

Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015



Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015

Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson og Davíð Egilson

Skýrsla nr. VÍ 2018-004	Dags. Júlí 2018	ISSN 1670-8261	Opin ☒ Lokuð ☐ Skilmálar:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015			Upplag: 25
			Fjöldi síðna: 43
Höfundar: Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson og Davíð Egilson			Framkvæmdastjóri sviðs: Jórunn Harðardóttir
			Verkefnisstjóri: Matthew J. Roberts
Gerð skýrslu/verkstígr: Lokaskýrsla			Verknúmer: 3721-0-0006
			Málsnúmer: 2016-134
Unnið fyrir: Ofanflóðasjóð			
Samvinnuaðilar:			
Útdráttur: Útbreiðsla hlaupsins í Skaftá haustið 2015 var áætluð með því að klasagreina birtutölu myndeininga út frá uppréttum myndum (e. orthophotos) sem sýna hlaupið í hámarki eða ummerki um mestu flóðhæð. Niðurstöður voru sannprófaðar með GPS mælingum. Á svæðum þar sem klasagreining tókst ekki nægilega vel var útbreiðsla flóðsins reiknuð með samanburði á endurgerðum vatnshæðarfleti sem byggist á mældum flóðhæðum og landhæðum úr yfirborðslíkani; stuðst var við ArcticDEM landlíkan og leysimælingar á þrífæti. Á svæðum þar sem hvorki klasagreining né vatnshæðarlíkan gáfu sannfærandi niðurstöður var útbreiðsla flóðsins hnituð handvirkt.			
Lykilorð: Skaftárhlaup, útbreiðsla, flóðhæð, ArcticDEM, TLS leysimælingar, klasagreining myndeininga, vatnshæðarlíkangerð, Sveinstindur, Hólaskjól, Skaftárdalur, Eldvatn, Flögulón, Skál, Dyngjur		Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs: 	
		Undirskrift verkefnisstjóra: 	
		Yfirfarið af: Sigurlaug Gunnlaugsdóttir, Tómas Jóhannesson, Oddur Sigurðsson	

Efnisyfirlit

Myndaskrá.....	6
Töfluskrá.....	6
Kortaskrá.....	7
Ágrip	9
Abstract.....	9
1 Inngangur	11
2 Inntaksgögn.....	11
2.1 Flugkönnun	11
2.2 GPS mælingar	14
2.3 Landhæðarmælingar.....	16
2.3.1 ArcticDEM landlíkan.....	16
2.3.2 Leysimælingar.....	16
3 Aðferðir.....	18
3.1 Klasagreining myndeininga	18
3.2 Vatnshæðarlíkangerð	18
3.3 Handvirk hnitun	18
4 Niðurstöður	18
4.1 Skaftárbotnar.....	18
4.2 Sveinstindur	21
4.3 Hólaskjól	21
4.4 Skaftárdalur.....	21
4.5 Eldvatn	22
4.6 Flögulón	22
4.7 Skál	22
4.8 Dyngjur	22
5 Þakkir	41
6 Heimildir	41
6.1 Fræðirit.....	41
6.2 Gagnasett og fréttir af vefmiðlun	42
6.3 Kort	42

Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlit yfir inntaksgögn verkefnis	13
Mynd 2. Ummerki flóðsins 2015	15
Mynd 3. TLS mælistaðir (gulir punktar), vatnshæðarmælir vhm 166 og mælt svæði	17
Mynd 4. Samanburður á hæðarskygðu TLS landlíkani og ArcticDEM landlíkani	17
Mynd 5. Myndrænt yfirlit af klasagreiningu á birtutölu myndeiningu.....	19
Mynd 6. Samanburðarsýn yfir flóðsléttu milli Sveinstinds og Kamba	20
Mynd 7. Myndræn skýring á reikningi meðalgilda birtutalna.....	21
Mynd 8. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins haustið 2015 við jaðar Skaftárjökuls	23
Mynd 9. Skaftárhlaupið við Lyngfell	24
Mynd 10. Skaftárhlaupið undir Sveinstindi.....	24
Mynd 11. Skaftárhlaupið við Hólaskjól	25
Mynd 12. Skaftárhlaupið við Skaftárdalsbrýr	25
Mynd 13. Skaftárhlaupið við Svínadal.....	26
Mynd 14. Skaftárhlaupið við Grófarárlón	26
Mynd 15. Skaftárhlaupið við Ytri-Ása.....	27
Mynd 16. Skaftárhlaupið við Flögulón	27
Mynd 17. Skaftárhlaupið við Skál.....	28
Mynd 18. Skaftárhlaupið við Dyngjur.....	28

Töfluskrá

Tafla 1. Staðir eða svæði sem skoðuð voru í verkefninu.....	12
Tafla 2. Yfirlit yfir skámyndir af flóðinu teknar dagana 2–3. október 2015.....	12
Tafla 3. Yfirlit yfir stærð myndeininga eftir uppréttingu skámynda	12
Tafla 4. Samanteknar niðurstöður GPS vettvangsmælinga	14
Tafla 5. Fastmerki sem stuðst var við og hnit þeirra.	15

Kortaskrá

Kort 1. Útbreiðsla og flóðhæðir við Sveinstind.	29
Kort 2. Útbreiðsla og flóðhæðir við Kamba.	30
Kort 3. Útbreiðsla flóðs við Kambagíga.	31
Kort 4. Útbreiðsla og flóðhæðir við Hólaskjól.....	32
Kort 5. Útbreiðsla og flóðhæðir við Skaftárdalsbrýr.	33
Kort 6. Útbreiðsla og flóðhæðir við Svínadal.	34
Kort 7. Útbreiðsla og flóðhæðir við Eldvatn (Grófarárlón).	35
Kort 8. Útbreiðsla og flóðhæðir við Ytri-Ása.	36
Kort 9. Útbreiðsla og flóðhæðir við Flögulón (1:20.000 m.v. A3 prentun).....	37
Kort 10. Útbreiðsla og flóðhæðir við Flögulón (1:10.000 m.v. A3 prentun).....	38
Kort 11. Útbreiðsla og flóðhæðir við Skál.....	39
Kort 12. Útbreiðsla og flóðhæðir við Þjóðveg 1 (Dyngjur).	40

Ágrip

Í þessu riti er gerð grein fyrir flóðhæð og útbreiðslu Skaftárhlaupsins haustið 2015 á nokkrum stöðum í farveginum. Staðir sem voru skoðaðar eru útföll hlaupvatns við jaðar Skaftárjökuls, svæði nærri rennismælistað og helstu svæði þar sem Skaftárhlaup ógna mannvirkjum og ræktuðu eða grónu landi: Sveinstindur, Hólaskjól, Skaftárdalur, Eldvatn, Flögulón, Skál og Dyngjur.

Útbreiðsla flóðsins var áætluð að miklu leyti með því að klasagreina birtutölu myndeyninga út frá uppréttum myndum (e. orthophotos) af flóðinu sem sýna hlaupið í hámarki eða ummerki um mestu flóðhæð. Niðurstöður greiningarinnar voru sannprófaðar með GPS mælingum, hundrað og átján flóðhæðir voru mældar inn í vettvangsmælingaferðum daganna 26.–28. apríl 2016 og 17.–18. ágúst 2016, auk samtals 1700 metrar af flóðförum. Á svæðum þar sem klasagreining tókst ekki nægilega vel var útbreiðsla flóðsins reiknuð út með samanburði á endurgerðum vatnshæðarfleti, sem byggist á mældum flóðhæðum og landhæðum úr yfirborðs-líkani; stuðst við ArcticDEM landlíkan og leysimælingar af þrífæti. Á svæðum þar sem hvorki klasagreining né vatnshæðarlíkan gáfu sannfærandi niðurstöður var útbreiðsla flóðsins hnitúð handvirk í mælikvarða >1:1000 út frá túlkun á uppréttum ljósmyndum af flóðinu.

Kortlagning var unnin af mikilli nákvæmni til þess að bera hlaupið haustið 2015 saman við fyrri hlaup og afla gagna til þess að kvarða straumfræðilíkon af hlaupum í Skaftá sem nota má til að meta hættu af völdum Skaftárhlaupa í framtíðinni.

Abstract

An assessment of the impact of the autumn 2015 glacial outburst flood on Skaftá is presented in terms of inundation extent and water levels. Mapped regions include the proglacial areas near Skaftárjökull, gauging-station locations, and inhabited areas where glacial outbursts threaten lives, infrastructure and land: Sveinstindur, Hólaskjól, Skaftárdalur, Eldvatn, Flögulón, Skál and Dyngjur.

Mapping relied mostly on unsupervised image classification of orthorectified, sub-meter resolution imagery of the flood. Classification was validated against post-flood, field GPS measurements and supplemented, where needed, with water-stage modelling — terrestrial Lidar data and ArcticDEM digital elevation model were used — and manual mapping at scale > 1:1000 of wash limits.

The assessment was performed at high spatial resolution to enable comparisons with past/future events and help calibrating hydraulic models for the hazard assessment of glacial outburst floods on the Skaftá River.

1 Inngangur

Í þessu riti er gerð grein fyrir flóðhæð og útbreiðslu Skaftárhlaupsins haustið 2015 á nokkrum stöðum í farveginum. Staðir sem voru skoðaðar eru útföll hlaupvatns við jaðar Skaftárjökuls, svæði nærri rennslismælistað og helstu svæði þar sem Skaftárhlaup ógna mannvirkjum og ræktuðu eða grónu landi: Sveinstindur, Hólaskjól, Skaftárdalur, Eldvatn, Flögulón, Skál og Dyngjur (Tafla 1); þéttbýlið að Kirkjubæjarklaustri er ekki talið í hættu og var því ekki skoðað hér. Verkefnið var unnið í mikilli upplausn og nákvæmni til þess að bera hlaupið haustið 2015 saman við fyrri hlaup, afla gagna til þess að kvarða straumfræðilíkon af hlaupum í Skaftá (Matthías Á. Jónsson o.fl., 2018) og meta hættu af völdum Skaftárhlaupa í framtíðinni (Emmanuel Pagneux og fl., 2018; Esther H. Jensen o. fl., 2018). Vinnan er hluti af verkefni um hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá. Verkefnið er unnið í áfanga II í áætluninni Gosvá, heildaráhættumat vegna eldgosa á Íslandi.

2 Inntaksgögn

Myndir teknar úr lofti á meðan á flóðinu stóð auk land- og flóðhæðarmælinga voru notaðar til þess að greina og kortleggja hlaupið.

2.1 Flugkönnun

Dagana 2.–3. október tóku sérfræðingar Veðurstofu Íslands (VÍ) um 1600 stafrænar skámyndir af flóðinu úr lofti (Tafla 2). Áttatíu og fimm af þeim, sem sýna hlaupið í hámarki eða ummerki um mestu flóðhæð á áður nefndum stöðum (Mynd 1), voru réttar upp og hnitsettar með sjónarhornsvörpun (e. projective transformation) og fjaðurbrúun (e. spline transformation). Sjónarhornsvörpun hentar vel við uppréttingu skámynda og var fyrsta skrefið til þess að ná nákvæmri og heildstæðri uppréttingu hverrar myndar. Fjaðurbrúun var síðan notuð á afmörkuðum svæðum innan mynda til það að betrubæta niðurstöður sjónarhornsvörpunarinnar. Loftmyndaþjónusta *Loftmynda ehf* var notuð til þess að útbúa stýripunkta þar sem ákveðnir staðir á skámyndum voru tengdir við sömu hnitsettu staði í loftmyndaþjónustunni. Fjöldi stýripunkta innan hverrar skámyndar getur verið mjög breytilegur, allt frá 15–20 fyrir skámyndir með lítið yfirgrip upp í 90–120 fyrir myndir með mikið yfirgrip. Eftir uppréttingu og hnitsetningu var stærð myndeininga (greiniahæfni) skámyndanna að jafnaði um 0,5–0,7 m (Tafla 3).

Tafla 1. Staðir eða svæði sem skoðuð voru í verkefninu.

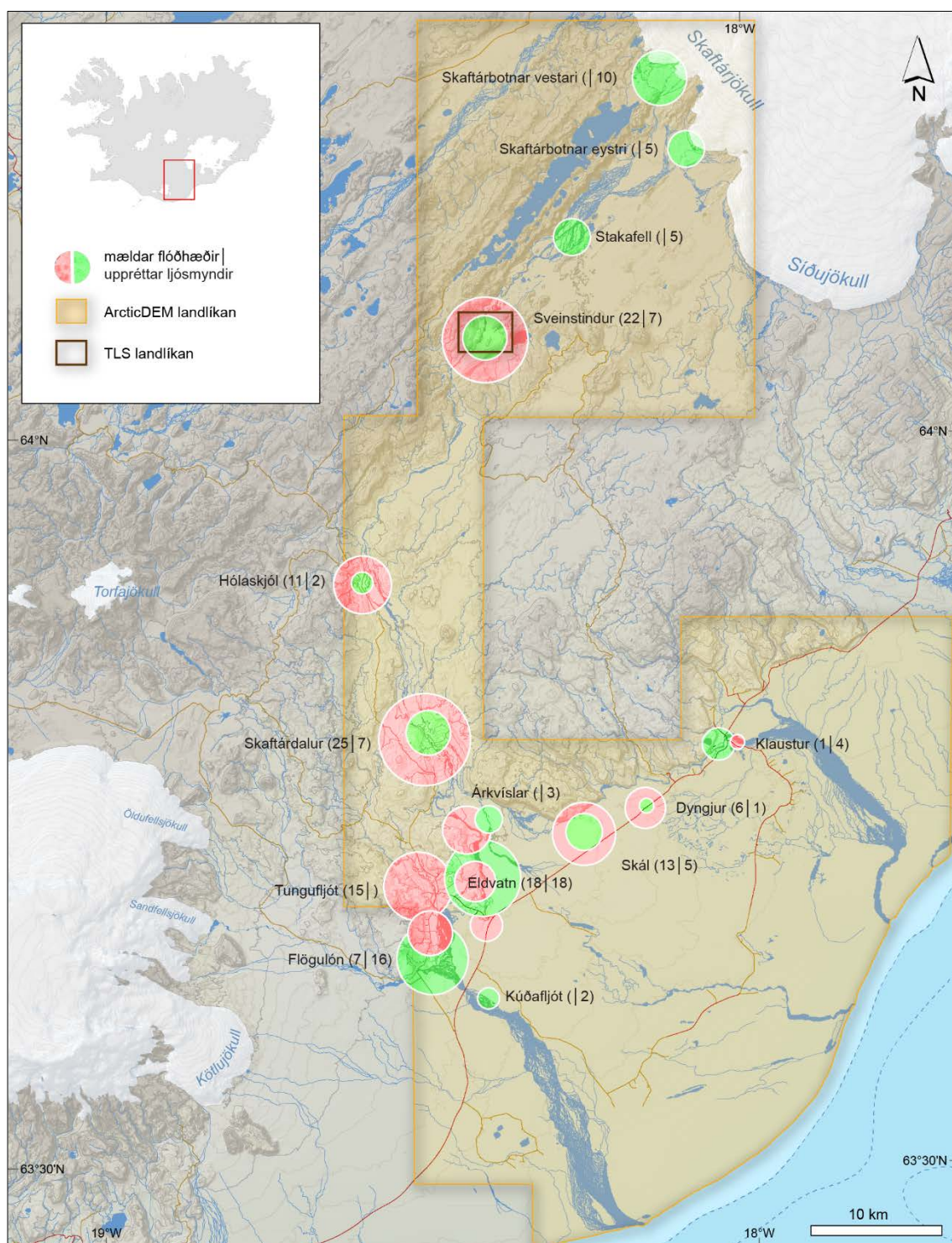
Svæði/Staður	Berskjaldaðar eignir
Sveinstindur	Mælistöð, skáli
Hólaskjól	Skálar
Skaftárdalur	Brýr, mælistöð, varnargarður
Eldvatn (Svínadalur, Grófarárlón, Ytri-Ásar)	Frístundahús, brú, varnargarður
Flögulón	Ræktað land
Skál	Íbúðarhús, útihús
Dyngjur	Þjóðvegur 1

Tafla 2. Yfirlit yfir skámyndir af flóðinu teknar dagana 2.–3. október 2015.

Tæki	Fjöldi	Dagsetning	Tími	Brennivídd	ISO
NIKON D3200	338	2.10.2015	07:58–14:11	18–55	100–800
Canon PowerShot G11	211		08:01–09:15	6–31	80–400
DMC-ZS7	461		09:18–14:06	4–49	80–800
Canon EOS 6D	271		10:23–11:40	28–50	100–800
Canon EOS 700D	19		10:32–11:16	18–56	100–400
Canon EOS 6D	158	3.10.2015	16:14–17:06	28–100	400– 1600
Canon EOS DIGITAL REBEL XTi	157		16:15–17:06	18–55	400–800

Tafla 3. Yfirlit yfir stærð myndeininga eftir uppréttingu skámynda (n=85).

Stærð myndeininga	x	y
Lágmark	0,1	0,1
Hámark	1,7	3,4
Meðalstærð	0,5	0,7
Staðalfrávik	0,3	0,5



2.2 GPS mælingar

Hundrað og átján flóðhæðir voru mældar inn í vettvangsmælingaferðum 26.–28. apríl 2016 og 17.–18. ágúst 2016 auk samtals 1700 metra af flóðförum (Tafla 4, Mynd 1). Til innmælinga á flóðhæðum var notast við Trimble R8 og 5800 GPS landmælingatæki en flóðför voru mæld með Garmin Montana 600 og 650 GPS handleiðsögutæki. Mælingar á flóðhæðum voru leiðréttar eftirá með samanburðargögnum úr GPS viðmiðunarstöðvum sem settar voru upp á þekktum fastmerkjum. Á láglendi var notast við Trimble 4700 GPS tæki í eigu VÍ sem sett var upp á tveimur mismunandi fastmerkjum, en á hálendinu, þar sem skortur er á innmældum fastmerkjum, var notast við gögn úr grunnstöð Landmælinga Íslands sem staðsett er á Kálfhóli (Tafla 5). Hæðar- og staðsetningarnákvæmni flóðhæða mældra með GPS landmælingatækjum, með eftirá leiðréttingu er að meðaltali ~5 cm. Gögn úr handleiðsögutækjum voru ekki leiðrétt frekar en staðsetningarnákvæmni flóðfara sem mæld eru með þeim tækjum er að meðaltali ~2 m.

Ummerki flóða eru oftast greinanleg sem línulegt brak í landslaginu, sem samanstendur af ýmsu lauslegu sem flýtur ofan á og með flóðvatninu, skolast á land og verður eftir í hæstu flóðmörkum þegar vatn tekur að sjatna. Á láglendinu var aðallega um að ræða mosa, smágreinar og laufblöð ýmissa víðis- og lyngtegunda (Mynd 2a). Á svæðinu við Hólaskjól, fundust grasstrá og lambaspörð (Mynd 2b). Við Sveinstind var aðallega um að ræða smágreinar sem reyndust að jafnaði vera um 40–45 cm ofar í landslaginu en þekja af fínkornóttum aur (Mynd 2c) sem flóðið bar með sér og fannst víða á stóru svæði.

Tafla 4. Samanteknar niðurstöður GPS vettvangsmælinga.

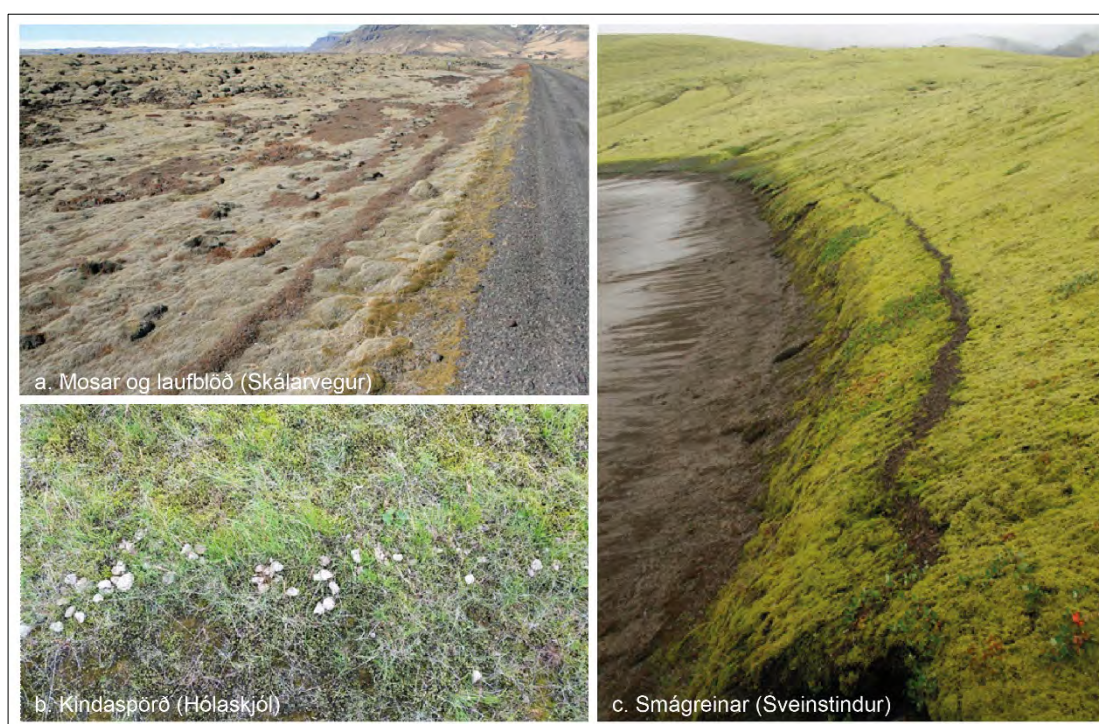
Svæði	Flóðhæðir (x,y,z)*	Flóðför (x,y)**
Láglendi (26.–28. apríl 2016)	85	1415
Dyngjur	6	63
Eldvatn	18	54
Flögulón	7	-
Tungufljót	15	700
Klaustur (flugvöllur)	1	-
Skaftárdalur	25	548
Skál	13	50
Hálendi (16.–18. ágúst 2016)	33	284
Hólaskjól	11	33
Sveinstindur	22	251
Samtal	118	1699

* Fjöldi; ** Heildarlengd, í metrum.

Tafla 5. Fastmerki sem stuðst var við og hnit þeirra.

Fastmerki	Lengd	Breidd	Hæð (m)	Svæði
OS5845	N63°40'51.37241"	V18°26'54.10624"	173,829	Láglendi
VR9310690	N63°43'29.46670"	V18°13'35.56909"	149,609	Láglendi
KALF	N63°56'50.38556"	V17°41'19.93921"	142,766	Hálendi

Lengd, breidd og sporvöluhæð miðað við sporvölu WGS84.



Mynd 2. Ummerki flóðsins 2015 við veginn heim að Skál (a), Hólaskjól (b) og Sveinstind (c). Ljósmyndir teknar af Emmanuel Pagneux 26. apríl 2016 (a, b) og 18. ágúst 2016 (c).

2.3 Landhæðarmælingar

Við vatnshæðarlíkanagerð (§3.2) var stuðst við ArcticDEM landlíkan (Polar Geospatial Center, 2016) og leysimælingar á þrífæti (e. terrestrial laser scanning, skammstafað TLS).

2.3.1 ArcticDEM landlíkan

Líkanið nær til alls norðurheimskautssvæðisins í 2x2 m upplausn, unnið upp úr WorldView gervitunglamyndum í samstarfi ýmissa bandarískra aðila. Líkanið er aðgengilegt til niðurbætur sem mismunandi langar ræmur af ákveðinni breidd og fyrir ákveðnar dagsetningar en hver ræma er byggð á þörum gervitunglamynda. Hver ræma getur þakið allt frá 1 til 3200 km² en flestar myndirnar sem notaðar voru fyrir Ísland eru frá árunum 2009 til 2015.

Fyrir athugunarsvæði verkefnisins voru allar aðgengilegar ræmur, sem skarast við það, skoðaðar og gæðametnar sjónrænt með tilliti til snjóalaga, yfirgríps og ýmissa annarra villna og annmarka. Niðurstaðan var að valdar voru samtals 20 ræmur úr útgáfu 3.0 af ArcticDEM sem settar voru saman í eitt samfellt landlíkan. Fyrir samsetningu var hver ræma leiðrétt í staðsetningu og hæð með leiðréttingastuðlum sem fylgja hverri ræmu. Leiðréttingastuðlarnir byggja á samanburði ræmunnar við mældar landhæðir úr IceSAT gervihnöttum NASA. Staðsetningar- og hæðarnákvæmni gagnanna, eftir þá leiðréttingu, er að jafnaði ~1 m. Landlíkanið var loks umreiknað yfir í Landshæðarkerfið 2004 með því að draga frá lágflatarfrávik reiknað af Landmælingum Íslands (2011).

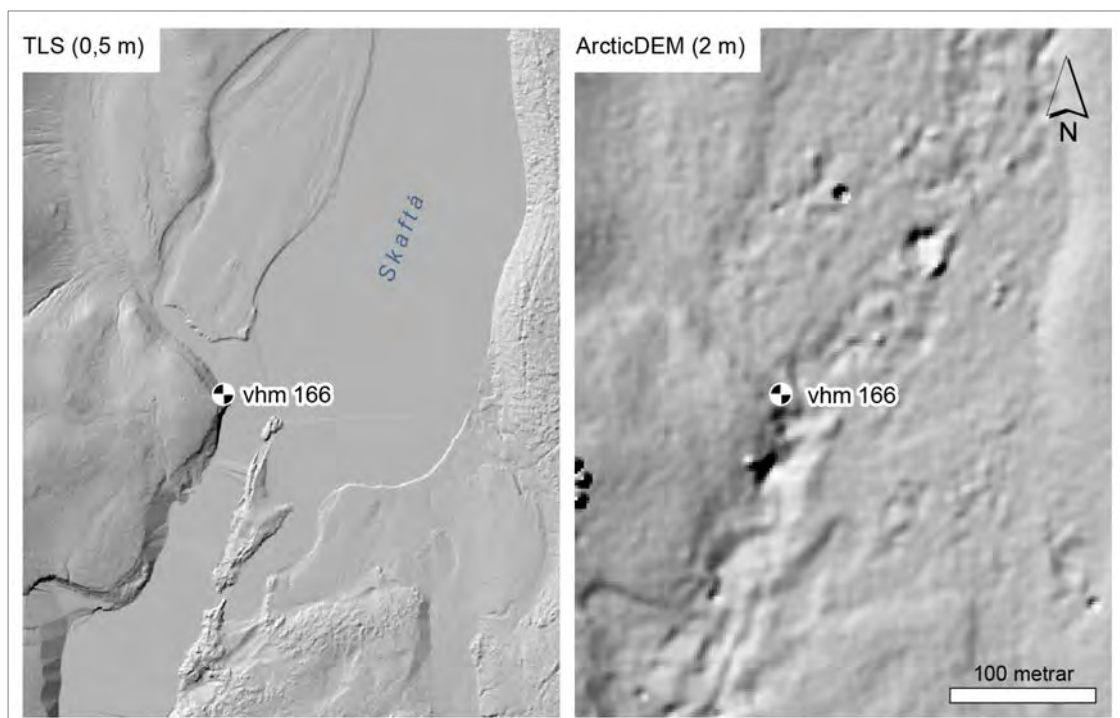
2.3.2 Leysimælingar

TLS leysimælingar á farvegi Skaftár í nágrenni við vatnshæðarmæli vhm 166, milli Sveinstinds og fjallgarðsins Kamba, voru gerðar í vettvangsferð 17.–18. ágúst 2016. Notað var mælitæki af gerðinni RIEGL ZV-6000 sem VÍ áskotnaðist í ársbyrjun 2016, í samstarfi við ýmsar aðrar stofnanir og fyrirtæki.

Stíllt var upp og mælt frá þremur stöðum og reynt að gæta að því að mælingar næðust af allri flóðsléttunni (Mynd 3). Fyrir utan nokkra staði sem ekki voru sýnilegir tækinu, náðist það markmið. Nákvæm GPS staðsetning mælitækisins á hverjum mælistað var mæld með Trimble R8 GPS landmælingatæki í hvert sinn. Unnið var úr mælingunum í hugbúnaðinum RiSCAN PRO, sem framleiddur er af sama aðila og mælitækið og gerður til þess að vinna úr mæligögnum úr TLS tækinu. Vinnslan fólst m.a. í að tengja staðsetningu mælipunkta við mæld GPS hnít tækisins í hverjum mælistað, samræma innbyrðist staðsetningu mælipunkta frá mælistöðunum þremur og fjarlægja villur og nokkur mannvirki sem voru á svæðinu. Loks var útbúið reglulegt punktaský með upplausninni 0,5 m og það flutt út sem LAS skrá til frekari úrvinnslu og landlíkangerðar í landupplýsingakerfinu ArcGIS. Endanlegt landlíkan var útbúið með því að umbreyta LAS punktaskránni í rastagögn og draga lágflatarfrávik frá mældri hæð til þess að fá út hæð yfir sjávarmáli í Landshæðarkerfinu 2004. Hæðarskygging sýnir að gæði TLS landlíkansins eru talsvert betri en ArcticDEM á þessu svæði (Mynd 4) enda upplausnin mun meiri.



Mynd 3. TLS mælistaðir (gulir punktar), vatnshæðarmælir vhm 166 og mælt svæði (óskyggt).
Myndkort: Loftmyndir ehf.



Mynd 4. Samanburður á hæðarskyggu TLS landlíkani (með lagfærðum farvegi Skaftár) og ArcticDEM landlíkani (farvegur Skaftár ólagfærður) við vhm 166.

3 Aðferðir

3.1 Klasagreining myndeyninga

Útbreiðsla flóðsins var áætluð að miklu leyti með því að klasagreina birtutölu myndeyninga samkvæmt Jenks bestun (Jenks, 1967), og einangra og vista birtutöluklasa sem eru túlkaðir sem flóðasvæðið að mati sérfræðinga (e. unsupervised image classification). Klasagreiningu var aðallega beitt á uppréttar myndir af flóðinu sem teknar voru dagana 2.–3. október 2015 (Mynd 5). Greinihæfni kortlagningarinnar er nærri rastaupplausn eftir uppréttingu, þ.e. ~0,5 metri að meðaltali (sjá §2.1). Niðurstöður greiningarinnar voru sannprófaðar með GPS mælingum þar sem það var mögulegt (sjá 2.2).

Fyrir svæðið nálægt Sveinstindi var klasagreiningu einnig beitt á rastamynd með 0,5 m upplausn af endurkasti leysimælinganna sem gerðar voru 18. ágúst 2016 (Mynd 6). Þegar uppréttar myndir voru notaðar var greiningunni beitt á meðalgildi birtutalna úr rauðu, grænu og bláu bandi (Mynd 7).

3.2 Vatnshæðarlíkangerð

Á svæðum þar sem ekki tókst að klasagreina birtutölu myndeyninga nægilega vel var útbreiðsla flóðsins reiknuð út með samanburði á endurgerðum vatnshæðarfleti, sem byggður er á mældum flóðhæðum og landhæðum úr yfirborðslíkani (Pagneux og Snorrason, 2012). Í útreikningunum er flóðhæð annað hvort mæld á vettvangi eða áætluð út frá flóðamyndunum, samkvæmt ArcticDEM landlíkani eða TLS-mælingunum (sjá §2.3). Upplausn kortlagningar er samkvæmt yfirborðslíkani, þ.e 2 metrar með ArcticDEM og 0,5 metrar með TLS-líkani.

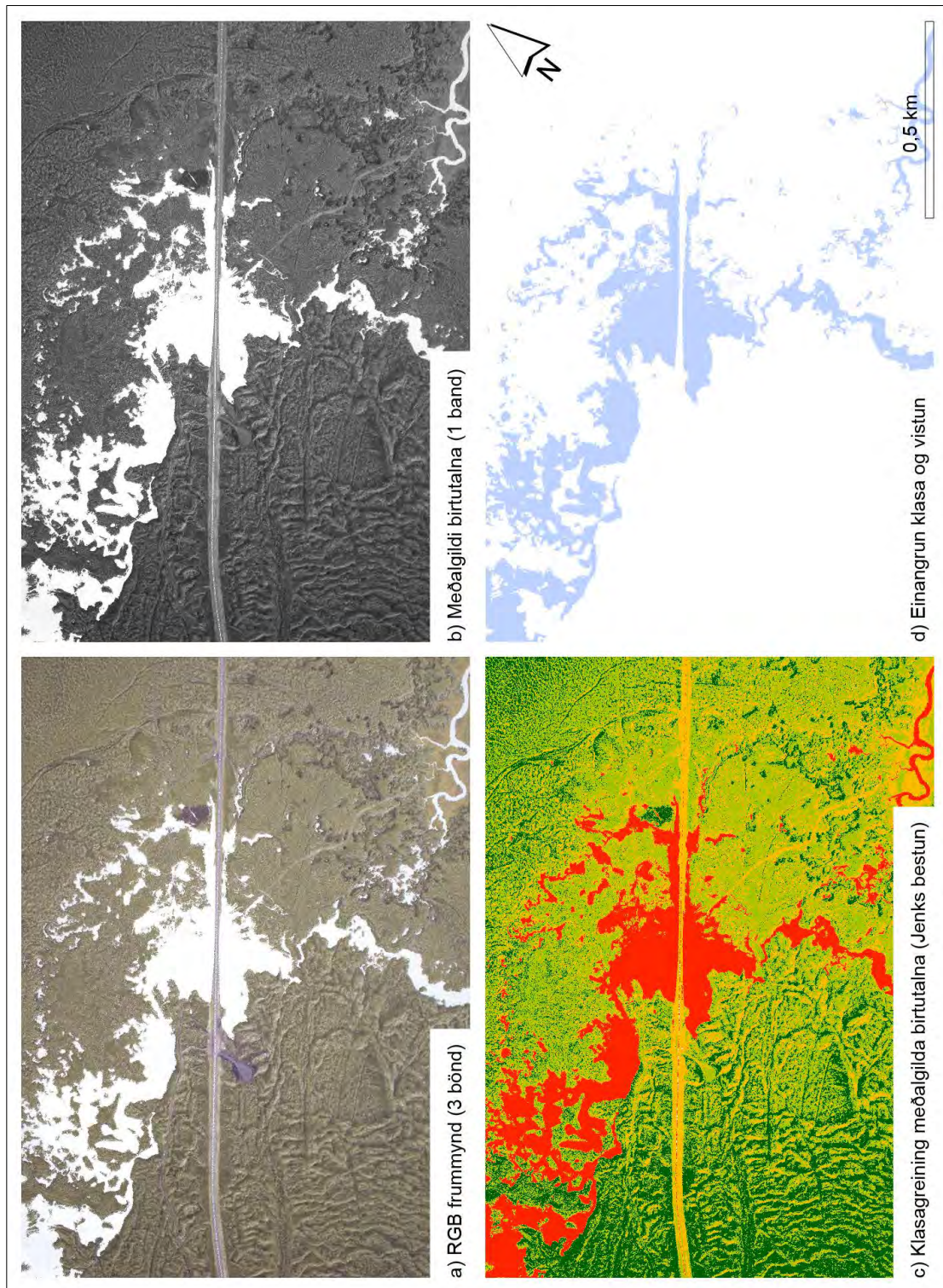
3.3 Handvirk hnitun

Á svæðum þar sem hvorki klasagreining né vatnshæðarlíkan gáfu sannfærandi niðurstöður var útbreiðsla flóðsins hnituhandvirk í mælikvarða > 1:1000 út frá túlkun á óuppréttum og uppréttum ljósmyndum af flóðinu.

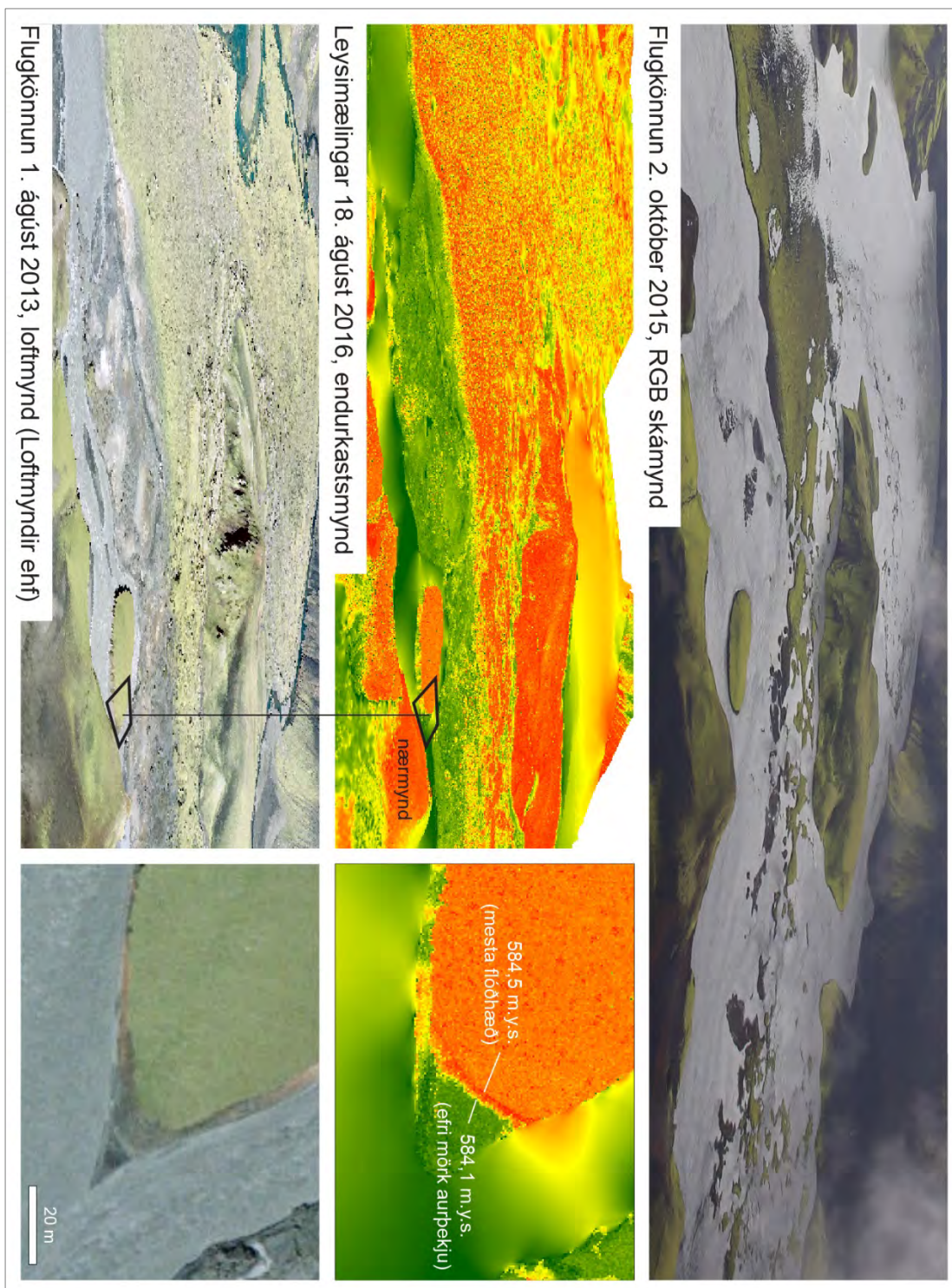
4 Niðurstöður

4.1 Skaftárbotnar

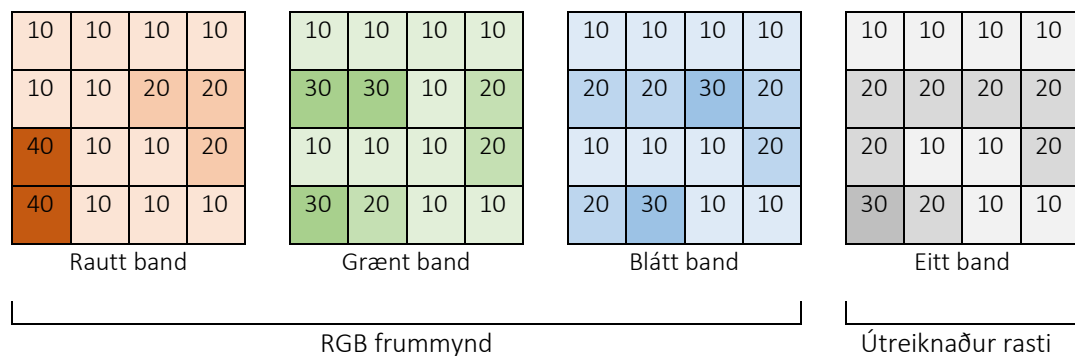
Ljósmyndir af flóðinu frá 2. október gefa til kynna að mest af hlaupvatninu hafi brotist undan Skaftárjökli inn af Langasjó (Mynd 8), í 665–675 metra hæð yfir sjó og á ~3,2 km breiðu svæði. Eitthvert jökulvatn kom fram í Skaftárbotnum eystri en hluti þess var sennilega ótengt jökulhlaupinu úr eystri katlinum.



Mynd 5. Myndrænt yfirlit af klasagreiningu á birtutölu myndeyningu og skilgreiningu klasa sem lýsa svæði sem fer undir vatn í flóði að mati sérfræðinga (e. unsupervised image classification).



Mynd 6. Samanburðarsýn yfir flóðsléttu milli Sveinstinds og Kamba í hlaupinu 2. október 2015 (Oddur Sigurðsson, efst), 18. ágúst 2016 (klasagreining á endurkasti leysimælingar, miðja) og 1. ágúst 2013 (Loftmyndir ehf, neðst).



Mynd 7. Myndræn skýring á reikningi meðalgilda birtutalna úr rauða, græna og bláa bandi frummyndar.

4.2 Sveinstindur

Við Lyngfell leitaði flóðvatn upp úr aðalfarveginum og flæddi út á Skaftáreldahraun (Mynd 9). Ofan Lyngsfellgíga flæddi því vatnið í þremur farvegum (Mynd 10, Kort 1). Eystri farvegirnir tveir ofan á Skaftáreldahrauninu sameinuðust við Kamba og rann flóðvatnið neðan þeirra í tveimur farvegum; annars vegar í meginfarvegi árinna og hins vegar ofan á Skaftáreldahrauninu (Kort 2, Kort 3).

Hæsta vatnshæð í aðalfarveginum mældist 587,1 m.y.s. við Sveinstindsskála og þar flæddi inn í kjallara skálans. Hámarksvatnshæðin mældist 585,6–585,7 m.y.s. við víkina upp frá kláflum þar sem rennismælingarnar við vatnshæðarmæli vhm 166 eru gerðar. Samkvæmt ArcticDEM landlíkaninu hefur vatnshæð á Skaftáreldahrauninu verið ~588,6 m.y.s. á sömu breiddargráðu og mælirinn vhm 166, eða ~3 metrum hærri en vatnið í aðalfarveginum.

4.3 Hólaskjól

Fjallabaksleið nyrðri fór undir vatn á nokkrum köflum við Hólaskjól og lokaðist. Flóðvatn úr Skaftá flæddi inn eftir lækjarfarvegi sem liggur meðfram Hólaskjóli. Vatnið rann mjög nærri skálunum og náði inn að tjaldsvæðinu (Mynd 11). Hámarksvatnshæð mældist 317 m.y.s. milli skála og ármóta lækjarins og Syðri-Ófæru (Kort 4).

4.4 Skaftárdalur

Samkvæmt ArcticDEM landlíkaninu náði hlaupvatnið 224,3 m.y.s. í mýrinni sem liggur sunnan við Svartanúp þannig að einungis vatnaði 1,3 m á að það flæddi inn eftir farvegi Selár. Við Skaftárdal flæddi vatnið yfir brúna á eystri kvíslinni (Mynd 12) en vatnshæð ofan við brúna mældist ~160,1 m.y.s. (Kort 5). Flóðið náði 157,6 m.y.s. nálægt vatnshæðarmæli vhm 70. Rörið sem síritinn er í slitnaði og hann skemmdist. Þá urðu það miklar breytingar á mælistaðnum að allar líkur eru á að hann gefi ekki rétta mynd að rennsli þannig að mælirinn sé ekki lengur rennislísgæfur. Vatnshæð við vestari kvíslina var heldur minni eða um 156,7 m.y.s.. Garðurinn vestan við vestari brúna skolaðist burt en það hefur hann raunar ávalt gert í stærri flóðum.

4.5 Eldvatn

Vegurinn að Svínadal fór á kaf eins og ávallt í stærri flóðum. Vatnið náði alveg að garðinum við Svínadalsbæinn (Mynd 13). Hámarksvatnshæð þar mældist þar 92,8 m.y.s. sem er 1,4 m hærra en mesta vatnshæð í Skaftárhlaupi júní 2010 samkvæmt ArcticDEM landlíkaninu. Mesta vatnshæð mældist 92,9 m.y.s. við Mjóatanga og 92 m.y.s. við Tangatorfu (Kort 6).

Talsvert flóðvatn flæddi yfir garðinn neðan bæjarins Múla (Mynd 14, Kort 7) sem upphaflega var reistur til þess að beina Ásakvíslum vestur í Eldvatn (Snorri Zóphóníasson, 2015) en garðurinn sjálfur stóð mikið til óraskaður. Það var ekki nema rétt við suðvestur endann sem aðeins rofnaði úr honum. Mesta flóðhæð, mæld við sumarbústaðinn við Grófarárlón, var ~87,5 m.y.s. (Kort 7).

Vatnið fossaði niður farveginn við brúna á Skaftártunguvegi og gljúfrið neðan brúarinnar víkkaði talsvert þegar fylla úr barminum féll í ána. Flóðvatnið sem fór yfir garðinn við Grófarárlón leitaði niður eftir farvegi gömlu Ásakvísla og lagðist að Skaftártunguvegi (Kort 8). Við vatnshæð 67 m.y.s. leitaði hluti flóðvatns úr farveginum ofan Villingshóls og flæddi yfir á hraunið suðvestur til Flögulóns (Mynd 15).

4.6 Flögulón

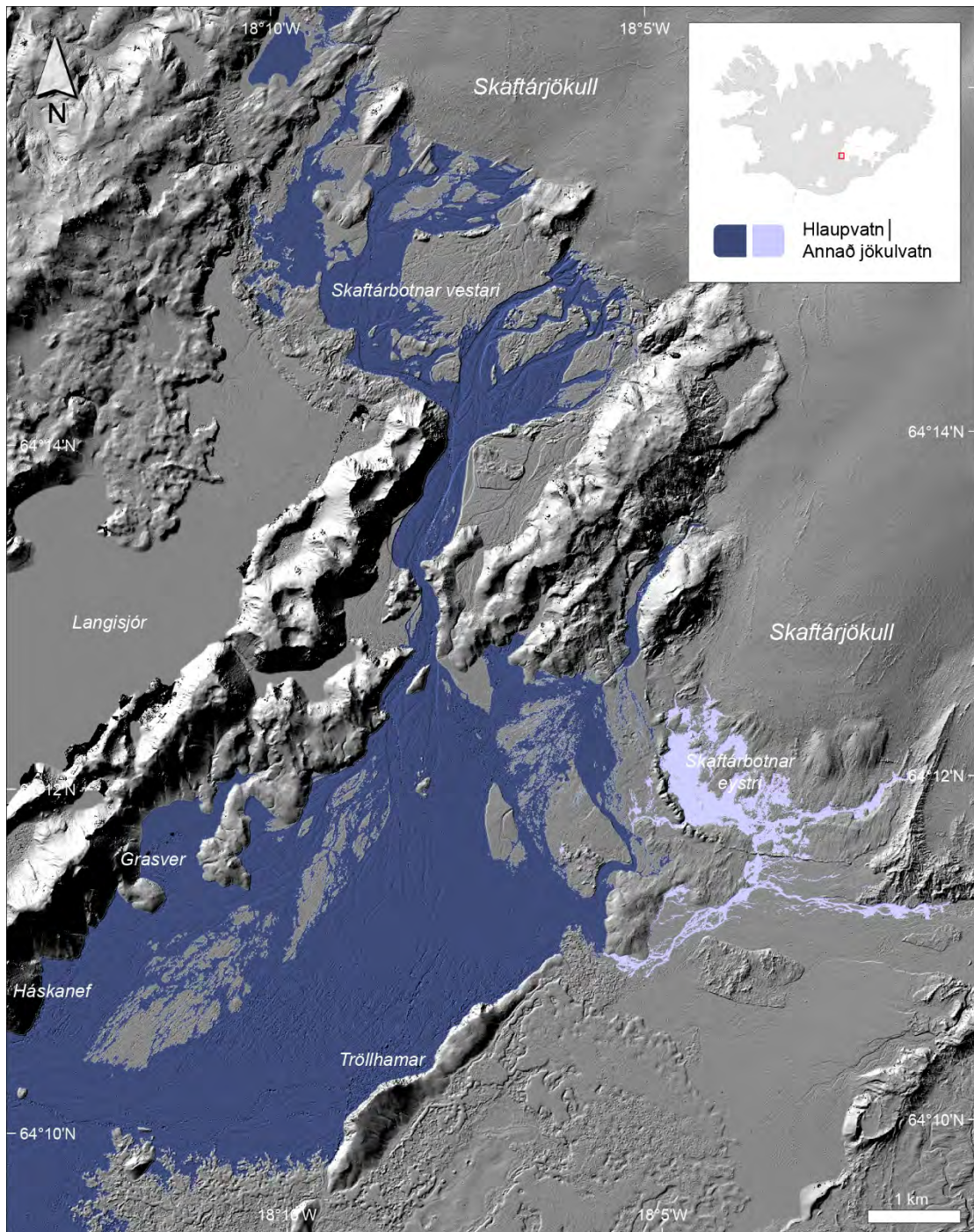
Frá Tungufljótsbrúnni niður til Flögulóns náði flóðhæð 53,5-53,6 m.y.s. (Kort 9). Túnin í Flögu fór undir flóðvatnið (Mynd 16) en mesta vatnshæð þar var 53,2 m.y.s. (Kort 10). Á tjaldsvæðinu við Syðrimýri náði vatnshæð 52,2 m.y.s. þannig að útisælerni tjaldsvæðisins fór að mestu á kaf.

4.7 Skál

Túnin umhverfis bæinn Skál voru umflotin eins og í flestum Skaftárhlaupum. Hámarksflóðhæð við bæinn mældist 82,3 m.y.s. (Kort 11). Íbúðarhúsið var ekki í hættu þar sem það stendur mun ofar í landinu, en vatnið náði alveg að útihúsi austan bæjarins. Vegurinn að bænum lokaðist algjörlega.

4.8 Dyngjur

Við Dyngjur stóð þjóðvegurinn upp úr vatninu (Mynd 18, Kort 12). Flóðhæð norðan vegar var mæld 58,9 m.y.s. þannig að það vantaði ekki mikið upp á — um 0,8 m samkvæmt landhæðarmælingum frá Vegagerðinni (LMÍ og Vegagerðin, 2017) — að það flæddi yfir veginn (vegurinn var hækkaður um 1 metra á eftir að það flæddi yfir í Skaftárhlaupi 1997). Flóðhæð neðan vegar mældist 58,3 metrar. Eins og í fyrrum hlaupum flæddi vatnið fram af Eldhrauni og niður á Landsbrotshraun í átt til Tungulækjar.



Mynd 8. Útbreiðsla Skaftárhlaupsins haustið 2015 við jaðar Skaftárjökuls, samkvæmt klasagreiningu á birtutölu myndeiningu í uppréttum myndum frá 2. október 2015 og vatns-hæðarlíkani á grundvelli ArcticDEM landlíkans (Hæðarskygging af líkaninu í bakgrunni). Upplausn kortlagningar er 0,5–2 m.



Mynd 9. Skaftárhlaupið við Lyngfell: Flóðvatn leitaði upp úr aðalfarveginum og flæddi út á Skaftáreldahraun. Ljósmynd tekin af Oddi Sigurðssyni þann 2. október 2015, kl. 10:51.



Mynd 10. Skaftárhlaupið undir Sveinstindi: Flæddi í þremur farvegum við Lyngfellsgráa. Ljósmynd tekin af Oddi Sigurðssyni þann 2. október 2015, kl. 11:21.



Mynd 11. Skaftárhlaupið við Hólaskjól: Flóðvatn gekk mjög nærri skálunum og náði inn að tjaldsvæðinu. Ljósmynd tekin af Benedikt G. Ófeigssyni þann 2. október 2015, kl. 08:17.



Mynd 12. Skaftárhlaupið við Skaftárdalsbrýr: Vatnið fór yfir brúna á eystri kvíslinni. Ljósmynd tekin af Benedikt G. Ófeigssyni þann 2. október 2015, kl. 09:20.



Mynd 13. Skaftárhlaupið við Svínadal: Vatnið náði alveg að garðinum við bæinn. Ljósmynd tekin af Benedikt G. Ófeigssyni þann 2. október 2015, kl. 13:14.



Mynd 14. Skaftárhlaupið við Grófarárlón: Talsvert flóðvatn fór yfir varnargarðinn Ljósmynd tekin af Benedikt G. Ófeigssyni þann 2. október 2015, kl. 14:01.



Mynd 15. Skaftárhlaupið við Ytri-Ása: Flæddi yfir hraunið suðvestur til Flögulóns. Ljósmynd tekin af Oddi Sigurðssyni þann 2. október 2015, kl. 10:29.



Mynd 16. Skaftárhlaupið við Flögulón: Túnin í Flögu fór undir flóðvatn. Ljósmynd tekin af Matthew J. Roberts þann 2. október 2015, kl. 14:11.

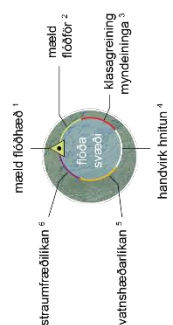


Mynd 17. Skaftárhlaupið við Skál: Íbúðarhúsið var ekki í hættu en vatn náði að útihúsi að útihúsi austan bæjarins. Ljósmynd tekin af Emmanuel Pagneux þann 3. október 2015, kl. 16:39.



Mynd 18. Skaftárhlaupið við Dyngjur: Þjóðvegurinn stóð upp úr vatninu. Ljósmynd tekin af Emmanuel Pagneux þann 3. október 2015, kl. 16:57.

Skaftárhlaup haustið 2015
Útbreiðsla og flóðhæð við
Sveinstind



¹ Mesia flóðhæð, í mælrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingatauki. Hæðarmákvæmni er ~5 cm.

² Flóttör mæld með GPS handilösgutaki[®]. Staðsetningamakvæmni er ~2 m að meðaltali.

³ Umfang fíðs skv. uppréttum ljósmyndun⁶. Myndagreining byggir á flokkun gilda myndeirna. Grafinnæmi kortlagningar er næmi

myndaupplausn eftir uppréttingu, þ.e. ~0,5 metri að meðallagi.

Prilutit moomaana a miiuokoru pyygo a tuiiku ilosinjuma*, miielivatu
kortlagningar er >1:1.000.

Umfang flóðs reiknað út með samanburði á landhæð og endurgerðum vatnsfleti skv. ArcticDEM landlíkni². Upplausn kortlagningar er 2 m.

Útreikningar úr straumfræðilíkanum með ArcticDEM landlíkanum¹ aðlagð að vatnafari af sérfræðingum Væðurstofu Íslands (VI). Upplausn förtölgráningar er 2 m.

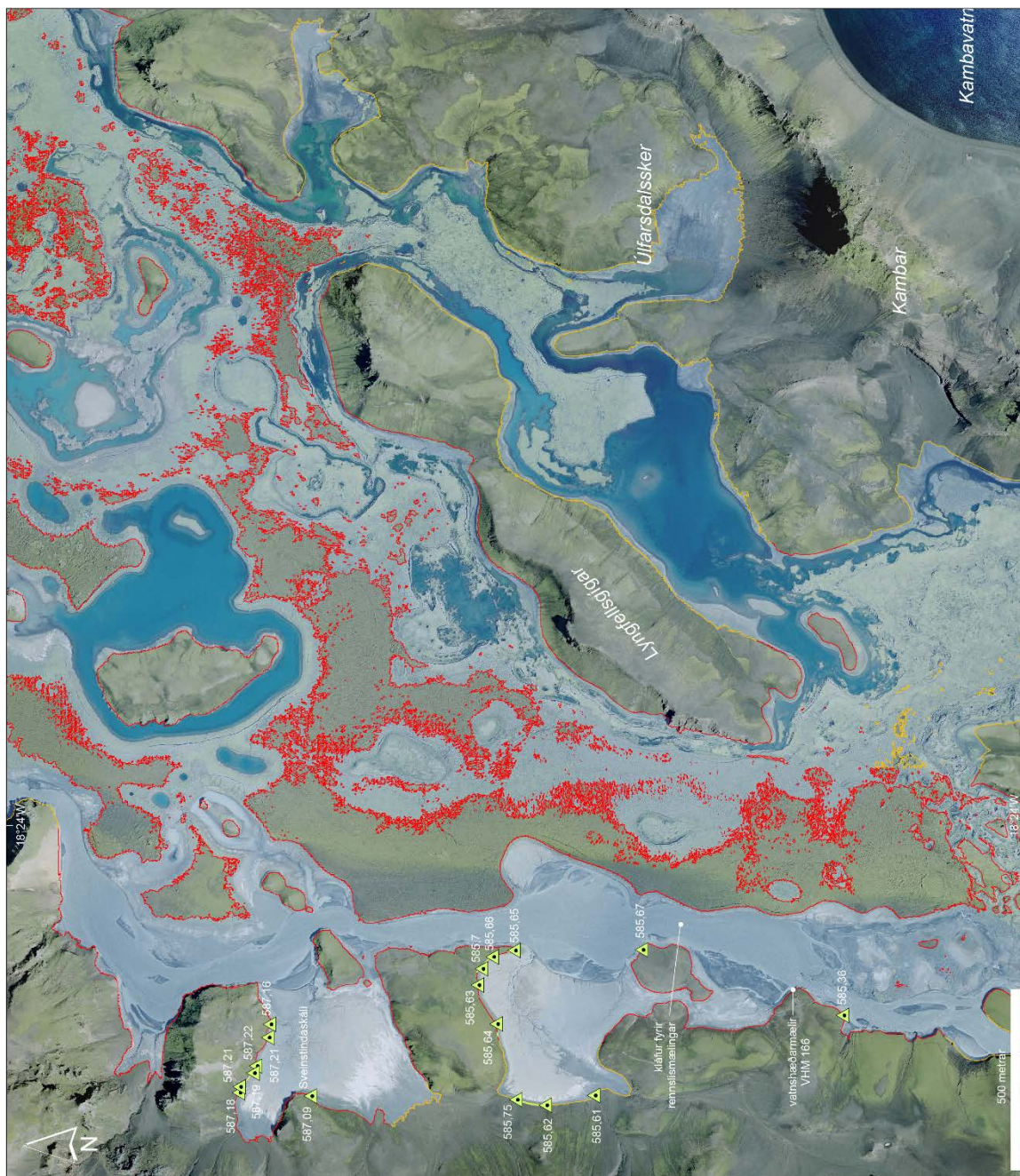
Mætt af sérfræðingum ví 26.–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.-3. október 2015.

ArcticDEM landikan er byggt á gervitunglamyndum frá DigitalGlobe, Inc. og fjármagnað af NSF styrkjum nr. 1043681, 1559691 og 1542736.

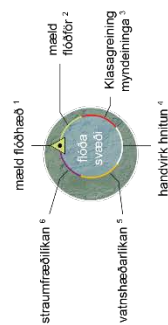
Meiliskvæði m. v. A3 úþrentun	1:10 000
Forpun	Lamberts hemsóðn keiluvörpun
Örnám	ISN93
Örnám	LMI 2014
Örnám	Örnám
Örnám	Örnám

Þáttvisun: Emmanuel Pagnoux, Bogi Brynjar Bljörnsson og Sigríður Sif Gyllfadóttir (2017). *Skaffárlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Sveinstind*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Væðurstofa Íslands.



Kort 1. Útbreiðsla og flóðhæðir við Sveinstind. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015
Útbreiðsla og flóðhæð við
Kamba



¹ Mesta flóðhæð, í mætrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingataki². Hæðarmákvæðni er ~5 cm.

² Flóðfær mæld með GPS handleiðsögutækni³. Staðsetningarmákvæmni er ~2 m að meðaltali.

³ Umfang flóðs skv. uppréttum ljósmyndun⁶. Myndaþreining byggir á flóðum af myndum og myndum af myndum. Gróðræðni: loftþreiningar og myndir.

myndaupplausn eftir uppréttingu, þ.e. ~0,5 metri að meðallagi.

⁴ Hnitun flóðmarka á myndkortu byggð á tulkun þjósmynnda⁵. Mælikvæði kortlagningar er >1:1.000.

¹⁰ Umfang flóðs reiknað út með samanturfi á landhæð og andurgræðum vatnsfliði skv. ArcticDEM landlikan¹⁰. Upplausn kortlegningar er 2 m.

⁶ Útreikningar úr straumfræðilíkani með ArcticDEM landlíkani⁶⁷ aðlagð að vatnafari af sérfræðingum Veðurstofu Íslands (VI). Upplausn landlíkansins er 2 m.

* Mødt af sårfrøedingum ví 28.-28. apríl og 27.-28. ágúst 2016.

³ Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.-3. október 2015.

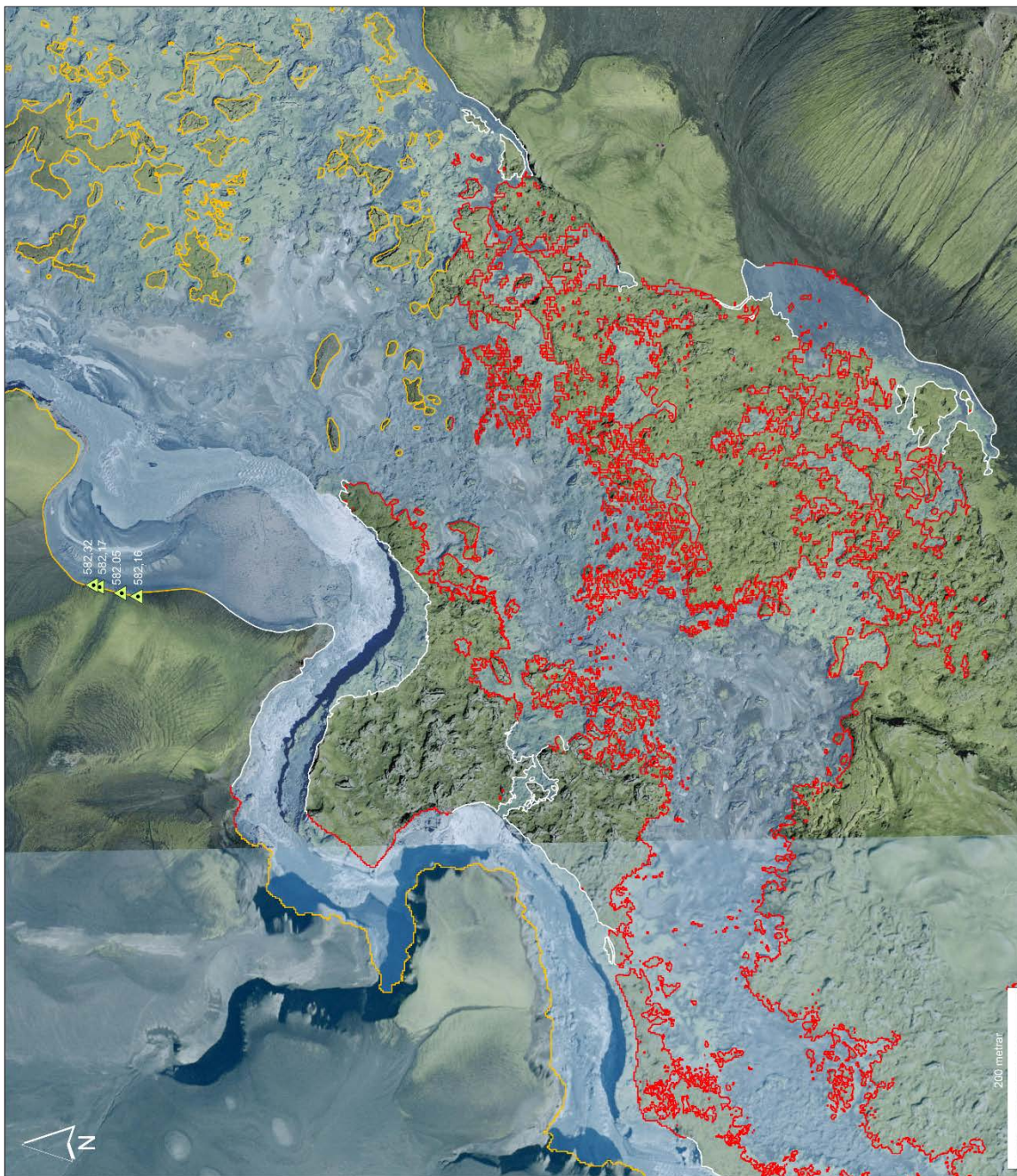
ArcticDEM landilkan er byggt á gævinglamyndum frá DigitalGlobe, Inc. og fjármagnað af NSF styrkjum nr. 1043681, 1559691 og 1542736.

Mælikvæði m. v. A3 úþrentun	14 000
Vörpun	Lamberts hómssönn kolluvörpun

Võimõ ISBN93
Õnnefil LMI 2014

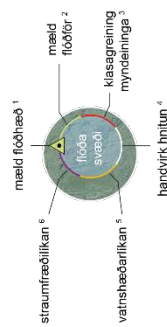
Lofmyndir Lofmyndir ehl.

Gylfiadóttir (2017). Skaffarhlauð haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Kamba. Kort 1:4.000. Reykjavík: Vöðurstofa Íslands.



Kort 2. Útbreiðsla og flóðhæðir við Kamba. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla flóðs við Kambagíga



¹ Mesta flóðhæð í metrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingataði². Hæðarmaksvermi er ~5 cm.

² Flóðir mæld með GPS handfærsluáætli³. Staðsettingarmaksvermi er ~2 m að hreðslu.

³ Umfang flóðs sýnir uppdriftun ísmýndun⁴. Myndgreining byggir á flokun gísa myndleinga. Grafiðni kortlagningar er næm myndgreining eftir uppdriftun. Þ.e. ~0,5 metri að hreðslu.

⁴ Hlutur flóðmæla á myndkort byggir á tölkun ísmýndar. Mælikvæði kortlagningar er >1:1.000.

⁵ Umfang flóðs rættast út með samanturð á landhæð og endurgjöfum vatnshæð skv. ArcticDEM landlíkani⁶. Upplausn kortlagningar er 2 m.

⁶ Útbreiðsla á straumfræðilíkan með ArcticDEM landlíkani⁷ skýjað að samanturð af sérfræðingum Veðurstofu Íslands (VI). Upplausn kortlagningar er 2 m.

⁸ Mælt af sérfræðingum VI 28.–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

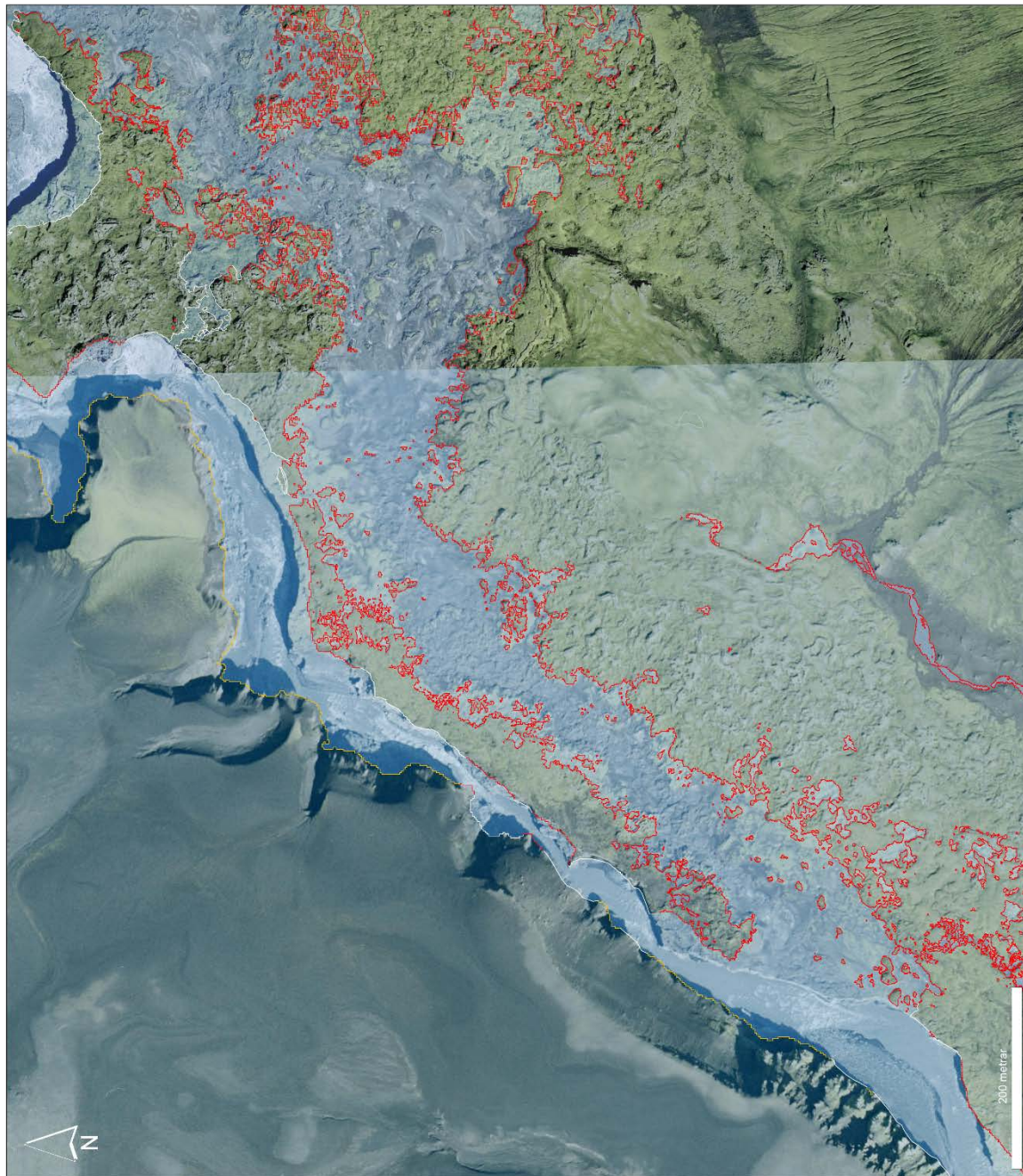
⁹ Myndir teknar af sérfræðingum VI 2.–3. október 2015.

¹⁰ ArcticDEM landlíkani sýnir byggð á geislaupamyndun frá DigitalGlobe, Inc. og færingað af NSF árgjafirni. 154381, 155681 og 154726.



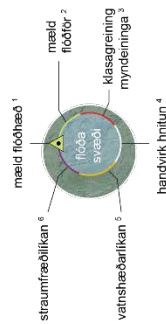
Mælikvæði m. v. A3 úprentun 1:4.000
Vörpun Landbættir hómam kallaðun
Flóði Landbættir hómam kallaðun
Og Landbættir hómam kallaðun
Lofmynd Lofmyndir ehf.

Tilvísun: Einarsson Pággur (2017). Skaftárhlaup 2015. Útbreiðsla flóðs við Kambagíga. Kort 1:4.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.



Kort 3. Útbreiðsla flóðs við Kambagíga. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla og flóðhæð við Hólaskjól



¹ Mæld flóðhæð, í metrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingum¹. Fæðuhæðarmáli er 5 m.

² Flóðfótt mæld með GPS handfæðingum². Staðsetningarmarkanna er ~2 m að meðaltali.

³ Unfang flóða skv. uppdráttum ísmyndunar. Myndgreining byggir á flókun gíða mynderinga. Grafiðhæðni kortlagningar er nærri myndaspáun eftir uppdráttu, þ.e. -0,5 metri að meðaltali.

⁴ Hnitun flóðmarka á myndkort byggð á tölun ísmyndar. Markavörð kortlagningar er ~11.000.

⁵ Unfang flóða sýnað á korti með samhverfu á landhæð og aðgangnum vatnshæð. ArctiDEM landlíkan³. Upplaun kortlagningar er 2 m.

⁶ Únskingar úr straumfræðilíkan með ArctiDEM landlíkan³ aðgætt. Hnitun á kortlagningu Veðurstofu Íslands (VI). Upplaun kortlagningar er 2 m.

⁷ Mælt af sérfræðingum VI 26.-28. apríl og 27.-28. ágúst 2016.

⁸ Myndir teknar af sérfræðingum VI 2.-3. október 2015.

⁹ ArctiDEM landlíkan er byggð á gervatunglunum frá DigitalGlobe, Inc. og farnagráð af NS² stýrkjóm nr. 104381¹, 159661 og 1542736.



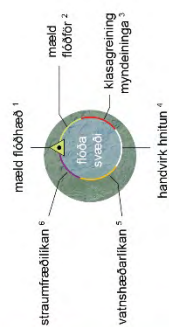
Málkavardir m. v. A3 úppertun 1:1.000
Vörpun Lambert's hornskinn kellingvörpun
Vöð ISN93
Ornafl LM 2014
Lofmynd Loftmyndir ehf.

Þýðing: Emmanuel Pagnoux, Bogi Brynjól Björnsson og Sigríður Sif Gylfadóttir (2017). Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Hólaskjól. Kort 1:1.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.



Kort 4. Útbreiðsla og flóðhæðir við Hólaskjól. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015
Útbreiðsla og flóðhæð við
Skaftárdalsbrýr



¹ Mestja flóðhæð, í metrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingataaki². Hæðarmákvæðmi er ~5 cm.

² Flöðför mæld með GPS handfærissögutæki³. Staðsetningarnakvæmni er ~2 m að meðaltali.

³ Umfang floðs skv. upprétum ljósmyndun². Myndagreining byggir á flokkum gilda myndseininga. Grein hæfni kortlagningar er næmi myndauplausn eftir uppréttingu, þ.e. ~0,5 metri að meðaltali.

* Hnútn flóðmarka á myndkortu byggð á túlkun ljósmynda⁴. Mælikvarði kortlagningar er >1:1.000.

* Umfang flóðs reiknað út með samanburði á landhæð og endurgerðum vatnsfleti skv. ArcticDEM landlíkanin¹. Uppslaukn kortlagningar er 2 m.

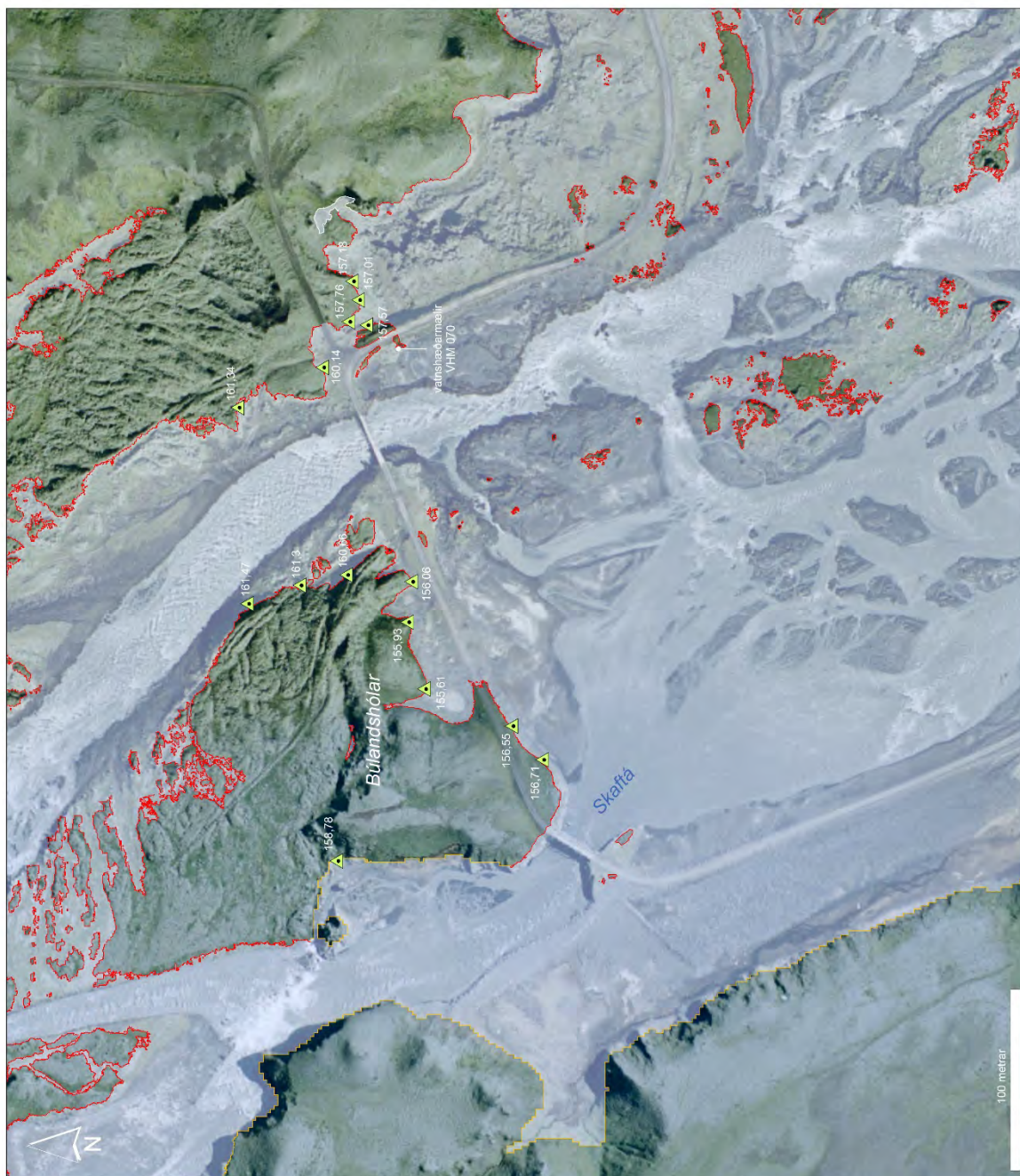
Þé úreikingar úr straumfréðilikani með ArcticDEM landlíkani¹ aðlagð að vatnafari af sérfréðingum Veðurstofu Íslands (VI). Upplausn kortlagningar er 2 m.

* Mælt af sérfræðingum VÍ 26.–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

^b Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.–3. október 2015.

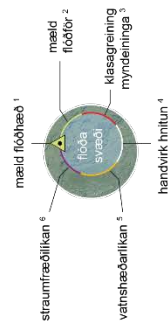
^c ArcticDEM landfilken er byggt á gervitunglamyndum frá DigitalGlobe, Inc. og fáarmagnæð af NSF styrkum nr. 1043681, 1559691 og 1542736.

Meilivardi m.v. A3 úprentun	12.000
Vorpan	
Lambert hómörin keliúprun	
ISBN93	
Vörðun	
LMI 2014	
Örneiti	
Öftrynd	
Öftrynd ehf.	



Kort 5. Útbreiðsla og flóðhæðir við Skaftárdalsbrýr. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla og flóðhæð við Svinadal



1. Mæld flóðhæð, í mælum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingum. Fæðuhæðarmáli er 5 cm.

2. Flóðfóð mæld með GPS handfærðugum. Stæðingarmálmáli er ~2 m að meðaltali.

3. Unfang flóða skv. uppdráttum. Myndgreining byggir á flókun gíða myndirna. Grafiðhæðni kortlagningar er nærri myndaupplausn eftir uppdráttu, þ.e. ~0.5 metri að meðaltali.

4. Hlittun flóðmarka á myndkort byggð á tölun (sýmynd). Mælikvæði kortlagningar er >1.000.

5. Unfang flóða sýmið átti með samþykki á landhæð og aðlagðum vatnshæð. ArctiDEM landlíkan. Upplausn kortlagningar er 2 m.

6. Útreikningar af straumfræðilíkan með ArctiDEM landlíkan. Aðlagð vatnshæð af sérfræðingum Veðurstofu Íslands (VI). Upplausn kortlagningar er 2 m.

7. Mælt af sérfræðingum VI 26.-28. apríl og 27.-28. ágúst 2016.

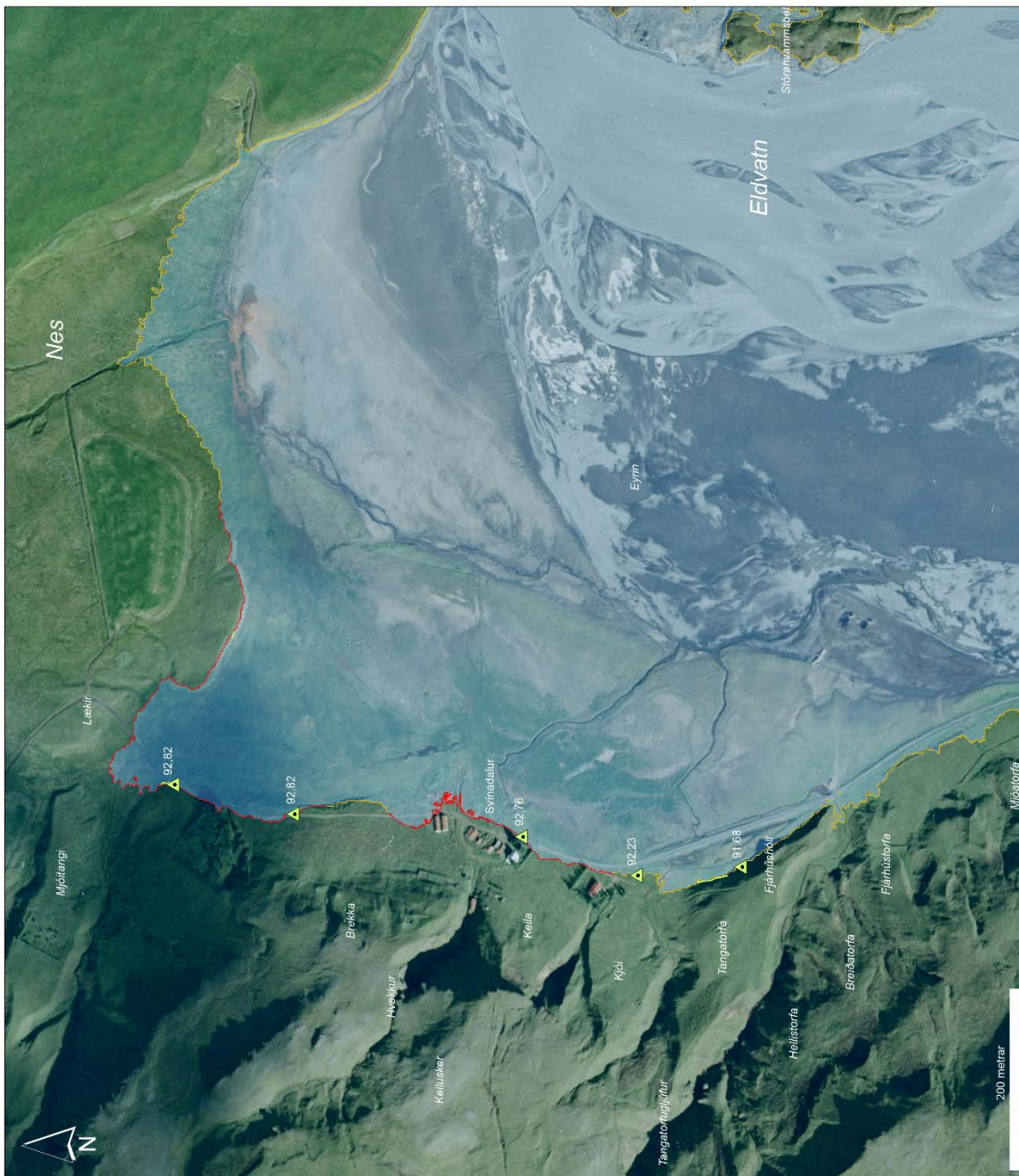
8. Myndir teknar af sérfræðingum VI 2.-3. október 2015.

9. ArctiDEM landlíkan er byggð á gervatunglengingum frá DigitalGlobe, Inc. og farnagrá af NS- stýrkjör nr. 103881, 159661 og 1542736.



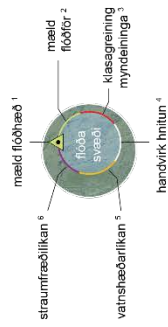
Mælikvæði m.v. A3 úprentun 14.000
Vörpun Lambert's hornsmátt kallvörpun
Vörpun Lambert's hornsmátt kallvörpun
Ómáli UTM 2014
Lofthæð Loftmyndir ehf.

Thíðun: Emmanuel Papaux, Bogi Björn Björnsson og Tína Þórunn Þórunn (2017). Skaftárhlaup haustið 2015. Útbreiðsla og flóðhæð við Svinadal. Kort 1:4.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.



Kort 6. Útbreiðsla og flóðhæðir við Svinadal. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015
Útbreiðsla og flóðhæð við
Eldvatn (Grófararlón)



¹ Mesta flóðhað, í matrum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingatæki². Hæðarnakvaðmi er ~5 cm.

^a Flóðför mæld með GPS handleiðsöguteeki^{1b}. Staðsetningarnákvæmni er ~2 m að meðaltali.

³ Umfang flóðs skv. uppréttum ljósmyndum¹. Myndagreining byggir á flokkun gíða myndeneinga. Greinhlæfni kortlagningar er næmri myndaupplausn eftir uppréttingu, þ.e. ~0,5 metri að meðallagi.

* Hnitun flóðmarka á myndkortum byggð á túlkun ljósmynda². Mælikvarði kortlagningar er >1:1.000.

² Umfang flóðs reiknað út með samanburði á landhæð og endurgerðum vatnsfleti skv. *ArcticDEM* landlíkani². Upplausn kortlagningar er 2 m.

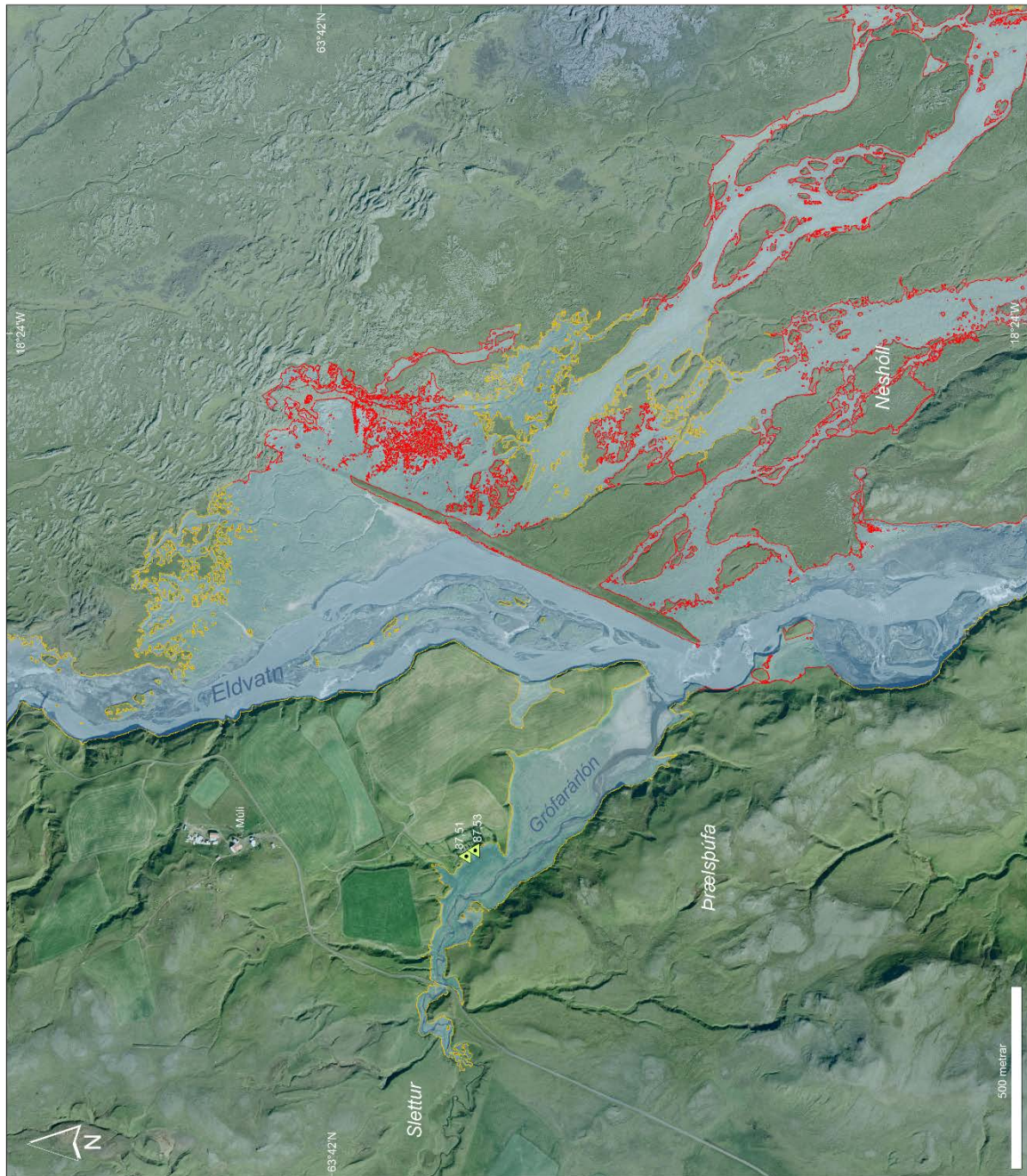
*Útreikningar úr straumfræðilíkani með ArcticDEM landlíkani²⁰ aðlagð að vatnafari af sórfraðingum Vedurstofu Íslands (VI). Upplausn kortlagningar er 2 m.

^a Mælt af sérfræðingum VÍ 26.–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

^c Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.–3. október 2015.

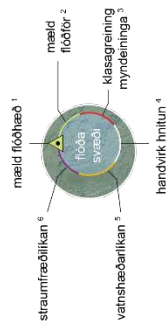
* ArcticDEM landikan er byggt á gervitunglamyndum frá DigitalGlobe, Inc. og fjármagnað af NSF styrkjum nr. 1043681, 1559691 og 1542736.

Mælkvæð m.v. A3 úþrúntun.....	1:10.000
Vörpun	Lambertson hómadrón kóluþrúntun
Vörn	ISN63
Omskipti	LMI 2014
Örnýnd	Lofnypir ehl.
Tilvisun: Emmanuel Pagnieux, Bogi Brynjólfr Björnsson og Tinna Þorarsdóttir (2017). Skafarmark hefur 2015. Útgefið og ritað með Elvötn (<i>Grafarhöfn</i>). Kort 1:10.000. Reykjavík: Vefurstaða Íslands.	



Kort 7. Útbreiðsla og flóðhæðir við Eldvatn (Grófarárlón). Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla og flóðhæð við Ytri-Ása



1. Mæla flóðhæð, í mælum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingum. Fæðuhæðarmáli er 5 m.

2. Flóðir mæld með GPS handfærslugætti. Staðsettingarmarkanna er ~2 m að meðaltali.

3. Úrfang flóða skv. upptætum ljósmýndum. Myndgreining byggir á flókun gíða myndanna. Grafiðhæðni kortlagningar er næri myndaupplausn eftir upptæktu, þ.e. ~0,5 metri að meðaltali.

4. Hlutun flóðmálka á myndkort byggð á tölum ljósmýndar. Mælikvæði kortlagningar er >1.000.

5. Úrfang flóða sýnað í 2D með samþykki 4. Landhæð og aðgangur vatnshæðarlíkans. Úpplausn kortlagningar er 2 m.

6. Útfærsla af straumfræðilíkani með Arc2DEM landlíkni^a aðgætt vatnshæðarlíkani. Útfærsla af straumfræðilíkani. Úpplausn kortlagningar er 2 m.

^a Mælt af sérfræðingum VI 26–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

^b Myndir teknar af sérfræðingum VI 2–3. október 2015.

^c Arc2DEM landlíkni er byggð á gervatnslýmyndum frá DigitalGlobe, Inc. og farnagráð af NSP-stýrkjóm nr. 104381, 159661 og 154236.



Mælikvæði m.v. A3 úprentun 1:10.000

Vörpun Lambert's hornamannskulvörpun

Vörpun Lambert's hornamannskulvörpun

Örnúmer ISN63

Örnúmer ISN63

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

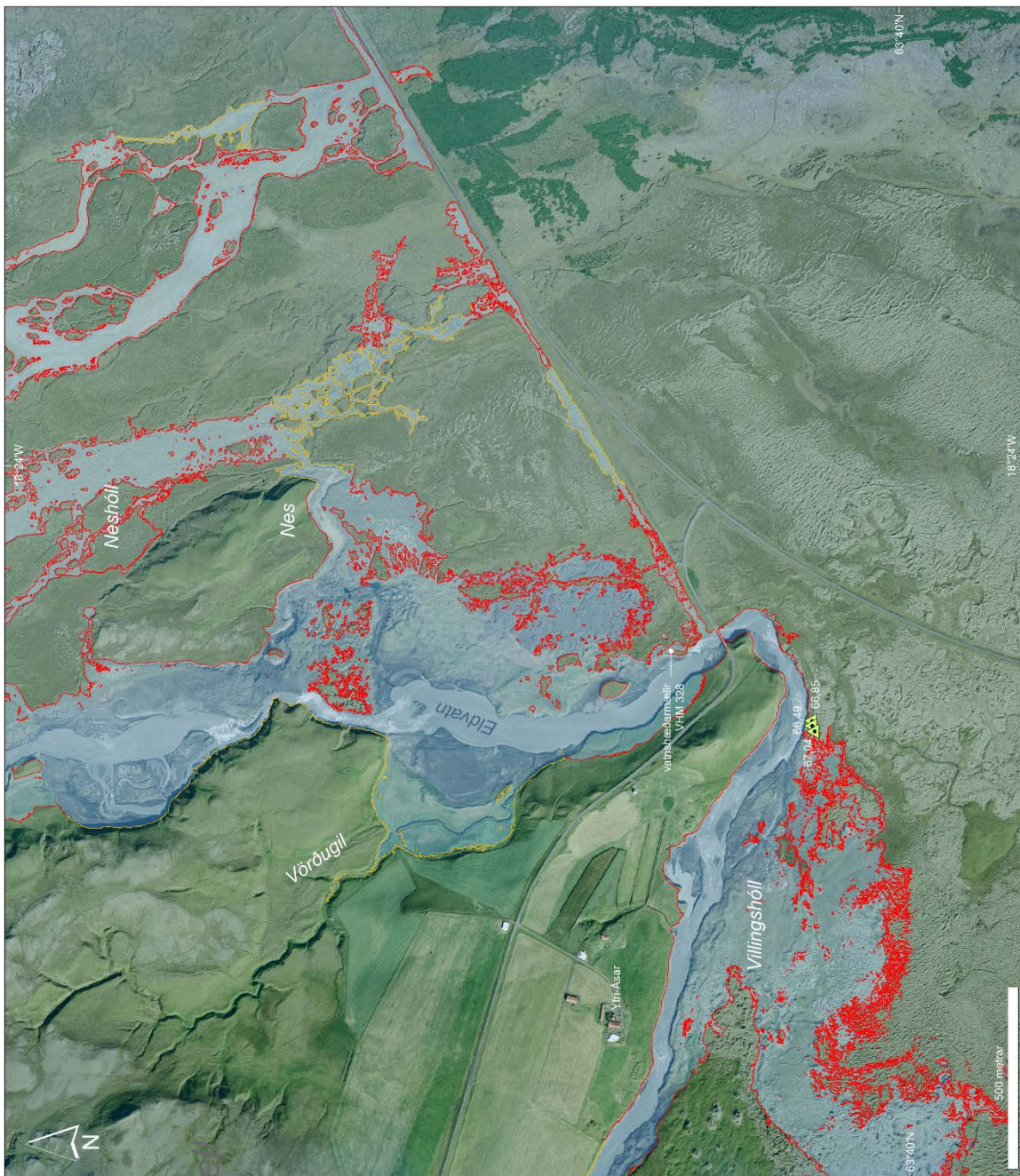
Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014

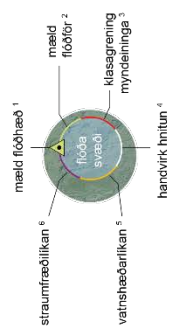
Löfnúmer LMI 2014

Löfnúmer LMI 2014



Kort 8. Útbreiðsla og flóðhæðir við Ytri-Ása. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015
Útbreiðsla og flóðhæð við
Flöglón



¹ Mesta flóðhæð, í mælum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingataekni. Hæðarmákvæmni er ~5 cm.

² Flóttir mæld með GPS handföngsgötu². Staðsetningarnakvæmni er ~2 m að meðaltali.

⁴ Hnítun flóðmarka á myndkortí byggð á túlkun ljósmynda⁵. Mælikvarði kortlagningar er >1:1.000.

^a Umfang flöðs reiknað út með samanburði á landhæð og endurgerðum vatnsfleti skv. ArcticDEM landlíkan¹⁰. Upplausn kortlagningar er 2 m.

^e Útrekningar úr straumfræðilikani með ArcticDEM landlíkani^a aðlagð að vatnafari af sérfræðingum Vesturstofu Íslands (VÍ). Upplausn kortaerleingar er 2 m.

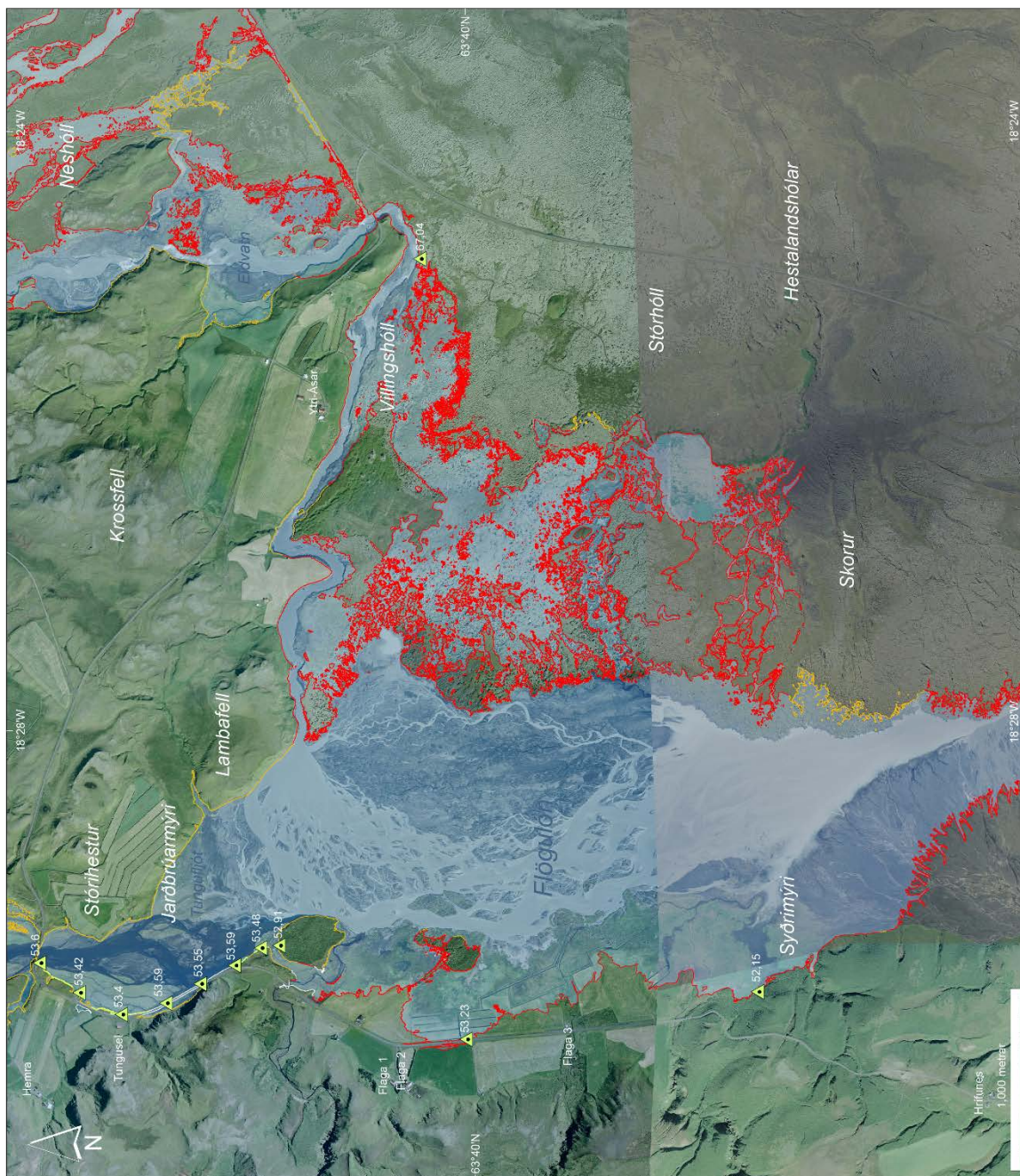
^a Mølt af sørfærdingum ví 26.–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.

^e Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.-3. október 2015.

ArcticDEM landiliken er byggt á gæringuamyndum frá DigitalGlobe, Inc. og fármagnað af NSF styrkum nr. 1043581, 1559691 og 1542736.

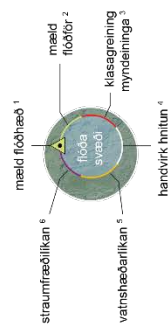
Mælikvæði m. v. A3 útprentun	1:20.000
Vorupun	Lamberts hemsónn kellingurpun
Vöðmóð	ISN93
Örnefni	LMI 2014
Öfndir	Öfndir
Öfndir	Öfndir

Tívisun: Emmanuel Pagnoux, Bogi Brynjar Björnsson og Tinna Þórarinnssdóttir (2017). *Stæfarlaup haustið 2015: Útbreiðsla og fjölgun við Flöguón. Kort 1:20.000*. Reykjavík: Veburstofa Íslands.



Kort 9. Útbreiðsla og flóðhæðir við Flögulón (1:20.000 m.v. A3 prentun). Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015



¹ Mesia flóðhað, í mótum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingataeki². Hæðarnákvæmni er ~5 cm.

² Flóðflór mæld með GPS handleiðsögutækni³. Stöðsetningarnákvæmni er ~2 m að meðaltali.

³ Umfang floðs skv. upptættum ljósmyndum¹. Myndaþróining byggir á flokkum gilda myndveininga. Greinihæfni kortlagningar er næmi

Heitlun flóðmörka á myndkortinu bvað á tölkun líkismyndar. Meiliværði

¹ Hnitun flóðmarka á myndkortu byggð á túlkun ljósmýnda². Mælikvarði kortlagningar er >1:1.000.

⁵ Umfang flóðs reiknað út með samanburði á landhæð og endurgerðum vatnsfleti skv. *ArcticDEM* landlíkani⁷. Upplausn kortlagningar er 2 m.

^eÚtleikningar úr straumfræðilikani með ArcticDEM landlíkani⁶ aðlagð að vatnafari af sérfræðingum Væðurstofu Íslands (vi). Upplausn kortlagningar er 2 m.

^a Mølt af sérfræðingum VÍ 26.-28. apríl og 27.-28. ágúst 2016.

^b Myndir teknar af sérfræðingum VÍ 2.-3. október 2015.

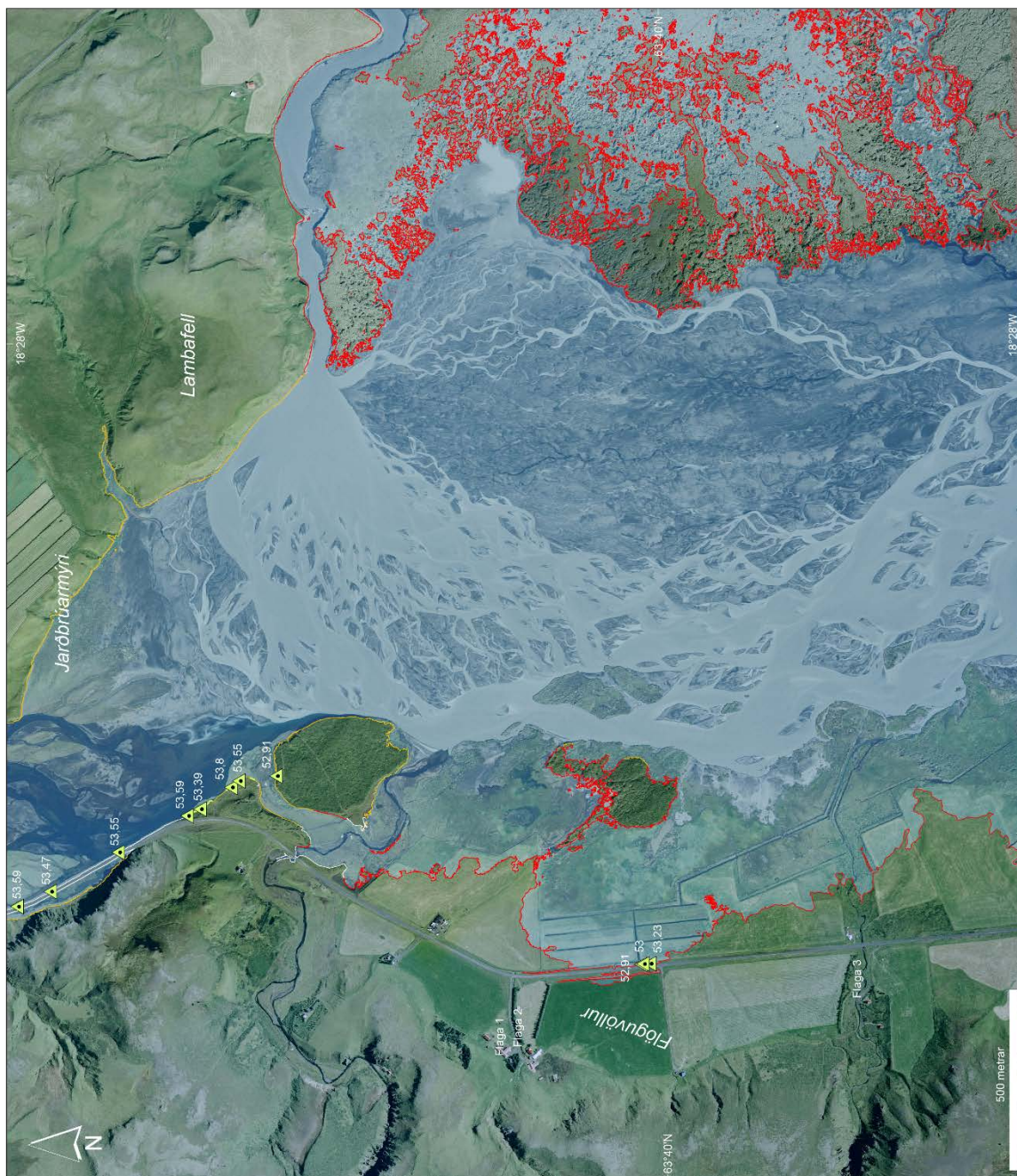
Mælikvæði m.v. A3 úþrentun	1:10.000
Útgreiðsla	1 ambætti þomegin kollunefnun
Útgreiðsla	10000

Vörpun	Lamberts hómönn kolluvörpun	ISN93	LMI 2014
Vöðmið			
Örnefni			

Orðefni: LMI 2014
Lofmynd Lofmyndir ehl.

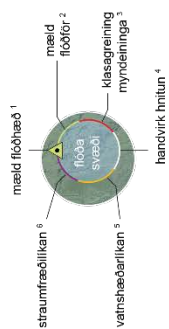
Tívisun: Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson og Tinna

Tívisun: Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson og Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaffárlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Flöguflón*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Væðurstofa Íslands.



Kort 10. Útbreiðsla og flóðhæðir við Flögulón (1:10.000 m.v. A3 prentun). Loftmynd: Loftmyndir ehf.

Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla og flóðhæð við Skál



¹ Mesta flóðhæð, í metrum yfir sjávarmáli, mæld með landmálsgatale*. Hæðarmálinni er ~5 cm.

² Flóðhæð mæld með GPS handfæðugatale*. Stærðingarmálinni er ~2 m að meðhöli.

³ Undir flóða- og uppláttum ljósmýndum*. Mýndgreining byggir á stærðingarmálinum og myndgreiningarmálinum. Mýndgreiningarmálinn mynduð er með mynduðum eftir uppláttu, þ.e. ~0,5 metri að meðhöli.

⁴ Hæðun flóðmæta á myndkort byggð á bifun ljósmýnd*. Mælikvæði kortlagningar er >1:1.000.

⁵ Undir flóða- og uppláttum ljósmýndum*. Mýndgreining byggir á stærðingarmálinum og myndgreiningarmálinum. Mýndgreiningarmálinn mynduð er með mynduðum eftir uppláttu, þ.e. ~0,5 metri að meðhöli.

⁶ Undir flóða- og uppláttum ljósmýndum*. Mýndgreining byggir á stærðingarmálinum og myndgreiningarmálinum. Mýndgreiningarmálinn mynduð er með mynduðum eftir uppláttu, þ.e. ~0,5 metri að meðhöli.

⁷ Mest af flóðmæðingum VÍ 26.-28. apríl og 27.-28. ágúst 2016.

⁸ Mýndir teknar af flóðmæðingum VÍ 2.-3. október 2015.

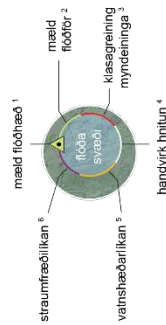
⁹ ArcticDEM landlíkan er byggð á gerðingarmálinum f6s, DigitalGlobe, Inc. og flóðmæðing af NSF-ábyrgun nr. 1043881, 1558881 og 1542738.



Mælikvæði m. x. A3 úprentun 1:1.000
Vörpun Lambert hornsmáttun
Vinnu Lambert
Orkuskipti Lambert
Lofmynd Lofmynd ehf.
Tilvísun: Emmanuel Pageaux, Bogi Brynjar Björnsson og Tína Þorarsdóttir (2017). Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Skál. Korti 1:1.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Kort 11. Útbreiðsla og flóðhæðir við Skál. Loftmynd: Loftmyndir ehf.

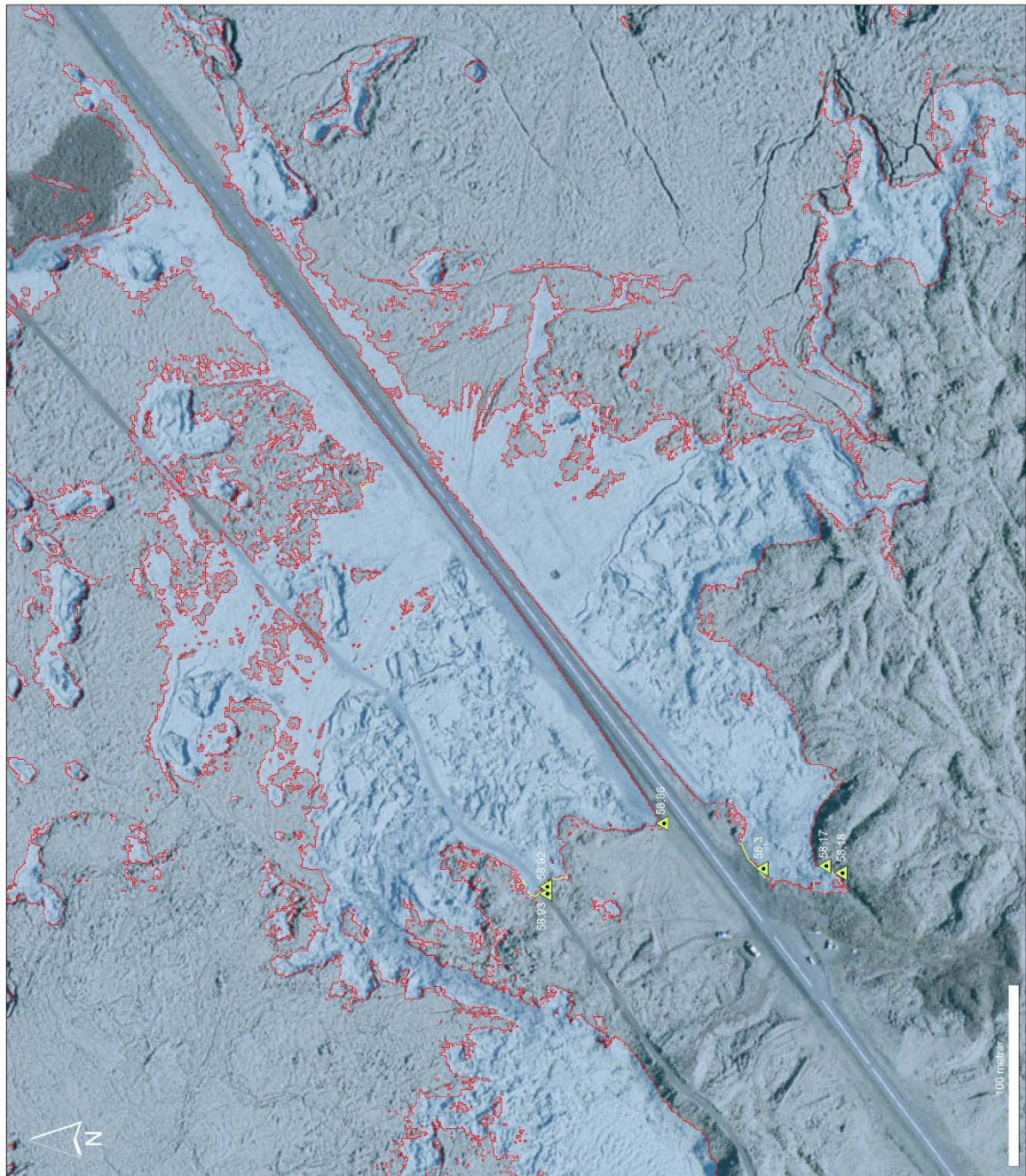
Skaftárhlaup haustið 2015 Útbreiðsla og flóðhæð við Þjóðveg 1 (Dyngjur)



- ¹ Mesta flóðhæð, í mættum yfir sjávarmáli, mæld með landmælingatækni¹. Hæðernakvæmi er ~5 cm.
- ² Flóðfor mæld með GPS handlaðsögulaski². Staðsetningarnakvæmi er ~2 m að meðaltali.
- ³ Útfang flóða sýnir uppdrættum líkamum³. Myndgreining byggir á flókun gilda mynderinga. Greinirhæfni kortlagningar er nærri myndlauslausn eftir upplýsingum, þ.e. ~0.5 metri að meðaltali.
- ⁴ Hnitun flóðmæla á myndskort byggir á tölum líkamna⁴. Mælikvæði kortlagningar er ~1.1.000.
- ⁵ Útfang flóða reitiræð út með samræðni á landhæð og andargættum vörðum⁵. ArcGIS⁵ landlínur⁵. Útfang kortlagningar er ~2 m.
- ⁶ Útfang flóða reitiræð út með samræðni á landhæð og andargættum vörðum⁶. ArcGIS⁶ landlínur⁶. Útfang kortlagningar er ~2 m.
- ⁷ Mæli af sérfræðingum VI 26–28. apríl og 27.–28. ágúst 2016.
- ⁸ Myndir birtar af sérfræðingum VI 2–3. október 2015.
- ⁹ ArcGIS⁹ landlínur er byggð á gervilingamyndun frá DigitalGlobe, Inc. og fjármagn af NSF styrkjum n. 1043881, 1599691 og 1542736.



Mælikvæði m.v. A3 úpprentun	12.000
Vörð	Lantmælingarmyndir
Vörð	1980/3
Örnfró	IMI 2014
Löfmynd	Löfmyndir ehf.
Þráttur	Emmanuel Pagnoux, Bogi Brynjur Björnsson og Tinnu Þráttur (2017)
Flóðhæð	Flóðhæð mæld 2015 útfærð og flóðhæð eftir þjóðveg 1 (Dyngjur) Norð 12.000. Flóðhæðir Veðurstofa Íslands.



Kort 12. Útbreiðsla og flóðhæðir við Þjóðveg 1 (Dyngjur). Loftmynd: Loftmyndir ehf.

5 Þakkir

Höfundar þakka sérstaklega Tinnu Þórarinsdóttur og Sigríði S. Gylfadóttur fyrir aðstoð þeirra í vettvangsmælingum. Tómasi Jóhannessyni, Snorra Zóphóníassyni og Oddi Sigurðssyni eru færðar þakkir fyrir áhugaverðar umræður og ábendingar.

Vinnan er hluti af verkefninu um hættumat varðandi jökulhlaup í Skaftá sem styrkt er af Ofanflóðasjóði. ArcticDEM yfirborðslíkan sem notað var í reikningunum er byggt á gervitunglamyndum frá *DigitalGlobe, Inc.* og fjármagnað af styrkjum nr. 1043681, 1559691, og 1542736 frá *National Science Foundation* í Bandaríkjunum.

Flóðamyndir daganna 2.–3. október 2015 eru teknar af Oddi Sigurðssyni, Benedikt G. Ófeigssyni, Þorsteini Þorsteinssyni, Matthew J. Roberts og Emmanuel Pagneux.

6 Heimildir

6.1 Fræðirit

Jenks, G.F. (1967). The data model concept in statistical mapping. *International Yearbook of Cartography*, 7(1), 186–190.

Emmanuel Pagneux, Matthías Á. Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilson & Matthew J. Roberts (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Hermun flóðasviðsmynda*. Skýrsla VÍ 2018-008. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Esther H. Jensen, Davíð Egilson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóníasson, Snorri Páll Snorrason, Ingibjörg Jónsdóttir, Ragnar H. Þrastarson, Oddur Sigurðsson & Matthew J. Roberts (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Mat á setflutningi með sögulegu yfirliti*. Skýrsla VÍ 2018-005. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Esther H. Jensen, Davíð Egilson, Svava B. Þorláksdóttir, Ingibjörg Jónsdóttir, Snorri Zóphóníasson, Matthías Á. Jónsson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson & Matthew J. Roberts (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Set í hlaupi haustið 2015*. Skýrsla VÍ 2018-006. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Matthías Ásgeir Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilson, Tómas Jóhannesson & Matthew J. Roberts (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Kvörðun straumfræðilíkans*. Skýrsla VÍ 2018-007. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Pagneux, E. & Snorrason, Á. (2012). High-accuracy mapping of inundations induced by ice-jams: a case-study from Iceland. *Hydrology Research*, 43(4), 412–421, DOI: 10.2166/nh.2012.114

Polar Geospatial Center (2016). *ArcticDEM Documentation and User Guidance*. Saint Paul, Minnesota: Polar Geospatial Center, University of Minnesota.

Snorri Zóphóníasson (2015). *Vatnafar í Eldhrauni. Náttúrulegar breytingar og áhrif veitumannvirkja*. Skýrsla VÍ 2015-003. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

6.2 Gagnasett og fréttir af vefmiðlun

Landmælingar Íslands (2011). Ný geoíða fyrir Ísland [Fréttir]. Sótt 24.07.2017 á lmi.is: <http://www.lmi.is/um-landmaelingar/landshaedakerfi-temp/ny-geoida-fyrir-island/>

Landmælingar Íslands og Vegagerðin (2017). Landmælingarpunktar mældir á vegi með hnitum og hæð frá 1998 til 2011 [Gagnasett].

6.3 Kort

- Kort 1 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Sigríður Sif Gylfadóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Sveinstind*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_sveinstindur_10K.pdf
- Kort 2 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Sigríður Sif Gylfadóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Kamba*. Kort 1:4000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_kambar_4K.pdf
- Kort 3 Emmanuel Pagneux (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla flóðs við Kambagíga*. Kort 1:4000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_U_kambagigar_4K.pdf
- Kort 4 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Sigríður Sif Gylfadóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Hólaskjól*. Kort 1:1000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_holaskjol_1K.pdf
- Kort 5 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Skaftárdalsbrýr*. Kort 1:2000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_skaftardalsbryr_2K.pdf
- Kort 6 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Svínadal*. Kort 1:4000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_svinadalur_4K.pdf
- Kort 7 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Eldvatn (Grófararlón)*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_grofararlön_10K.pdf
- Kort 8 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Ytri-Ása*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_ytri-asar_10K.pdf

- Kort 9 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Flögulón*. Kort 1:20.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_flogulon_20K.pdf
- Kort 10 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Flögulón*. Kort 1:10.000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_flogulon_10K.pdf
- Kort 11 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Skál*. Kort 1:1000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: http://www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_skal_1K.pdf
- Kort 12 Emmanuel Pagneux, Bogi Brynjar Björnsson & Tinna Þórarinsdóttir (2017). *Skaftárhlaup haustið 2015: Útbreiðsla og flóðhæð við Þjóðveg 1 (Dyngjur)*. Kort 1:2000. Reykjavík: Veðurstofa Íslands. Sótt á: www.vedur.is/gogn/vefgogn/jokulhlaup/haettumat/skaftarhlaup/flodakort/skaftarhlaup_2015/SKFT_2015.10_UH_dyngjur_2K.pdf

Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins 2015

Veðurstofa Íslands
Bústaðavegi 7–9
108 Reykjavík
www.vedur.is
Sími: 522 6000

Forsíðumynd: Hlaup haustið 2015 við jaðar Skaftárjökuls
© Þorsteinn Þorsteinsson