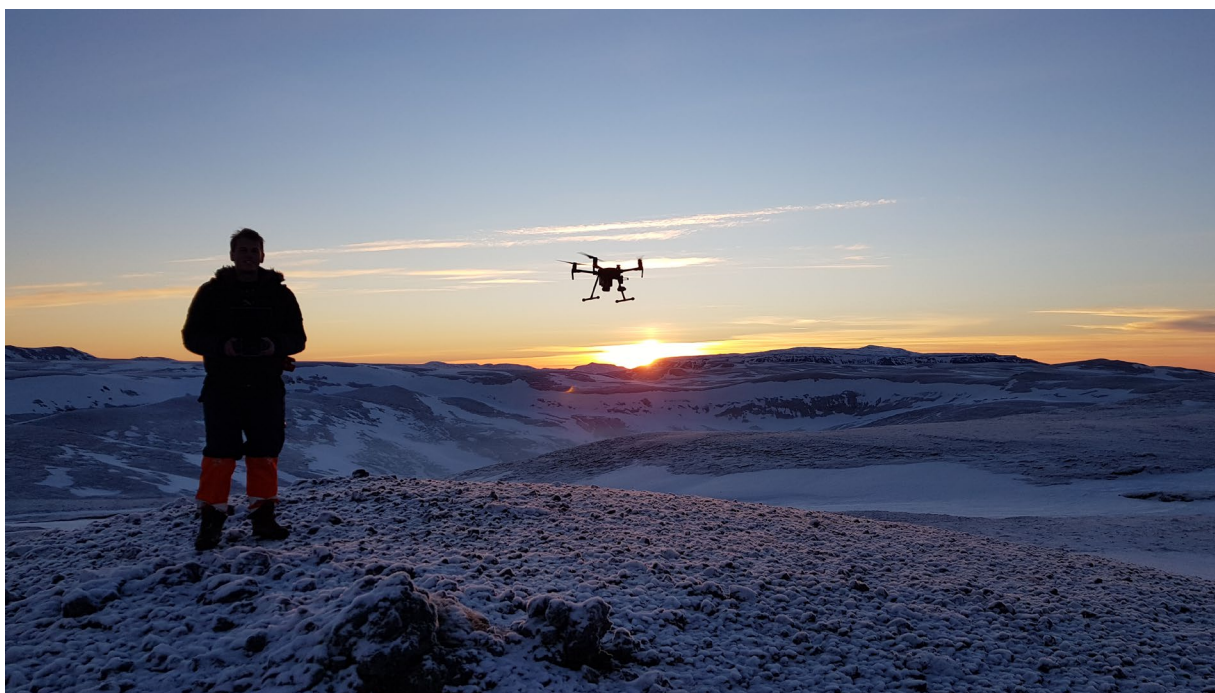
Útdráttur: Lokið er gerð hnitsettra loftmynda, hæðarkorts og hitakorts af Þeistareykjum og hluta Bæjarfjalls. Dróni tók samtímis litljósmyndir og hitamyndir, alls um 85 GB. Gerðar voru uppréttar og hnitsettar litloftmyndir, hitamyndir og skuggakort af um 10 km² lands. Mynddílur í endanlegri loftmynd eru 7.5 cm á kant og 33 cm í hitakortinu. Yfirborðsmerki um jarðhita eru útbreidd á mælisvæðinu, allt að 16 hektörum. Spannar hitinn frá því að vera rétt yfir frostmarki uppi á Bæjarfjalli og að 100 °C á holutoppum. Nokkuð er um rendur í hitakortinu. Þær stafa frá sveiflum í útihita og breytilegum hita myndavélar. Rendurnar má síá burt með til þess gerðu reiknirími. Jarðhiti er líflegur í flatlendi Þeistareykja og 40-80 °C heitir staðir algengir. Dauf ummerki jarðhita má að auki sjá víða uppi á Bæjarfjalli. Tilgáta er gerð um að hér komi upp velgt CO₂ gas sem barst að neðan með gufu frá uppstreymisrás jarðhitakerfisins. Skráðar sem óskráðar fornminjar á Þeistareykjum sjást vel í skugga- og hitakortum drónans.

Lykilorð: Dróni, loftlitmyndir, hæðarkort, hitakort, CO₂, Þeistareykir, Bæjarfjall, fornminjar, hitarendur, síun

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunnar

Lokið er gerð hnitsettra loftmynda, hæðarkorts og hitakorts af Þeistareykjum og af nyrðri hluta Bæjarfjalls. Nýlegur dróni tók samtímis litljósmyndir og hitamyndir með tveimur sérhæfðum myndavélum, alls um 85 GB af myndum. Á grunni þessara mynda voru gerð upprétt og hnitsett litloftmynd og skuggakort af um 9 km² lands og um 10,5 km² af hitakorti. Mynddílur í loftmynd og skuggakorti er um 7.5 cm á kant og um 33 cm í hitakortinu. Yfirborðsmerki um jarðhita eru allútbreidd á mælisvæðinu, trúlega allt að 16 hektörum að flatarmáli. Spannar hitinn frá því að vera rétt yfir frostmarki uppi á Bæjarfjalli og að 100 °C á holutoppum. Nokkuð er um rendur í hitakortinu og þá eftir fluglínunum. Þær stafa frá hitasveiflum innan og milli daga og eins breytilegum hita myndavélar eftir því hvort flogið er með eða á móti vindi. Rendurnar má sía burt með til þess gerðu reiknirími og form milli 66 cm og 66 m í þvermál varðveitt. Jarðhiti er mjög líflegur í flatlendi Þeistareykja og 40-80 °C heitir staðir algengir. Dauf ummerki jarðhita má að auki sjá víða uppi á Bæjarfjalli. Hjálpar til við túlkunina að þessi volgi loftstraumur bræðir burt frosthímið sem var á jörðu þegar flogið var. Tilgáta er gerð um að hér komi upp eilítið velgt CO₂ gas sem barst að neðan með gufu frá heitri uppstreymisrás jarðhitakerfisins. Vatnsgufan nær hins vegar síður til yfirborðs, hún þéttist í fjallinu sjálfu ofan vatnsborðs. Skráðar sem óskráðar fornminjar á Þeistareykjum sjást vel í skugga- og hitakortum drónans.



Efnisyfirlit

Ágrip	2
Efnisyfirlit	4
Myndaskrá	5
Töfluskrá	5
1 Inngangur	6
2 Verklýsing	6
2.1 Lýsing á drónanum	6
2.2 Svæðið sem myndað var	7
2.3 Tölfræði myndatökunnar	7
3 Niðurstöður ljósmyndatöku	8
4 Niðurstöður hitamyndatöku	10
5 Samtúlkun loft- og hitamynda	14
6 Áhugaverðir staðir	14
7 Áframhaldandi úrvinnsla	18
8 Flakkari með frumgögnum og unnum kortum	18
9 Fornminjar	18

Myndaskrá

Mynd 1: Flygildið sem notað var við hita- og loftmyndatökur á Þeistareykjum	6
Mynd 2: Fluglínur drónans á Þeistareykjum í nóvember 2018.....	7
Mynd 3: Útreikningur hvers kortahnits fær stuðning frá mörgum myndrömmum. Horft til austurs í átt að Ketilfjalli.....	8
Mynd 4: Hnitsett og upprétt litloftljósmynd af Þeistareykjum	9
Mynd 5: Hnitsett og upprétt skuggakort of Þeistareykjum	9
Mynd 6: Ósíað hitakort af Þeistareykjum	10
Mynd 7: Tíðnidreifing hitagilda í Mynd 6.....	11
Mynd 8: Síað hitakort af Þeistareykjum	12
Mynd 9: Tíðnidreifing hitagilda í síaða kortinu á Mynd 8	12
Mynd 10: Skuggakort með landslagi hitamyndavélarinnar. Tölur á mynd vísa til áhugaverðra staða sem eru ræddir síðar í skýrslunni.....	13
Mynd 11: Punkthnit mynddila á 10 °C bili ofan 5 °C	14
Mynd 12: Hitalínur í og ofan við vesturbrún Bæjarfjalls.	15
Mynd 13: Jarðhiti í stórgrýti austan stóra gígsins á Bæjarfjalli.....	16
Mynd 14: Smásprunga norðan við smærri gíginn á Bæjarfjalli	16
Mynd 15: Smásprunga á norðurbrún Bæjarfjalls	17
Mynd 16: Dæmi um upplausn hitakortsins við borteig holu ÞG-1	17
Mynd 17: Skuggakort og fornminjar á Þeistareykjum Áður kortlagðar minjar í svörtum lit og hugsanlega óskráðar í rauðum.....	19
Mynd 18: Hitakort og fornminjar á Þeistareykjum Áður kortlagðar minjar í svörtum lit og hugsanlega óskráðar í rauðum.....	20

Töfluskrá

Tafla 1: Dreifing hitagilda í ósíaða hitakortinu á Mynd 6.....	11
--	----

1 Inngangur

Warm Arctic ehf hefur að beiðni Landsvirkjunar kortlagt hita og landslag á Þeistareykjum og á nyrðri hluta Bæjarfjalls með dróna. Beiðni um verkið barst þann 17. október 2018 og tækifæri til sjálfrar myndatökunnar gafst þann 23. til 25. nóvember sama ár. Mælt var í froststilltu veðri og heiðskíru. Talsverð frosthéla var á jörð en snjór lítill nema helst í giljum og skorningum uppi á Bæjarfjalli. Drónanum var flogið allverulega daga sem nætur. Tókst að safna myndum sem þekja um 10,5 km² lands eða kringum 4 km² á dag.

Þessi skýrsla lýsir foldarvinnunni og úrvinnslu gagnanna sem söfnuðust. Að loknum inngangi, er drónanum og myndavélum hans lýst, og í framhaldinu sýndar flognar línur á mælisvæðinu. Því næst er úrvinnslu myndanna lýst stuttlega og tilgreind nöfn á þeim fjórum megin kortaþekjum sem þetta verkefni skilar inn í GIS forrit. Ósíðað hitakort er með röndum sem stafar frá misheitri hitamyndavél eftir því hvort flogið er með eða á móti vindi, auk tíma dags. Sýnt er hvernig sía má út þessi áhrif. Gerð er greining á fjölda hitadíla á ákveðnum bilum og þannig slegið mati á hvaða flatarmál lands er talið undir áhrifum jarðhitauppstreymis. Dregnir eru fram áhugaverðir staðir og ásýnd hita og landslags reifuð. Loks er sýnt hvernig kortaþekjur drónans draga fram ummerki fornminja á Þeistareykjum, þekktra sem óþekktra.



Mynd 1: Flygildið sem notað var við hita- og loftmyndatökur á Þeistareykjum

2 Verklýsing

2.1 Lýsing á drónanum

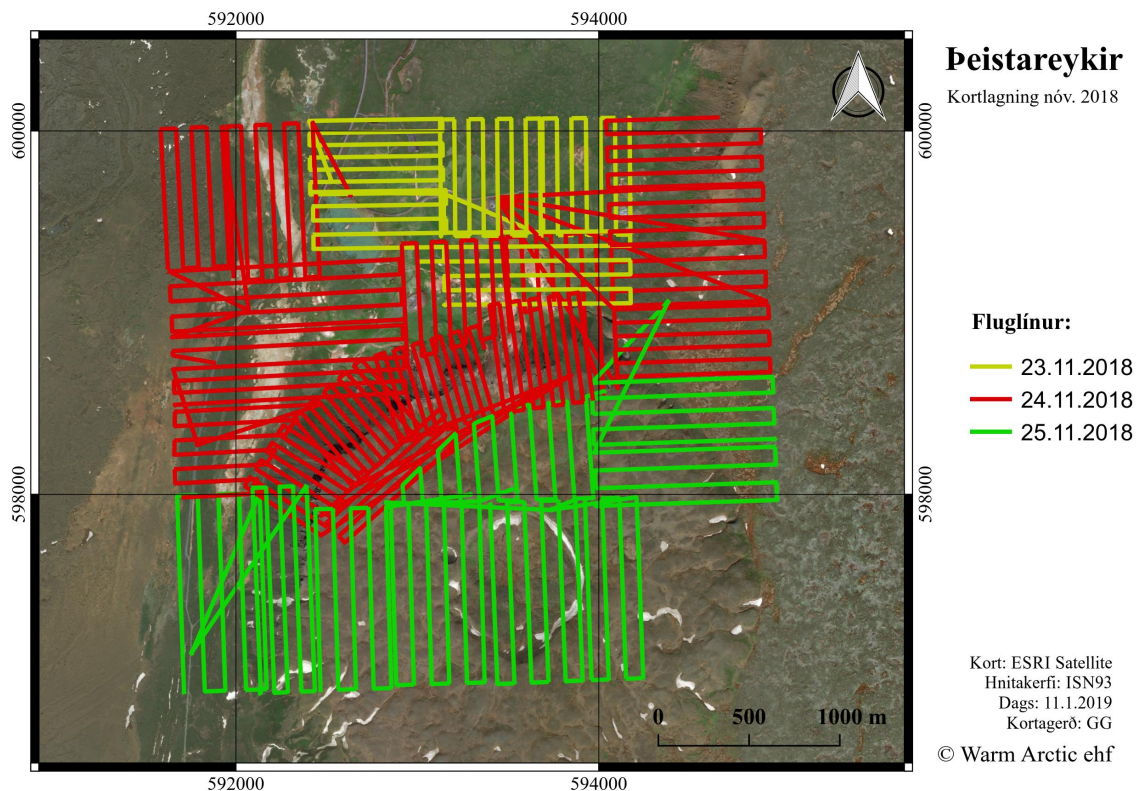
Dróninn sem notaður var við myndatökurnar á Þeistareykjum er framleiddur af DJI fyrirtækinu. Kallast Matrice 210 og er af nýrri og fullkominni gerð. Undir hann var smeltt tveimur myndavélum. Önnur þeirra, Zenmuse X4S, tekur litljósmyndir í 20 MP upplausn meðan hin, Zenmuse XT, tekur radíómetrískar JPG hitamyndir í einungis 0.3 MP upplausn. Auk drónans voru til taks 10 TB50 rafhlöður frá DJI sem leyfðu 5 flug í röð áður en snúa þurfti í grunnbúðir og hlaða þær á ný.

Drónanum var flogið sjálfvirkt með aðstoð smáforrits frá Pix4D, í milli 200 og 300 m hæð yfir landi. Þess var gætt að skörun milli fluglína væri mikil, milli 80 og 90 %.

Mælingar gengu vel og áfallalaust. Dróninn er veðurvarinn og því kom ekki að sök að frost var á köflum talsvert, um og yfir -10°C . Flughraði drónans var um 10 m/s og myndir teknar á báðar vélarnar samtímis á 2-3 sekúndna fresti.

2.2 Svæðið sem myndað var

Mynd 2 sýnir svæðið sem kortlagt var. Teiknaðar eru fluglínur hvers dags. Vakin er athygli á þéttum fluglínunum í norðurkanti Bæjarfjalls, mælingamenn vildu tryggja nákvæma myndun jarðhitastaðanna þar.



Mynd 2: Fluglínur drónans á Peistareykjum í nóvember 2018

2.3 Tölfræði myndatökunnar

Fjarkönnun með dróna byggir á söfnun verulegs magns gagna. Hér eru nokkrar aðalkennitölur fluganna:

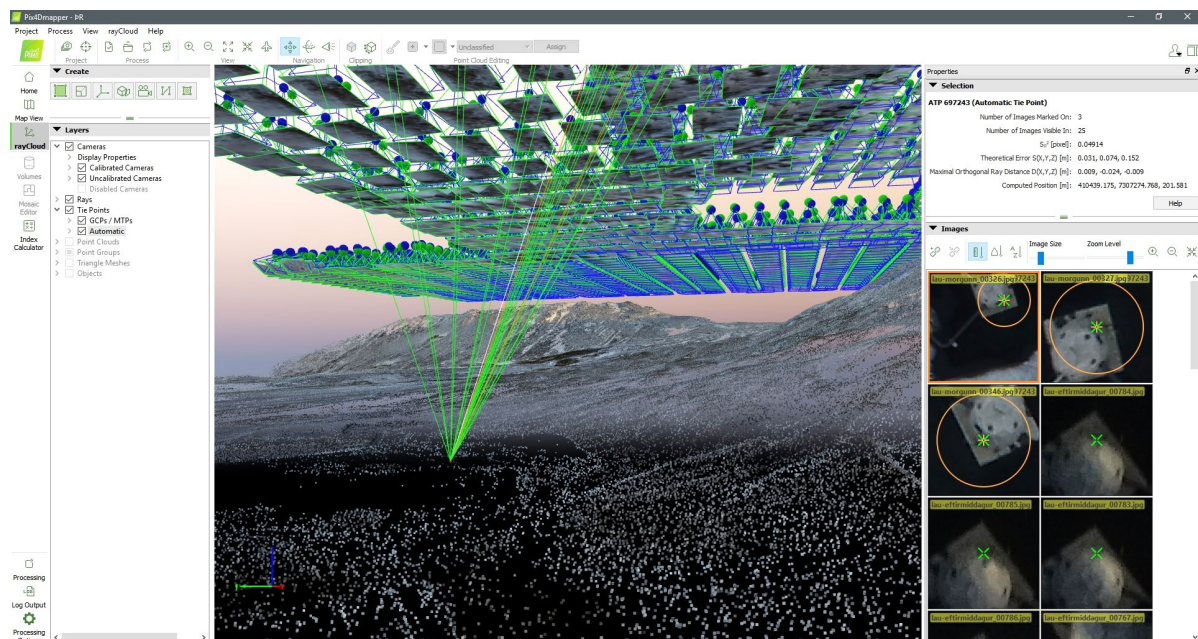
- Af um 12.000 teknum hitamyndum voru 5.800 notaðar til kortavinnslu
- Af um 7.100 teknum litljósmyndum voru um 3500 notaðar. Hluta myndanna var ekki hægt að nota í upprétta loftmynd sökum þess að þær voru teknar í myrkri
- Vídeómyndatökur stóðu í 10-15 mínútur
- Þessi gögn taka um 85 GB af diskaplássi, 12,5 GB í myndbönd, 62 GB í ljósmyndir og afgangurinn eru hitamyndir

Þessum myndum var hlaðið niður á flakkara eftir því sem verkinu vatt fram og síðan fluttar á afritaða diska hjá 1984.is.

3 Niðurstöður ljósmyndatöku

Þær litmyndir sem dróninn tekur eftir fyrirfram skilgreindum fluglínunum er tiltölulega auðvelt að snúa yfir í hvoru tveggja upprétta litloftmynd og stafrænt hæðarkort. Notaður var hugbúnaður frá Pix4D til verksins uppsettur á Windows borðstölvu með stórt vinnsluminni. Fluglínunum var skipt upp í fjóra hluta og hver unninn sjálfstætt. Að því búnu sá Pix4D um að sameina þessi fjögur undirkort í eitt stórt (5.7 GB). Landsvirkjun ljáði höfundum nokkrar kortaþekjur frá Þeistareykjum. Voru þær notaðar til að stilla stóru loftmyndina að hnitum Landsvirkjunar. Slík leiðrétting í lárétta fletinum var yfirleitt minna en 2 metrar meðan leiðrétting landhæðar var talsvert meiri, um 150 m. Sú hliðrun er hins vegar fasti og er munurinn rakinn til þess að hæðarmælingar í GPS kerfinu eru síðri en landfræðilega hnitð.

Til skemmtunar sýnir Mynd 3 hvernig úrvinnsluforritið Pix4D ákvarðar raunhnit myndpunkta. Yfir landslagi Þeistareykja svífa þúsundir tekinna loftmynda. Sýnt er með grænum strikum hvaða myndir ákvarða stöðu eins punkts í upprétta myndinni. Slíka úrvinnslu þarf að endurtaka kringum 400 milljón sinnum áður en lokakort er framleitt og tekur marga sólarhringa. Forritið metur fræðilega afstæða skekkju þessa punkts (miðað við alla hina) sem 3-7 cm í plani og 15 cm í hæð. Endanleg hnit koma svo frá samanburði afstæða hnitakortsins við GIS kortin sem Landsvirkjun útvegaði (e. georeferencing).



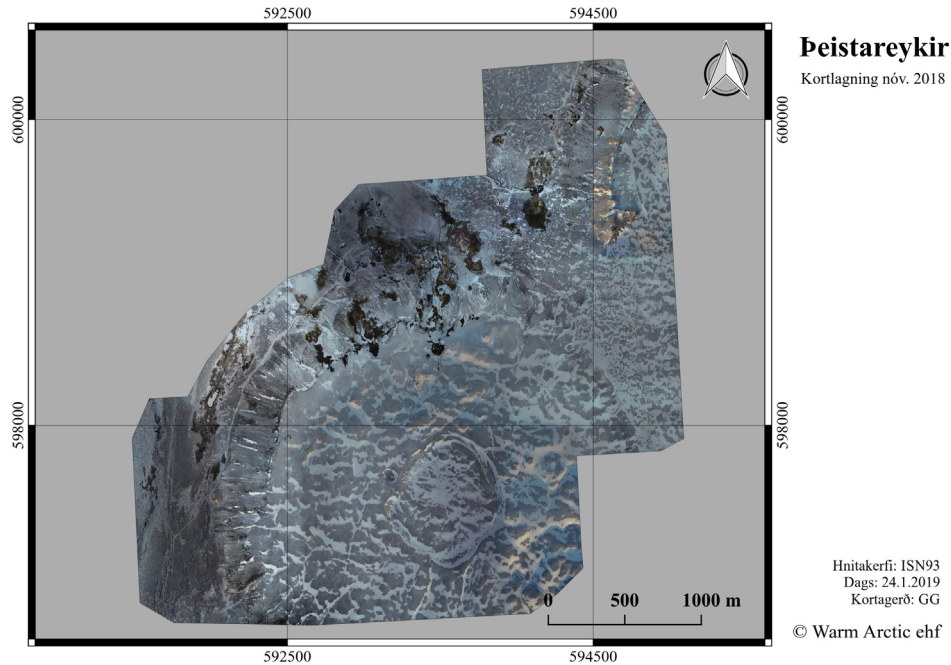
Mynd 3: Útreikningur hvers kortahnits fær stuðning frá mörgum myndrömmum. Horft til austurs í átt að Ketilfjalli

Hin upprétta loftmynd ásamt skuggakorti (hillshade) er afhent Landsvirkjun á minnislykli. Þekjurnar tvær heita *thr-loftkort.tif* og *thr-dsm.tif* Hver myndeining er um 7.5 cm á kant í báðum þekjunum. Þessar skrár eru í tiff sniði og með lýsigögnum í haus sem gerir þær læsilegar í flestum GIS forritum. Hnitakerfi þeirra er UTM 28N og WGS84 viðmið.

Mynd 4 sýnir upprétta loftmyndina af Þeistareykjum. Flatarmál loftmyndarinnar er um 9 km², þegar búið er að skera utan af henni ystu brúnir. Ekki tókst að vinna hnitsett kort af öllum

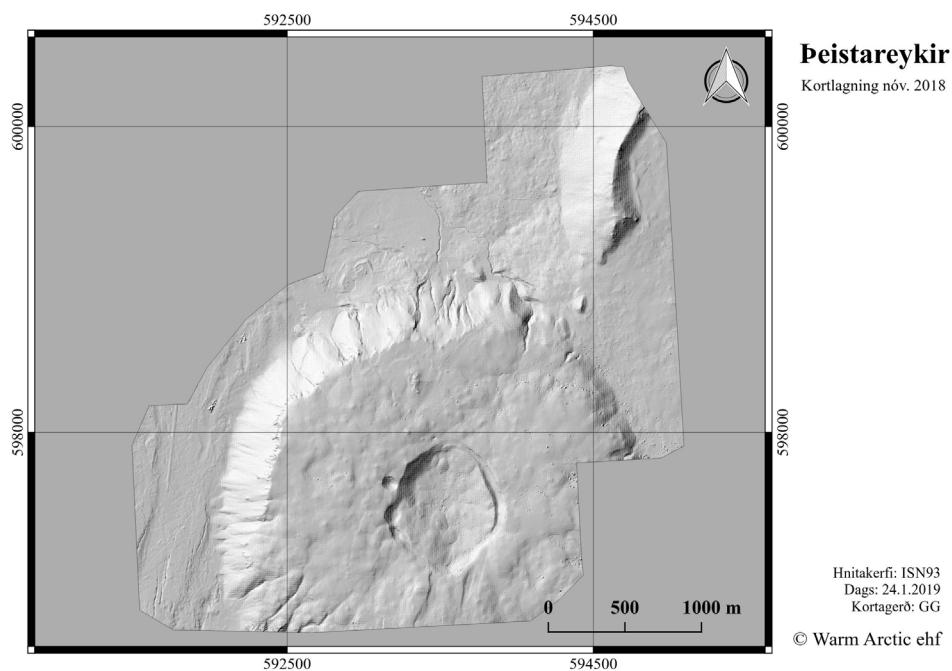
fluglínunum á Mynd 2. Hluti þeirra var nefnilega tekinn í myrkri. Á það einkum við um láglendið norðan Bæjarfjalls.

Mynd 4 sýnir vel hvar afbræðslur jarðhita eru í gangi. Má segja að frosthrímuð jörð henti sérlega vel til að skoða jarðhita á yfirborði, einmitt fyrir hinar greinilegu dökku afbræðslur. Það á einkum við um túlkun daufra hitastaða uppi á sjálfu Bæjarfjalli og verður vikið að síðar.



Mynd 4: Hnitsett og upprétt litloftljósmynd af Þeistareykjum

Mynd 5 sýnir skuggakort (hillshade) af Þeistareykjum. Sól skín úr norðvestri. Svona mynd má hafa til hliðsjónar þegar leitað er að sprungum og þess háttar, og er þá gaman að fíkta í sólaráttinni og hæð.



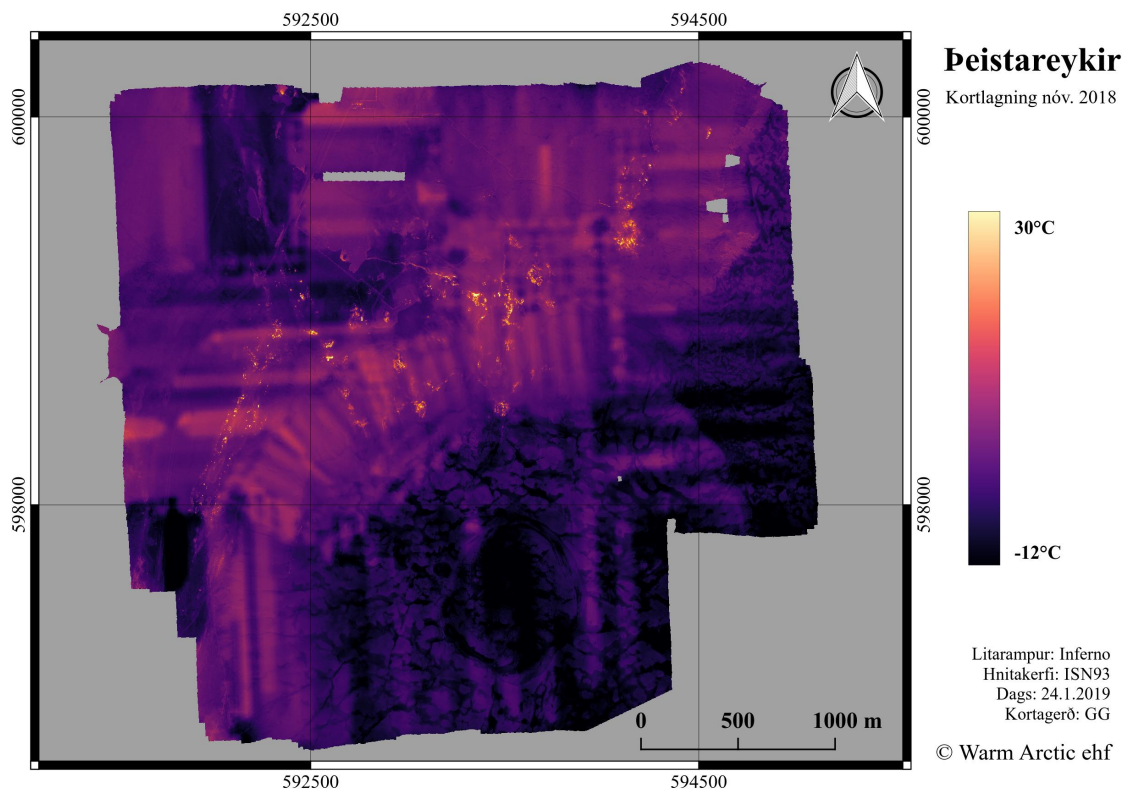
Mynd 5: Hnitsett og upprétt skuggakort af Þeistareykjum

4 Niðurstöður hitamyndatöku

Hér þurftu tæknimenn Warm Arctic að ganga gegnum ákveðinn lærdómsferil áður en endanlegt hitakort leit ljós. Ástæða þessa er aðallega að tæknin er svo ný að þjónustufyrirtæki í kortavinnslu eru rétt nýlega byrjuð að vinna drónamyndirnar beint í skráarsniði Flir hitamyndavélarinnar. Lausn WA var því að þróa Linux skeljaskriftur sem brjóta upp JPG myndirnar sem Flir myndavélin skilar yfir í TIFF myndir. Tölvuský Precisionmapper kjamsar svo á öllu safninu og uppréttir í landfræðileg kortahnit. Þá skrá þarf síðan að vinna til baka frá hrágildum hitamyndavélarinnar yfir í hita í Celcius gráðum.

Ólíkt loftmyndaúrvinnslunni var hægt að vinna hitakortið yfir í kortahnit í einu skrefi í stað tveggja. Þessi úrvinnsla leiðir í ljós að hin fullkomna hitamyndavél Zenmuse XT er ekki fullvarin fyrir sveiflum í útihita. Það sýnir sig í öðrum yfirborðshita þegar er flogið á móti vindi en með. Myndavélin virðist ekki sýna þessa hegðun þegar útihiti er yfir 10 °C og flogið 30% hægar en á Þeistareykjum. Slík rákahegðun jarðeðlisfræðilegra mynda er þekkt og verður sýnt í síðari kafla hvernig hreinsa má út slíkt langbylgjumynstur með Fourier síu.

Lokaafurðin er TIFF kort af öllu rannsóknasvæðinu. Það er sýnt ósíað á Mynd 6. Nafn skjalsins að baki myndarinnar er thr-hitakort-raw.tif. Myndbútar hennar eru um 33 cm á kant borið saman við 7.5 cm í loftmyndinni. Rendur í kortinu stafa annars vegar af því að Flir myndavélin er misheit eftir því hvort flogið er með eða undan vindi, en hins vegar var nokkur hitamunur innan dags sem og milli daga. Þá er smágöt í kortinu norðanverðu þar sem gisnaði um of milli fluglína, til að mynda yfir Ketilfjalli. Boðið er upp á að stilla eiginleika svarthlutsgeislunar í úrvinnslunni. Þar eru mest sjálfvalin gildi og helst að nefna að endurgeislunarstuðull (emissivity) var hafður 0.95 sem er algengt gildi í svona túlkun.



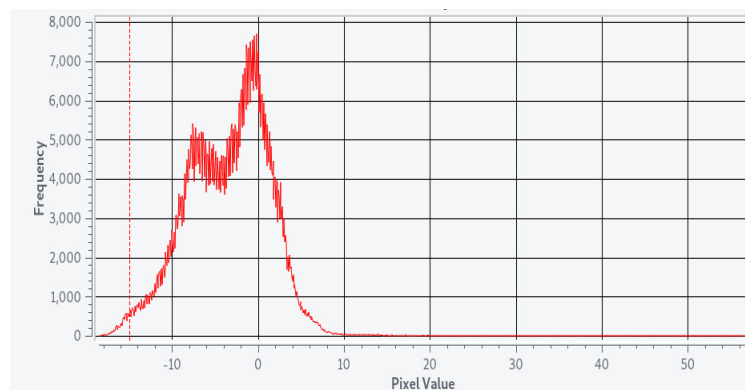
Mynd 6: Ósíað hitakort af Þeistareykjum

Hægt er að nota gögnin á mynd 6 sem einfalda aðferð í umhverfissvöktun. Tíff myndinni var einfaldlega varpað yfir á textasnið og síðan talinn fjöldi myndbúta innan ákveðins hitasviðs. Tafla 1 sýnir niðurstöðuna. Samkvæmt þessu eru tæpir 16 hektarar á Þeystareykjum yfir 5 °C heitir í nóvember 2018. Hæsti hiti í kortinu er rétt um 100 °C við borholutopp og sá lægsti var um -17 °C í botni stærri gígsins á Bæjarfjalli í dagrenningu.

Tafla 1: Dreifing hitagilda í ósíaða hitakortinu á Mynd 6.

Hitabil °C	Fjöldi búta	Flatarmál m ²	Hektarar
5-10	1,240,098.00	135046.672	13.505
10-20	162,210.00	17664.669	1.766
20-30	39,458.00	4296.9762	0.430
30-40	10,076.00	1097.2764	0.110
40-50	3,387.00	368.8443	0.037
50-60	1,233.00	134.2737	0.013
60-70	478.00	52.0542	0.005
70-80	66.00	7.1874	0.001
80-100	10.00	1.089	0.000
Samtals	1,457,016.00	158,669.04	15.87

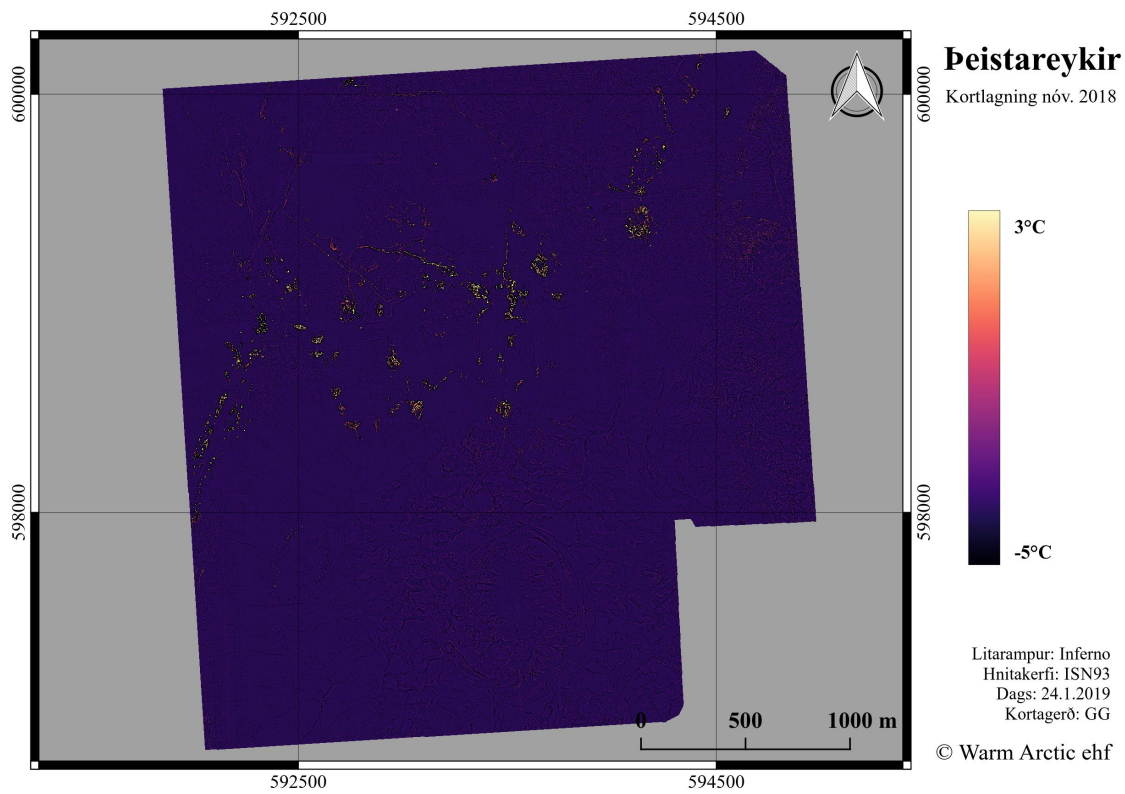
Mynd 7 sýnir tíðnidreifingu hitagildanna á Mynd 6. Lungi þeirra er undir frostmarki og tilheyrir svæðum sem innihalda engan jarðhita. Topparnir tveir geta vísað til dag og næturfluga, eða þá að Flir myndavélin er að skila ólíkum hita eftir því hvort flogið er með eða á móti vindi. Áhugaverðustu mynddílarnir, þeir sem eru heitari en 5 °C, ættu að vera jarðhiti og að mestu sloppnir við dægursveiflu hitans.



Mynd 7: Tíðnidreifing hitagilda í Mynd 6

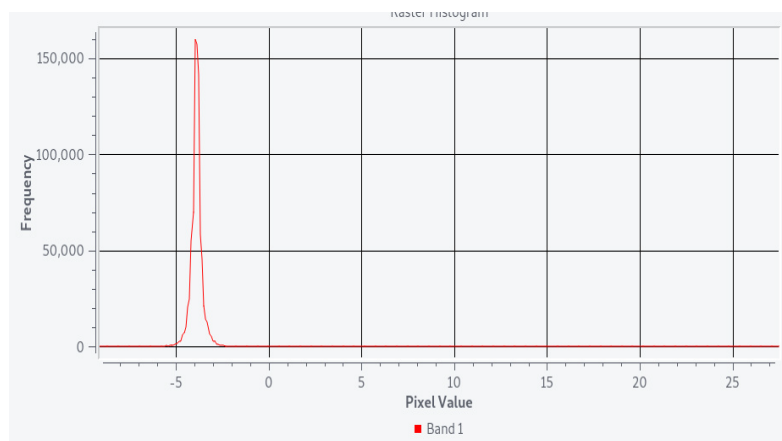
Rendurnar á Mynd 6 eru hvítleiðar og draga um of athyglina frá finni dráttum í hitakortinu, einkum í kringum jarðhitastaði, en líka kringum dauf hitafrávik uppi á Bæjarfjalli. Skýrslu-höfundar höluðu því niður myndvinnsluforriti sem getur síað frá bylgjulengdir utan ákveðins bils mynddila. Notuð er óstefnuháð Fast Fourier Transform (FFT) sía og áherslan lögð á að varðveita bylgjulengdir milli 66 cm og 66 metrar. Með því fékkst síaða hitakortið á Mynd 8. Netráf sýnir að þessi aðferð er mjög algeng við frágang jarðeðlisfræðigagna, einkum af hafsbotni. Ef gert er ráð fyrir að jarðhitastaðirnir á Þeystareykjum séu hringform eða stuttar línur ætti síunin að varðveita slík frávik. Betra væri þó að Flir lagaði hitamyndavélina að innri hita. Spjallsíður hafa líka lagt til að myndavélin sé einangruð.

Geysilegur fjöldi mynddíla er á bak við hitakortið á Mynd 8. Litaskali hennar er valinn þróngur til að dreifing þeirra sjáist betur. Kortsins er best notið inni í GIS hugbúnaði með þýsjun og hugmyndaauði í litaskölun. Tiff skjal myndarinnar heitir thr-hitakort-filter.tif.



Mynd 8: Síað hitakort af Þeistareykjum

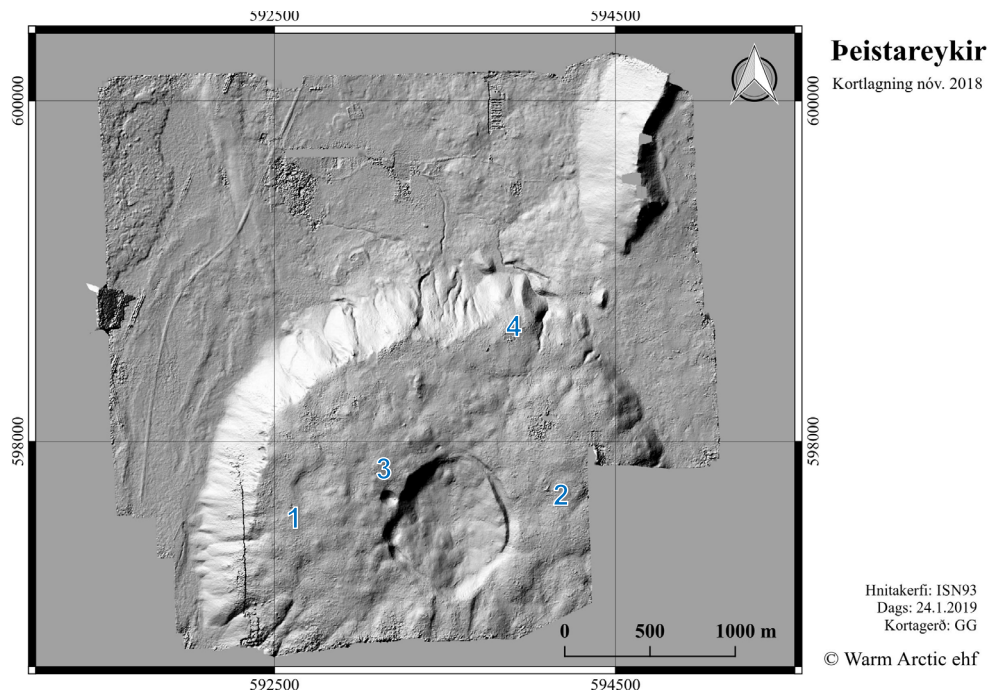
Mynd 9 sýnir tíðnidreifingu síuðu hitagildanna á Mynd 8. Nú hafa topparnir tveir sameinast í einn sem getur þýtt að tilurð þeirra sé einfaldlega misheit myndavél miðað við vindátt. Myndina má einnig lesa þannig að meðalhiti alls kortsins sé -3°C .



Mynd 9: Tíðnidreifing hitagilda í síaða kortinu á Mynd 8

Mynd 10 er skuggakort af Þeistareykjum, nú byggt á úrvinnslu hitamyndanna. Að þessu sinni sést láglendið norðan Bæjarfjalls ágætlega. Hins vegar var skörun mynda ekki nægileg í SV

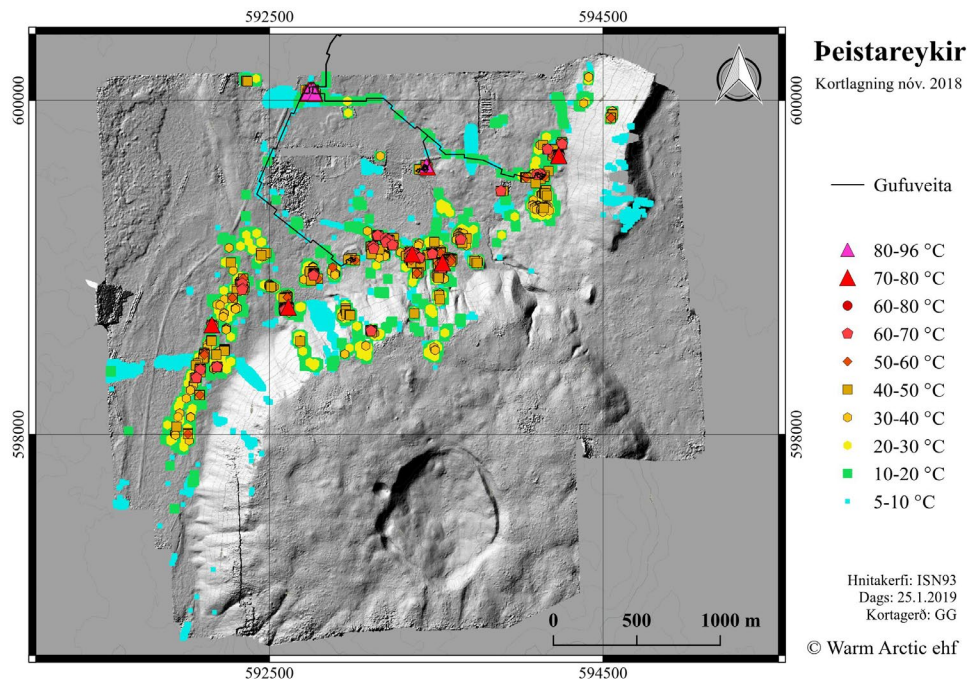
horni fluglínanna til að næðist upprétt hitamynd þar. Háupplausnarkort ljósmynda heitir thr-dsm.tif meðan stærra skuggakort hitamynda heitir thr-hitakort-dsm.tif.



Mynd 10: Skuggakort með landslagi hitamyndavélarinnar.
Tölur á mynd vísa til áhugaverðra staða sem eru ræddir síðar í skýrslunni.

5 Samtúlkun loft- og hitamynda

Eflaust eru margar aðferðir í boði við að rýna hitaþekjurnar sem nú liggja fyrir á Þeistareykjum. Hér er valið að varpa ósúðu myndinni yfir í textaskrá með x, y, °C og velja síðan út 10 °C hitabil ofan 10 °C hita. Þar að auki er skoðað sérstaklega 5-10 °C bilið sem er hér metið sem jarðhiti. Sömu skrár eru að baki úrvinnslunni sem er sýnd í Tafla 1. Mynd 11 sýnir niðurstöðuna varpað ofan á skuggakort hitamyndavélarinnar. Eins er sýnd lega gufuveitu.

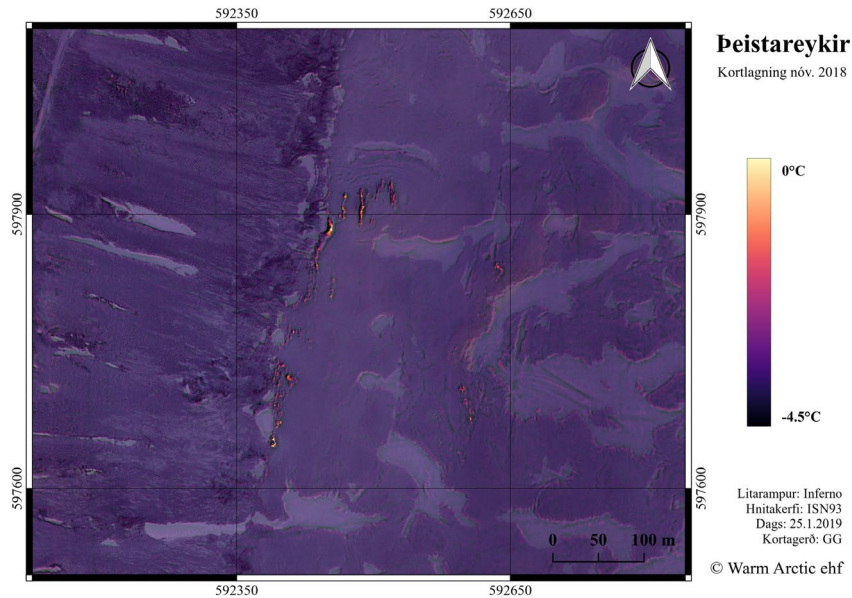


Mynd 11: Punkthnit mynddila á 10 °C bili ofan 5 °C

Margs er að gæta við skoðun á Mynd 11. Til að mynda eru línur 5-10 °C hita vestan í Bæjarfjalli að öllum líkindum randáhrif Flir hitamyndavélarinnar. Þær snúa nefnilega eins og fluglínurnar. Eins kann sama hitabil efst í Ketilfjalli að koma frá sömu ástæðu. Eftir á að hyggja hefði verið betra að nota síða kortið við þessa úrvinnslu.

6 Áhugaverðir staðir

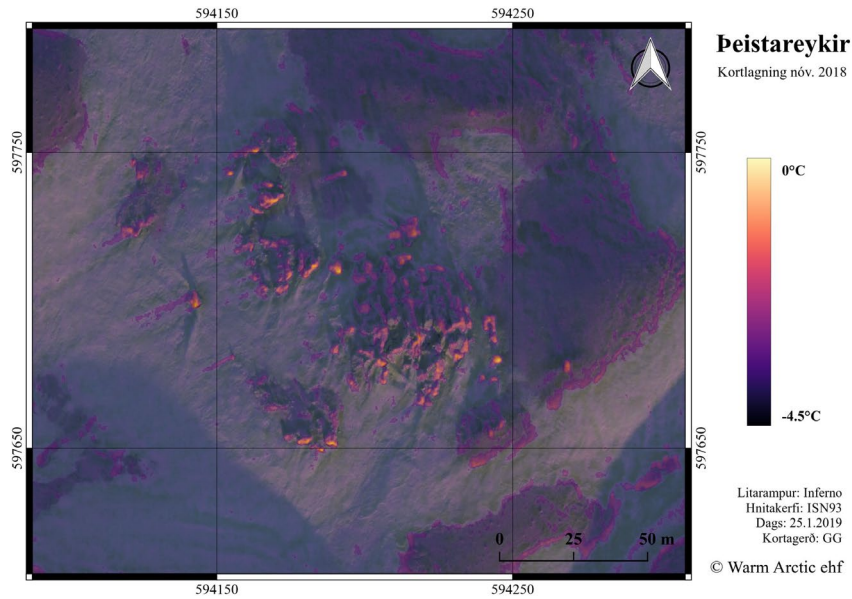
Í þessum kafla er bent á nokkra áhugaverða staði í hitakortinu. Mynd 12 kemur fyrst og sýnir hitastaði í og ofan við vesturbrún Bæjarfjalls. Síða hitakortið er lagt hálfgegnsett yfir litloftmyndina. Greinilegu sprungurnar hafa brætt af sér frostrímið þrátt fyrir að vera einungis 2-3 °C heitar. Aðra sprunguröð má sjá 200 m austur og inni á fjallinu. Þess utan má með vilja greina daufar hitalínur eftir jöðrum skafla, þó helst norðan megin. Ekki er víst að eigi að gera mikið með þessar línur nema helst beint vestur af vesturör kortsins, þar sem er skeifugala far í skafla sem er opinn til norðurs. Kortið er merkt númer „1“ á Mynd 10.



Mynd 12: Hitalínur í og ofan við vesturbrún Bæjarfjalls.

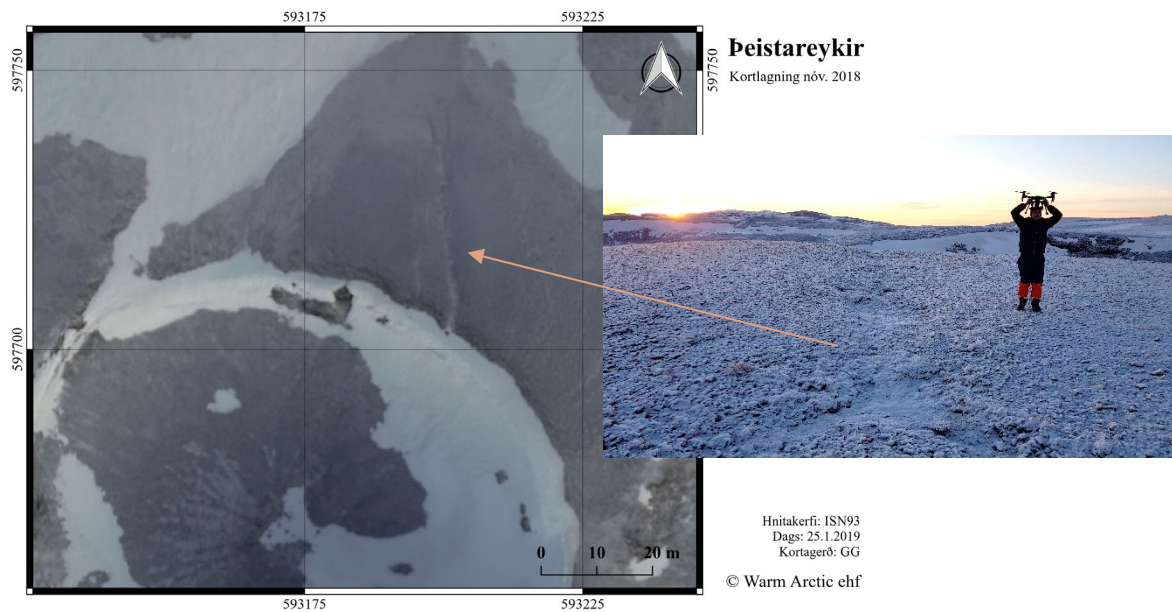
Reynsla af kortlagningu hárna eldfjalla í hitabeltinu sýnir að gufuaugu eru sárasjaldgæf í toppum roskinna og hárna eldfjalla. Þar streymir hins vegar út CO₂ gas lyktarlaust. Hér eru talin að verki annars vegar rísandi gasrík gufa frá uppstreymisrás jarðhitakerfis, en hins vegar hægur niðurstraumur regnvatns í annars loftríku bergi. Regnvatnið þéttir gufumólikúlin og H₂S og tekur með sér annað, meðan CO₂ gasið nær lóðrétt til yfirborðs aðeins heitara en loftið yfir. Trúlega á eitthvað svipað sér stað í Bæjarfjalli og örugglega víðar á Íslandi. Svona „jarðhitastaðir“ eru þekktir meðal frumbyggja Filippseyja og nefnist Kaipohan. Sjá grein eftir Bogie og Lawless frá 1986 sem heitir *The Relationship Between Volcanic Centres and Active Hydrothermal Systems of the Bicol Peninsula, Luzon, Philippines*.

Enn daufari ummerki frá hugsanlegu gasstreymi er að finna uppi á Bæjarfjalli um 300 m austan við stærri gíginn á fjallinu (Mynd 13). Höfundar voru lengi að tvístíga með þennan stað en eru nú á því að þarna komi upp gas. Vindur var nefnilega beint af austri og leggur volgara loft frá uppstreymisstað til vesturs. Sól var hins vegar beint í suðri. Þá voru uppstreymisstaðirnir án frosthélu sem gerði útslagið með að staðurinn er tilnefndur sem mögulegur jarðhitastaður. Staðurinn er númer „2“ á Mynd 10.



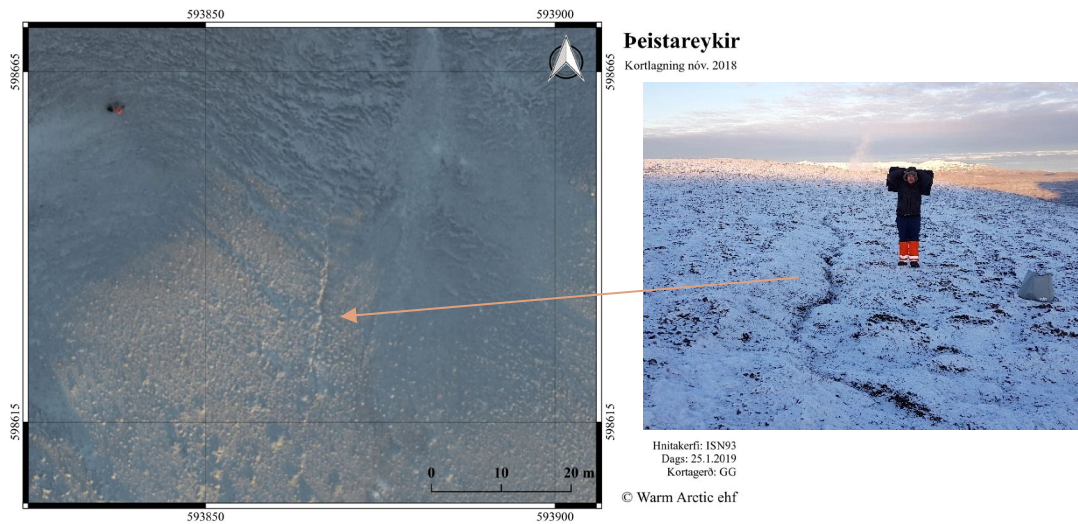
Mynd 13: Jarðhiti í stórgrýti austan stóra gígsins á Bæjarfjalli

Mynd 14 ber saman ljósmynd af smásprungu norðan smærri gígsins á Bæjarfjalli og hvernig sprunga sem stefnir í norður frá gígnum kemur fram á upprétu litloftmyndinni. Mikið sést af slíku þegar er þysjað inn á litloftmyndina og skuggamyndina. Staður númer „3“ á Mynd 10.



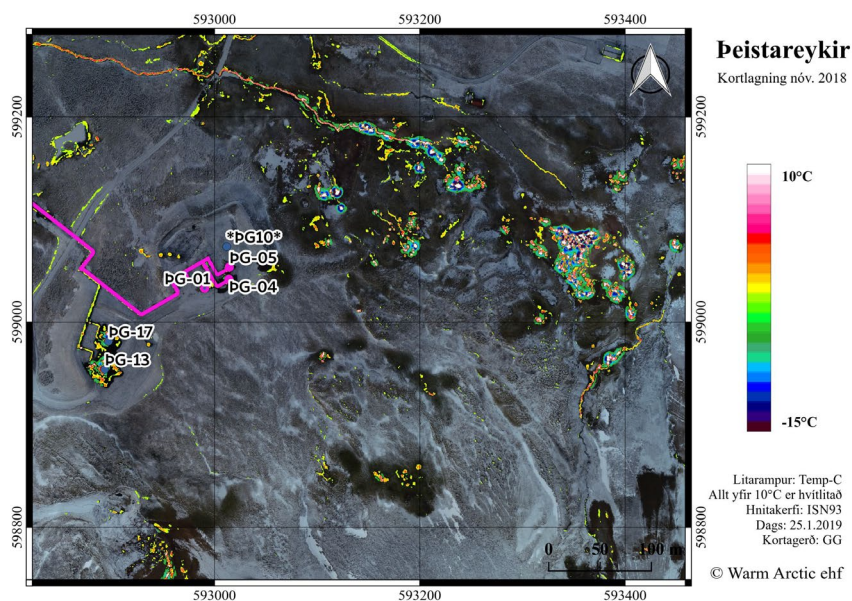
Mynd 14: Smásprunga norðan við smærri gíginn á Bæjarfjalli

Sama er uppi á teningnum í Mynd 15 sem sýnir sprungu á norðurbrún Bæjarfjalls. Rétt er að taka fram að engin hitafrávik voru sjáanleg í þessum sprungum sem ætti ekki að koma á óvart sökum þess að frosthélan er samfelld yfir þær. Staðurinn er númer „4“ á Mynd 10.



Mynd 15: Smásprunga á norðurbrún Bæjarfjalls

Mynd 16 er sýnd hér sem dæmi um mikla upplausn hitakorta drónans. Sýndur er yfirborðshiti síða kortsins og litaskali valinn þannig að 3-10 °C hitasviðið er magnað upp. Hitagildi undir 3 °C eru gegnsæ sem skýrir að afbræðslur við gufuaugu sjást sem svartar á ystu jöðrum. Ekki er unnið sérstaklega með þessi gögn í skýrslunni, en vissulega má gera sér vonir um að draga megi fram línur og önnur form sem geta hjálpað við holustaðsetningar og þess háttar.



Mynd 16: Dæmi um upplausn hitakortsins við borteig holu PG-1

7 Áframhaldandi úrvinnsla

Höfundar hafa af ásettu ráði sleppt túlkun á hita- og landslagskortunum sem eru sýnd í þessari skýrslu. Hinu er ekki að neita að margvíslegar hugmyndir hafa vaknað við skoðun kortanna og urmull hvers kyns lína í þeim sem þurfa ekki allar að vera kortlagðar þegar þetta er skrifað. Að teknu tilliti til þeirrar góðu nákvæmni sem er talin vera í hnitsetningu korta drónans, sýnist eitt af fyrstu skrefum framhaldsúrvinnslu liggja í að tína upp línubúta og bera saman við núverandi sprungukort. Auðvelt er að gera það í GIS hugbúnaði, til að mynda QGIS sem er mikið notað í þessari vinnu (www.qgis.org).

8 Flakkari með frumgögnum og unnum kortum

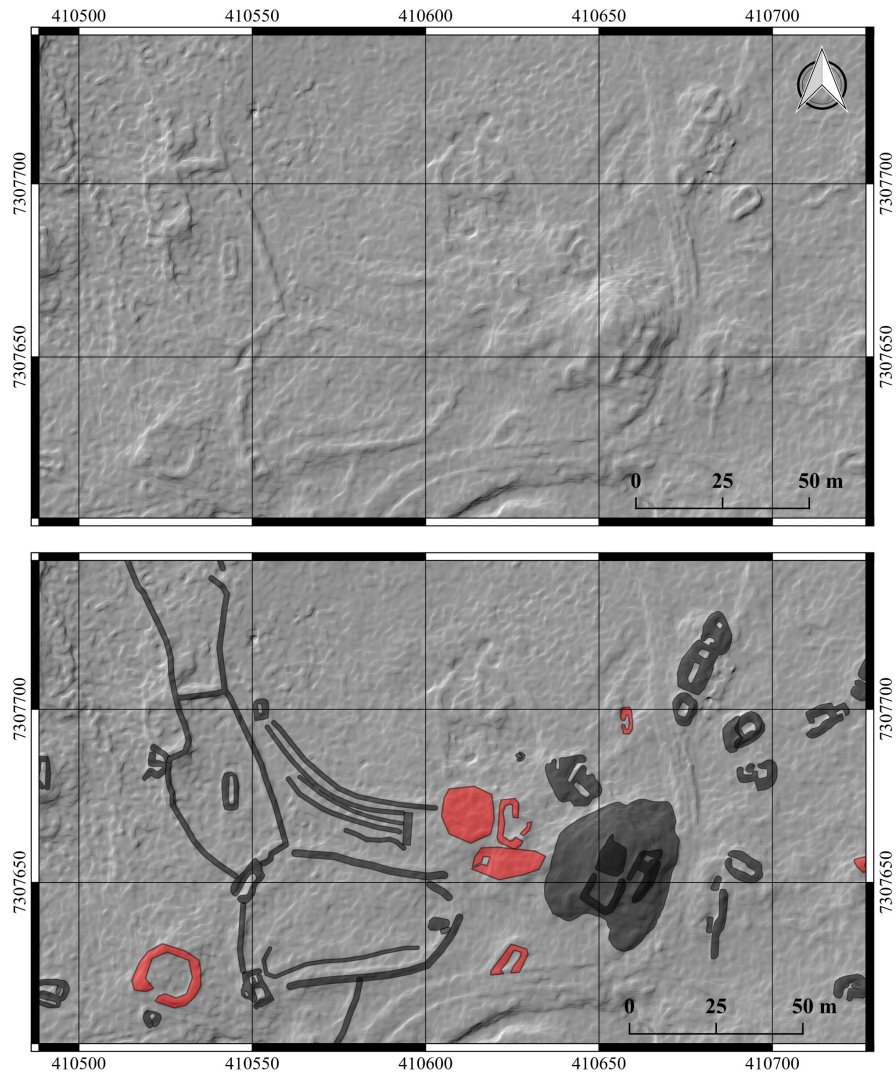
Fylgihlutur með þessari skýrslu er flakkari sem geymir frumgögn myndavéla drónans sem og unnin kort. Vísað er til nafna þeirra helstu í textanum hér á undan. Þessar aðalmöppur eru á disknum:

- **Frumgögn:** Hér eru fjórar möppur. Mappan ljósmyndir er með allar litljósmyndirnar sem dróninn tók. Mappan hitamyndir er með allar teknar myndir hitamyndavélarinnar að undaskildum myndum þegar dróninn flýgur inn í mælinet og frá því. Þær myndir eru hins vegar í möppunni hitamyndir-grisjun. Benda má á tólið exiftool sem finnur upplýsingar úr haus myndanna í möppunum þremur, einkum x,y,z þar sem hnitin eru í lat, long. Síðast en ekki síst geymir mappan myndbönd nokkur flug þar sem samtímis eru teknar hreyfimyndir litmyndar og hitamyndar og ansi gaman að spila báðar myndirnar samtímis úr hverju flugi. Hitamyndavélin notar sjálfvirka litakvörðun og verður þannig all dramatísk á köflum.
- **Hitakort:** Hér eru upprétu síuðu og ósíuðu hitakortin í UTM
- **Loftkort:** Hér er 6 GB skrá með litloftmyndinni í fullri upplausn. Henni fylgir skrá með viðbótinni ovr sem er með nokkur lög af loftmyndinni í sér sem leifa hraðari þysjun inn og út í GIS forriti.
- **DSM:** Hér eru hæðarkort beggja myndavéla.
- **3D:** Stafrænt vídeóflug yfir upprétu hæðarkortinu gert til gamans.

Allar tiff þekjur geyma upplýsingar um hnitakerfi og þess háttar í skráarhaus og eiga að opnast beint í algengum GIS forritum.

9 Fornminjar

Drónamyndirnar á Þeistareykjum skila áhugaverðum upplýsingum um fornminjar þar. Til fróðleiks voru Mynd 17 og Mynd 18 gerðar. Þar er annars vegar sýnt óunnið drónakort í efri hluta myndanna og fornminjatúlkun í þeim neðri. Gögn frá kortavefsjá Minjastofnunar eru sýnd með svörtum lit (map.is/minjastofnun). Rauðir flekkir eru mögulegir staðir til viðbótar við þá fyrri og byggðir á nýju drónakortunum. Þessar myndir eru sýndar hér til að minna á hvað mörg og ólík fræðasvið geta nýtt sér háupplausnarkort við túlkanir og niðurstöður. Í tilfelli fornminja geta drónakort til að mynda skilað mjög hratt reitum sem forðast ber raska og þannig flýtt frumhönnun mannvirkja fyrir óverulegan kostnað. Það sem er skemmtilegt við myndirnar fyrir neðan er að fornminjar koma ekki síður fram í hitamynd en loftmynd. Núverandi aðferð ætti því að vera öruggari sem frumkönnun svæðis en loftmyndataka eingöngu.



Peistareykir

Kortlagning 23.-25. nóv 2018

Fornminjar bæjarstæðis
Peistareykja: hæðarkort

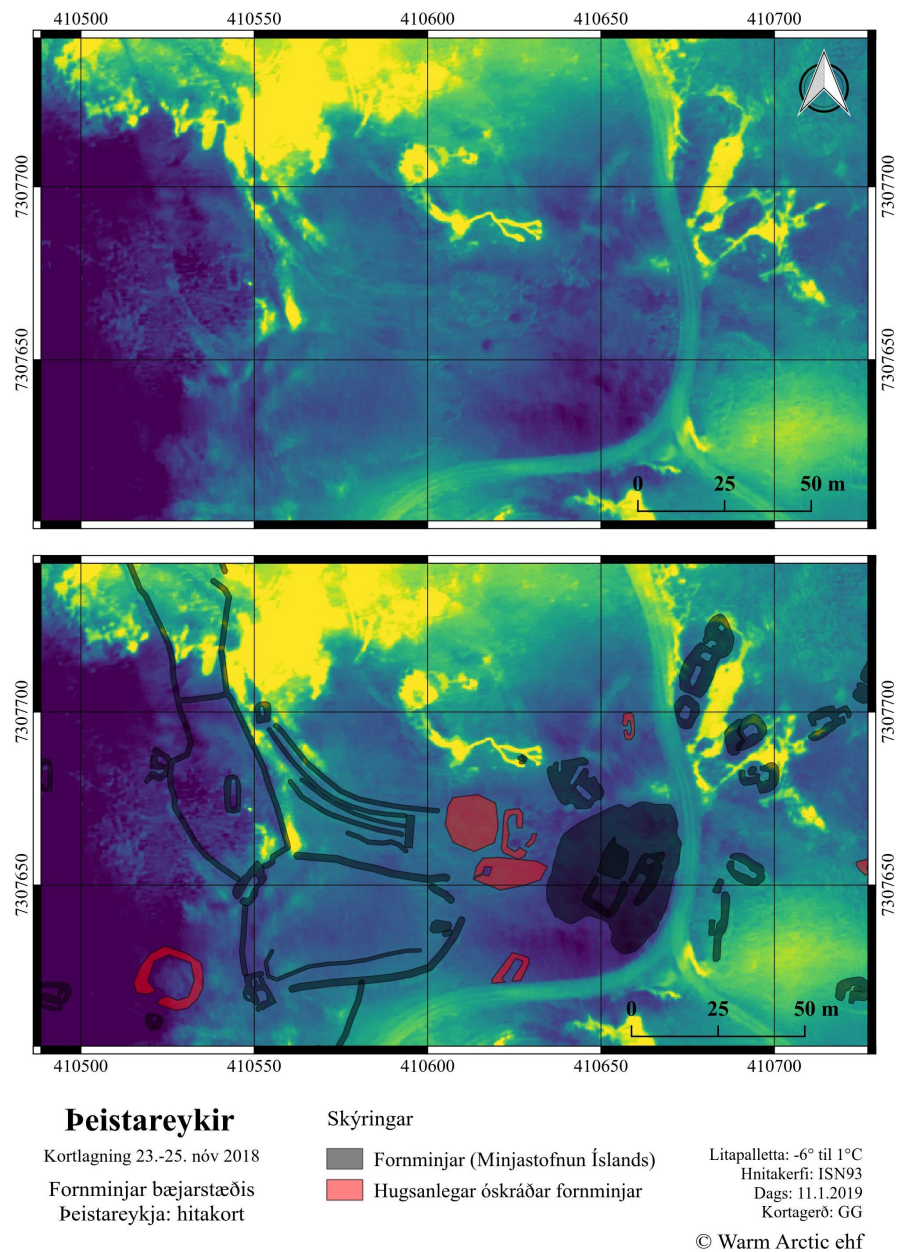
Skýringar

- Fornminjar (Minjastofnun Íslands)
- Hugsanlegar óskráðar fornminjar

Hnitakerfi: ISN93
Dags: 11.1.2019
Kortagerð: GG

© Warm Arctic ehf

Mynd 17: Skuggakort og fornminjar á Peistareykjum
Áður kortlagðar minjar í svörtum lit og hugsanlega óskráðar í rauðum



Mynd 18: Hitakort og fornminjar á Þeistareykjum
Áður kortlagðar minjar í svörtum lit og hugsanlega óskráðar í rauðum



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

