

Jökulhlaup á Íslandi tengd eldvirkni og jarðhita

lærdómur sögunnar, framtíðarhorfur og hættumat innan verkefnisins GOSVÁ



Magnús Tumi Guðmundsson¹, Matthew Roberts², Tinna Þórarinsdóttir², Jón Elvar Vallevik², Bergur Einarsson², Þórdís Högnadóttir¹, Sigrún Karlsdóttir²

1: Jarðvísindastofnun Háskólans, Háskóla Íslands; 2: Veðurstofu Íslands

Jökulhlaup á Íslandi tengd eldvirkni og jarðhita

- Alengasta gerð náttúruvár sem tengist eldvirkni
- Ísland í nokkrum sérflokki – hér þekja jöklar 10% landsins og mörg af virkustu eldfjöllunum

- Gerðir hlaupa
- Hnattrænt samhengi
- GOSVÁ – hættumat vegna eldgosavár
- Hlaup á Íslandi sem valdið hafa tjóni og búsifjum síðustu 30 árin
- Loftslagsbreytingar – áhrif á jökulhlaup - framtíðin

GOSVÁ: Samstarfsverkefni um mat á eldgosavá fjöldi skýrslna og verkefna unnin á síðustu 10 árum, helstu þátttakendur: **Veðurstofan, Jarðvísindastofnun Háskólans, Landgræðslan, Vegagerðin, Almannavarnadeild Ríkislögreglustjóra**
Jökulhlaup hafa vegið þyngst í vinnunni hingað til

Volcanogenic floods in Iceland

An assessment of hazards and risks at Öræfajökull and on the Markarfljót outwash plain



Jökulhlaup í Öræfum og Markarfljóti vegna eldgosa undir jökli

Forgreining áhættumats



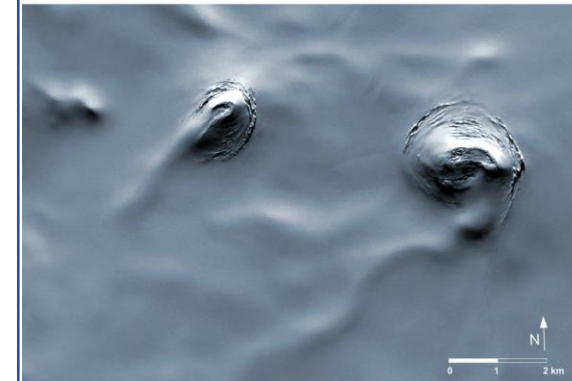
Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Hermun flóðasviðsmynda



Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Skaftárkatlar – saga og þróun 1938–2018



Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015



Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Samantekt



Vatnsflóð – Gjalparhlaupið 1996



Aurflóð – Eyjafjallajökull 2010



Flokkun flóða út frá rúmmáli fastefnis

Gerð	rúmmál fastefnis
Vatnsflóð	<20%
Aurflóð	20-40%
Grjótflóð	>40%

Grjótflóð (lahar) – Mayon eldfjallið 1984



Stærðir jökulhlaupa - flokkun

Flokkur	Stærð	Hámarksrennsli m ³ /s
Smáhlaup	0	<1.000
Lítið hlaup	1	1.000-3.000
Töluvert hlaup	2	3.000-10.000
Mikið hlaup	3	10.000-30.000
Stórhlaup	4	30.000-100.000
Hamfarahlaup	5	100.000-300.000
Hamfarahlaup	6	>300.000

algeng

Stærri Skaftárhlaup

Skeiðarhlaup fyrir 1940-80

Meðalstór Skeiðarhlaup fyrir 1940

Skeiðará 1934, 1938, 1996

Katla 1918

Forsöguleg hlaup í Jökulsá á fjöllum. Mögulega sum Kötluhlaup

Eldgos á Íslandi

Stærðir og endurkomutími

Lítill gos á nokkurra ára fresti

Meðalgos 10 ár

umtalsverð gos 20-50 ár

Stór gos ~250 ár

Stærstu gos: 500-1000 ár

All eruptions - volume erupted (lava and tephra)	
Volume (DRE) km ³	Years
<0.03	5-10
0.03 - 0.1	10
0.1- 0.3	10
0.3 - 1.0	20-40
1-3	~250
3-10	~500
>10	~1000

Explosive eruptions (Volcanic Explosivity Index)	
VEI	Years
1	5-10
2	10-20
3	10
4	30-50
5	100-200
6	~1000
7	no known eruptions

DRE: Dense rock equivalent = total material erupted compacted to the density of solid rock.

VEI: Volcanic Explosivity Index, based on plume height and bulk (total) volume of airborne material (tephra) erupted:

VEI 1 < 0.001 km³ < VEI 2 < 0.01 km³ < VEI 3 < 0.1 km³ < VEI 4 < 1 km³ < VEI 5 < 10 km³ < VEI 6 < 10 km³.

The bulk volume of tephra is often about ~three times the DRE volume, as tephra has high porosity.

(Table modified from Gudmundsson et al. 2008).

Úr grein í tímariti Spænsku Almannavarnatrygginganna ConsorSeguros 2021

Eldgos á Íslandi 1913-2021

Flæðigos

21

Sprengigos

9

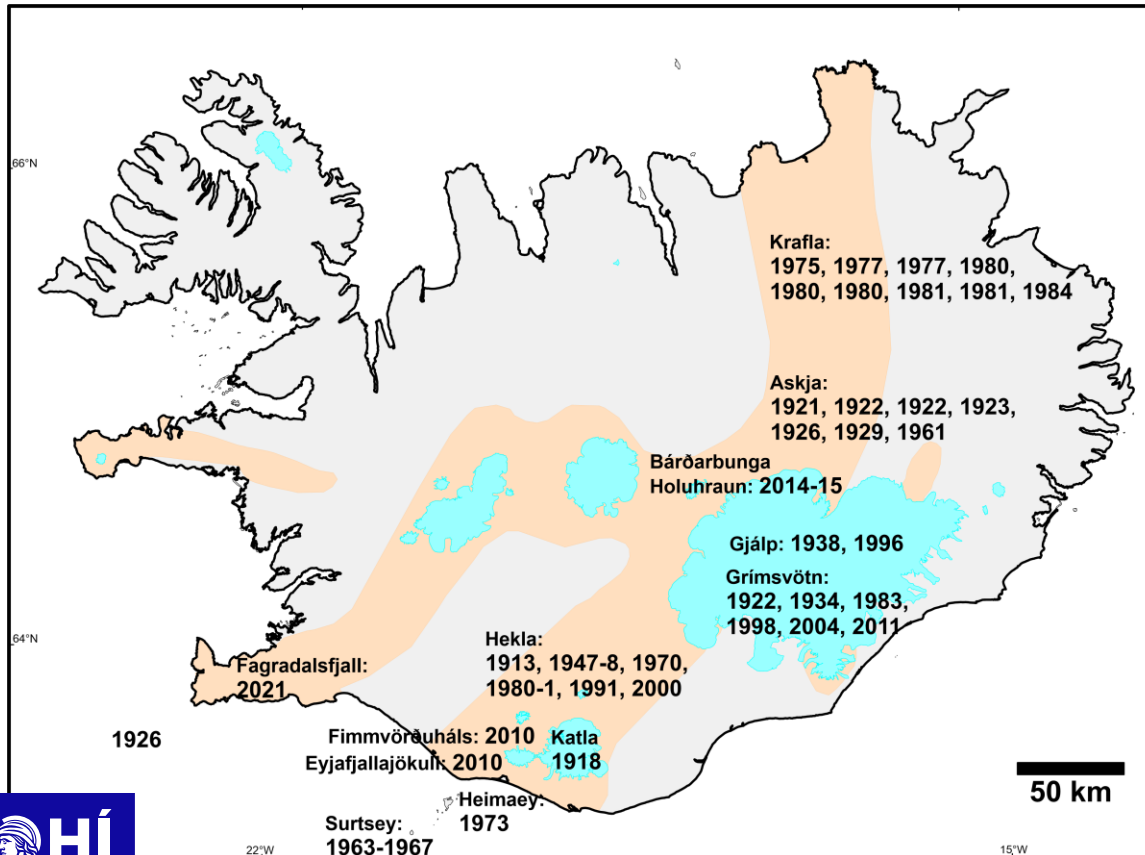
Blandað (flæði/sprengigos)

6

Gos undir jökli

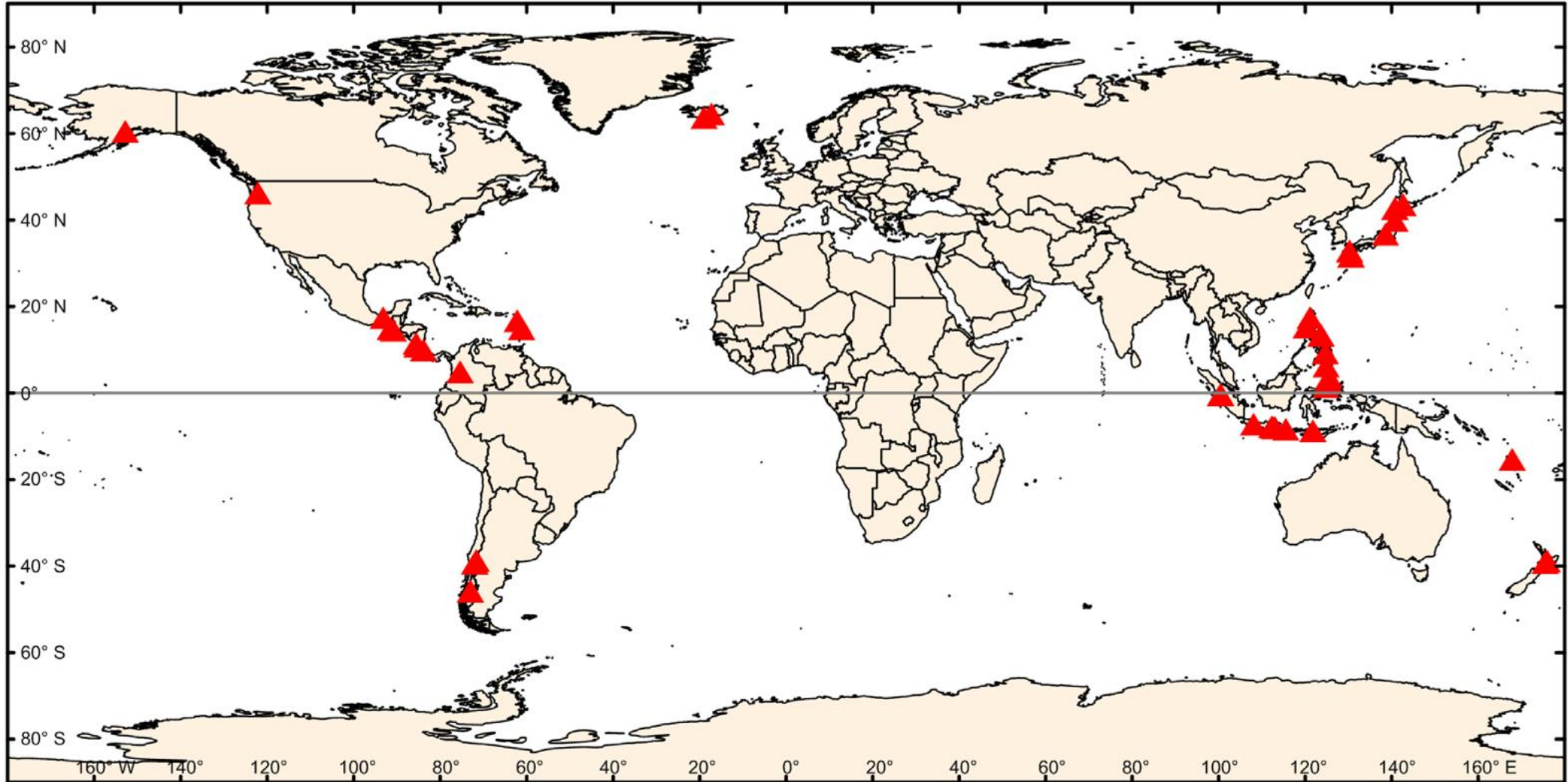
2

	effusive
	explosive
	mixed
	subglacial



Volcano	year	Lava area (km ²)	Volume tephra (km ³)	Volume subglacial (km ³)	Volume submarine (km ³)	Volume lava (km ³)	DRE (km ³)	VEI
Hekla, Mundafell	1913	10	0.000			0.060	0.060	1
Katla	1918		0.950	0.700		0.000	0.790	4
Askja	1921	0.2	0.000			0.001	0.001	1
Askja	1922	0.2	0.000			0.001	0.001	1
Askja	1922	2.2	0.000			0.010	0.010	1
Grímsvötn	1922		0.100	0.010		0.000	0.050	3
Askja	1923	0.2	0.000			0.001	0.001	1
Askja	1926	0	0.050			0.000	0.020	2
Askja	1929	25	0.000			0.130	0.120	1
Grímsvötn	1934		0.080	0.010		0.000	0.040	3
Gjálp	1938		0.000	0.500		0.000	0.300	subglacial
Hekla 1947-1948	1947		0.210			0.631	0.680	4
Askja	1961	11	0.004			0.090	0.090	2
Surtsey 1963-1967	1963		0.200		0.700	0.500	0.960	3
Hekla	1970	18.5	0.070			0.211	0.230	3
Heimaey	1973		0.010			0.250	0.240	2
Krafla, desember	1975		0.000			0.000	0.000	1
Krafla, apríl	1977		0.000			0.001	0.001	1
Krafla, sept.	1977		0.000			0.002	0.001	1
Krafla, mars	1980		0.000			0.003	0.002	1
Krafla, júlí	1980	6	0.000			0.025	0.024	1
Krafla, október	1980	11.5	0.000			0.035	0.030	1
Hekla 1980-1981	1980	24	0.060			0.170	0.190	3
Krafla, janúar-febrúar	1981	6.3	0.000			0.032	0.030	1
Krafla, nóvember	1981	17	0.000			0.050	0.050	1
Grímsvötn	1983		0.005	0.010		0.000	0.008	2
Krafla, sept.	1984	24	0.000			0.135	0.130	1
Hekla	1991	23	0.010			0.240	0.230	3
Gjálp	1996		0.010	0.800		0.000	0.500	2
Grímsvötn	1998		0.040	0.052		0.000	0.050	3
Hekla	2000	12	0.010	0.000		0.095	0.090	3
Grímsvötn	2004		0.027	0.028		0.000	0.030	3
Fimmvörðuháls	2010	1.3	0.000	0.000		0.020	0.020	1
Eyjafjallajökull	2010	0.6	0.270	0.010		0.040	0.150	3
Grímsvötn	2011		0.700	0.010		0.000	0.290	4
Holuhraun 2014-2015	2014	84	0.000	0.010		1.440	1.270	1
Fagradalsfjall	2021	4.85	0.00	0.000				

Eldfjöll þar sem hlaup af ýmsu tagi (vatnsflóð/aurflóð/grjótflóð) hafa valdið umtalsverðum skaða á síðustu 120 árum



Gudmundsson (2015), m.a. byggt á Witham (2005)

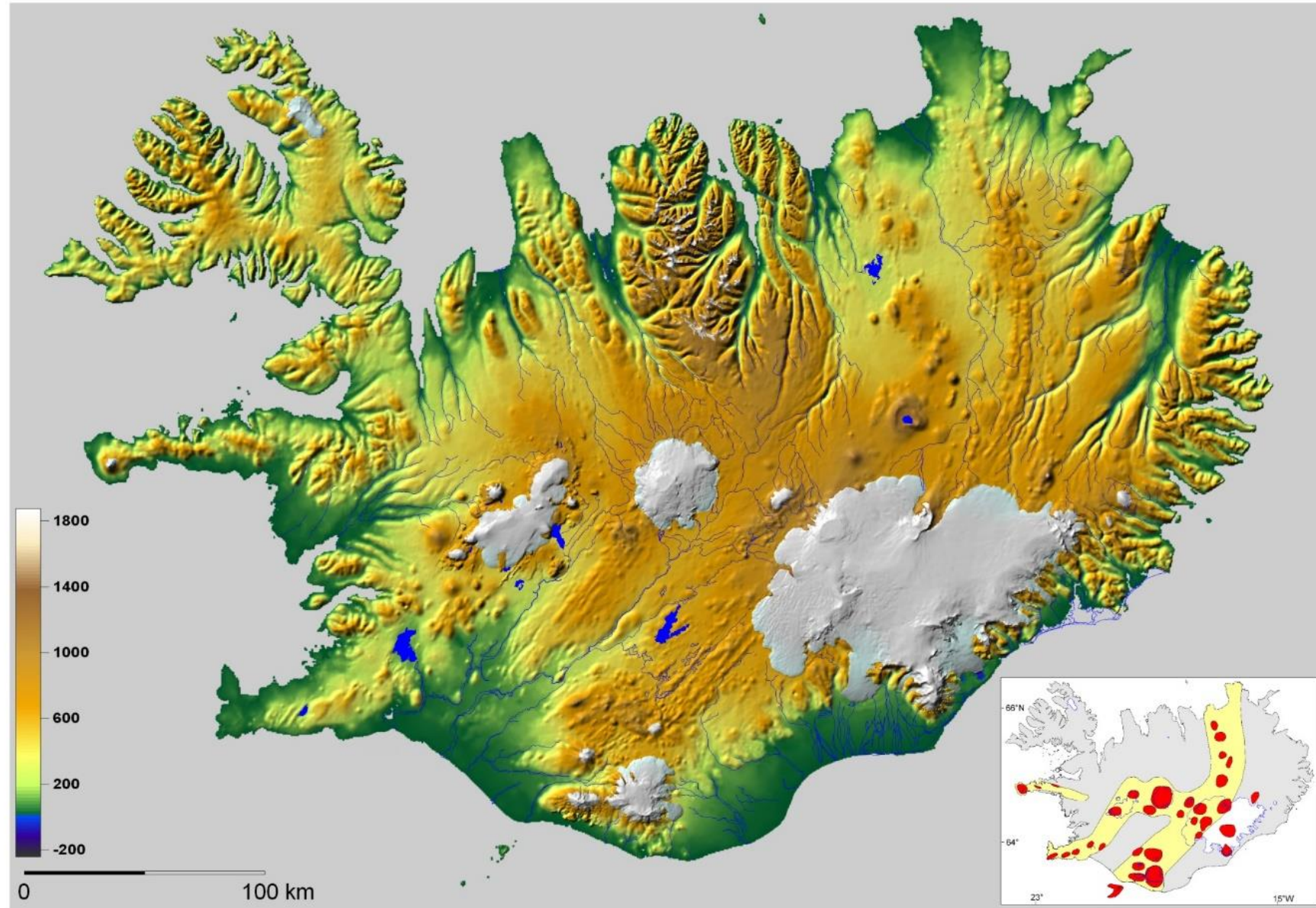
Ísland

Jarðfræði Íslands

- Eldfjöll
- Jöklar
- Mjög virk jarðfræði

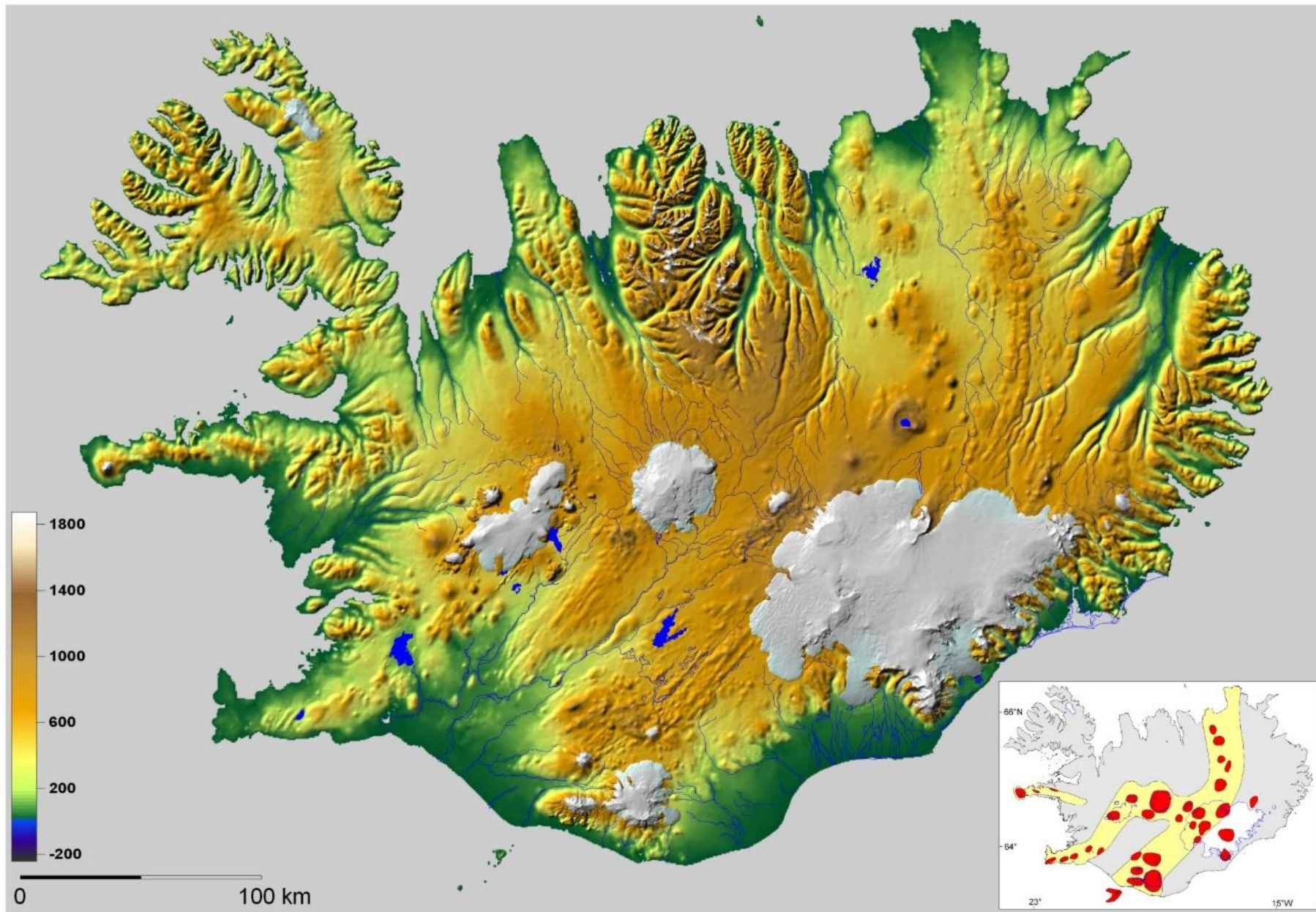
Loftslagsbreytingar:

- Jökulpekja breytileg
- Hlýnun: Bráðnun jökla



Jökulhlaup

Algengasta gerð
náttúruvár sem
tengist eldvirkni og
jarðhita



Jökulhlaup

Skemmdir, tjón á síðustu þremur áratugum:

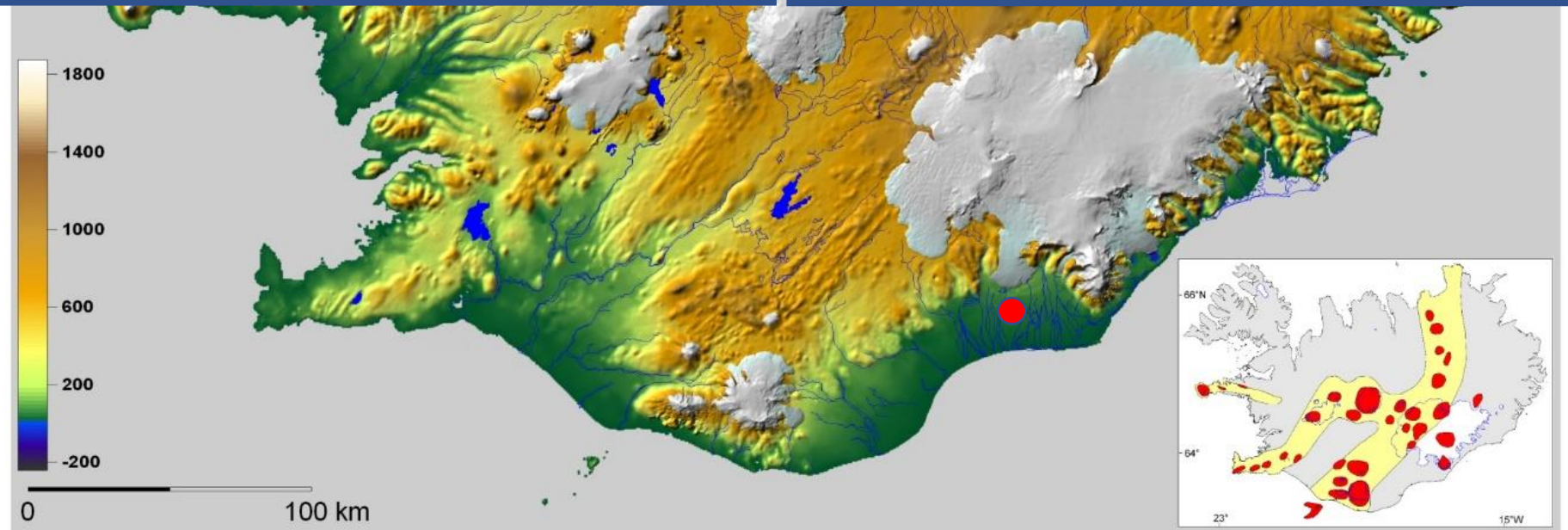
- **Gjálpargos og Grímsvatnahlaup 1996**
- Eyjafjallajökull 2010
- Svaðbælisá 2010
- Múlakvísl 2011
- Kaldakvísl 2011
- Skaftá 2015



Gígjukvísl 5. okt. 1996



Skeiðará 5. okt. 1996



Jökulhlaup

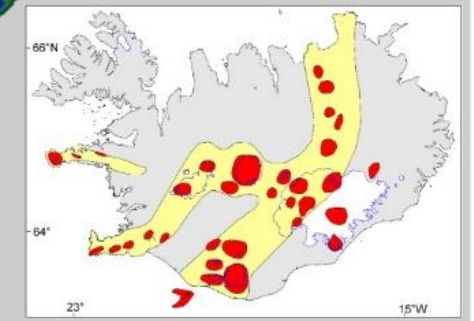
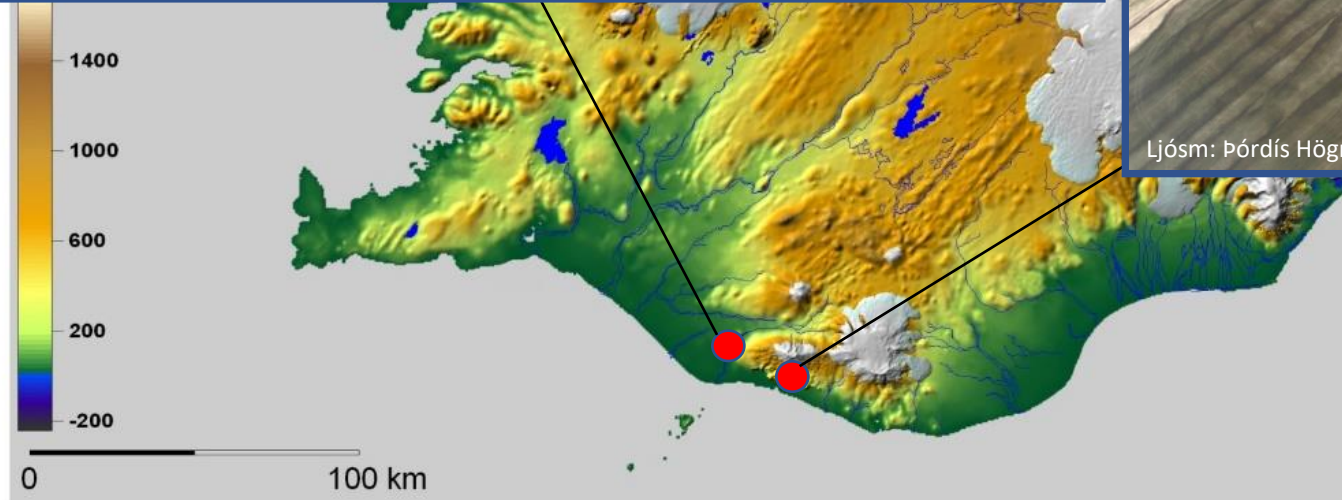
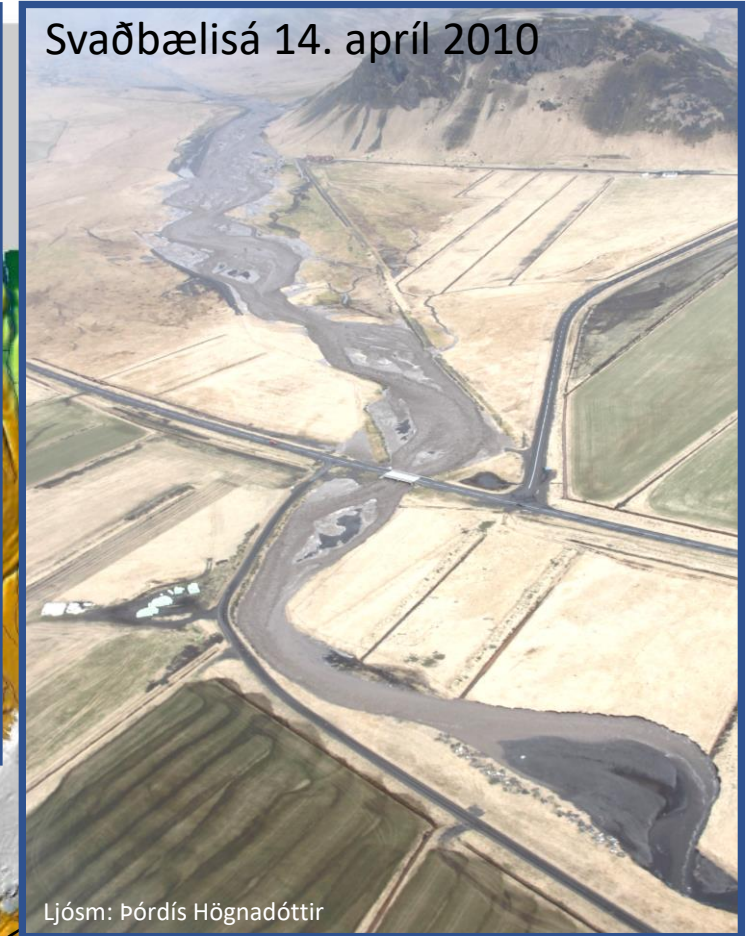
Skemmdir, tjón á síðustu þremur áratugum:

- Gjálpargos 1996
- **Eyjafjallajökull 2010**
- Múlakvísl 2011
- Kaldakvísl 2011
- Skaftá 2015

Markarfljót 14. apríl 2010



Svaðbælisá 14. apríl 2010



Jökulhlaup

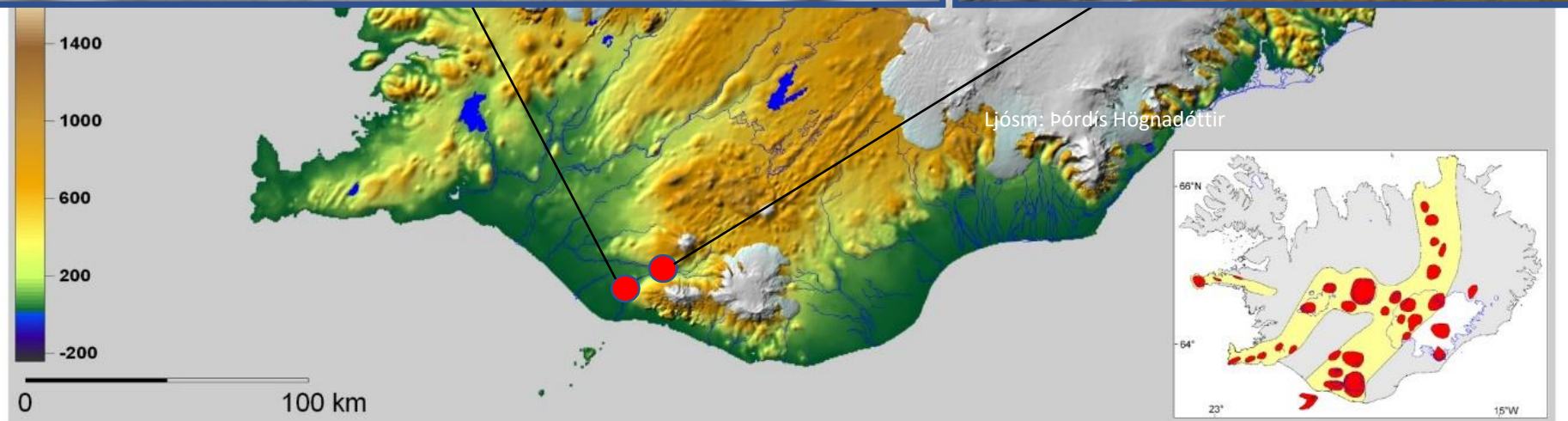
Skemmdir, tjón á síðustu þremur áratugum:

- Gjálpargos 1996
- **Eyjafjallajökull 2010**
- Múlakvísl 2011
- Kaldakvísl 2011
- Skaftá 2015



Markarfljót framan við Gígjökul 15. apríl 2010

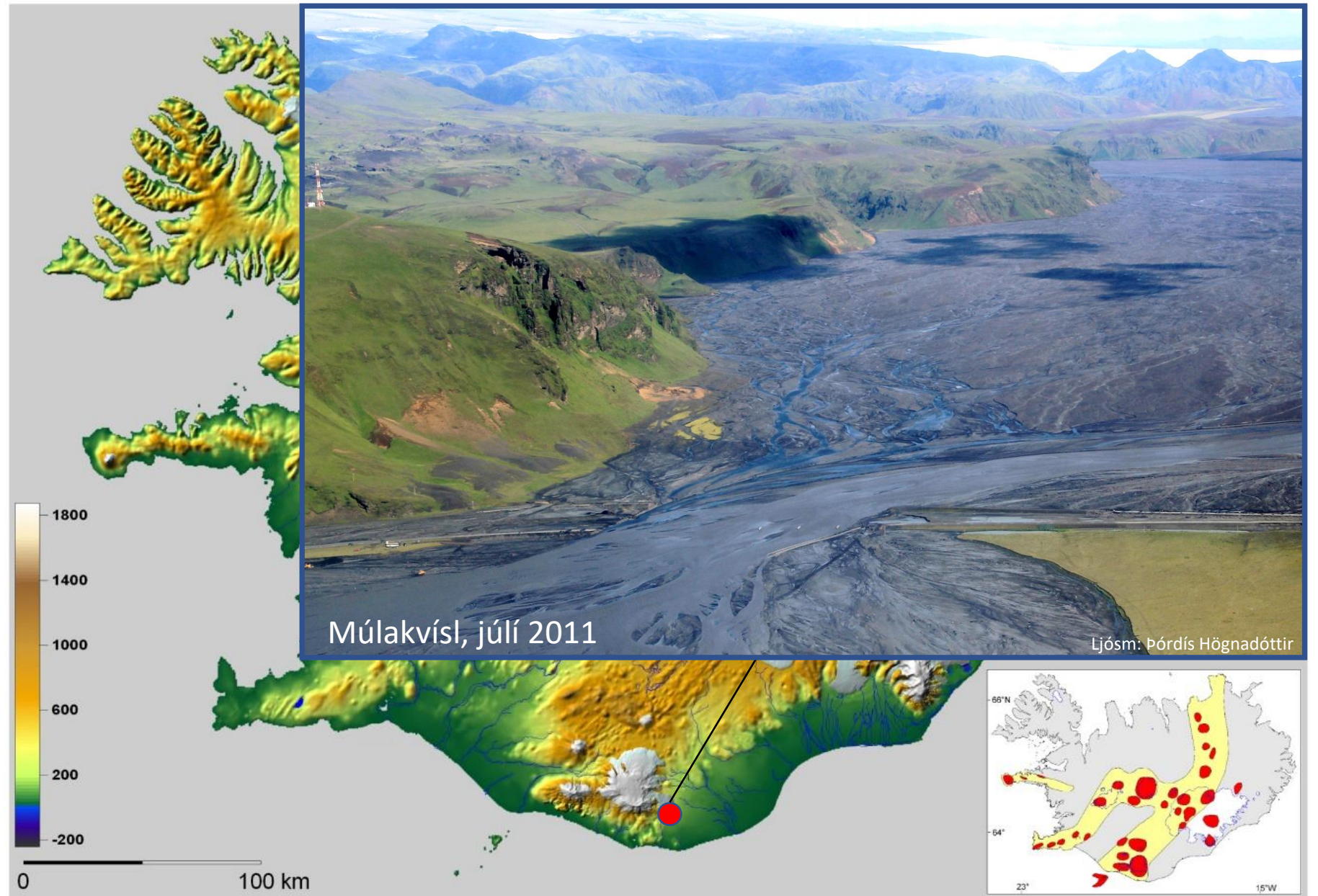
Ljósmyndir: Þórdís Högnadóttir



Jökulhlaup

Skemmdir, tjón á síðustu þremur áratugum:

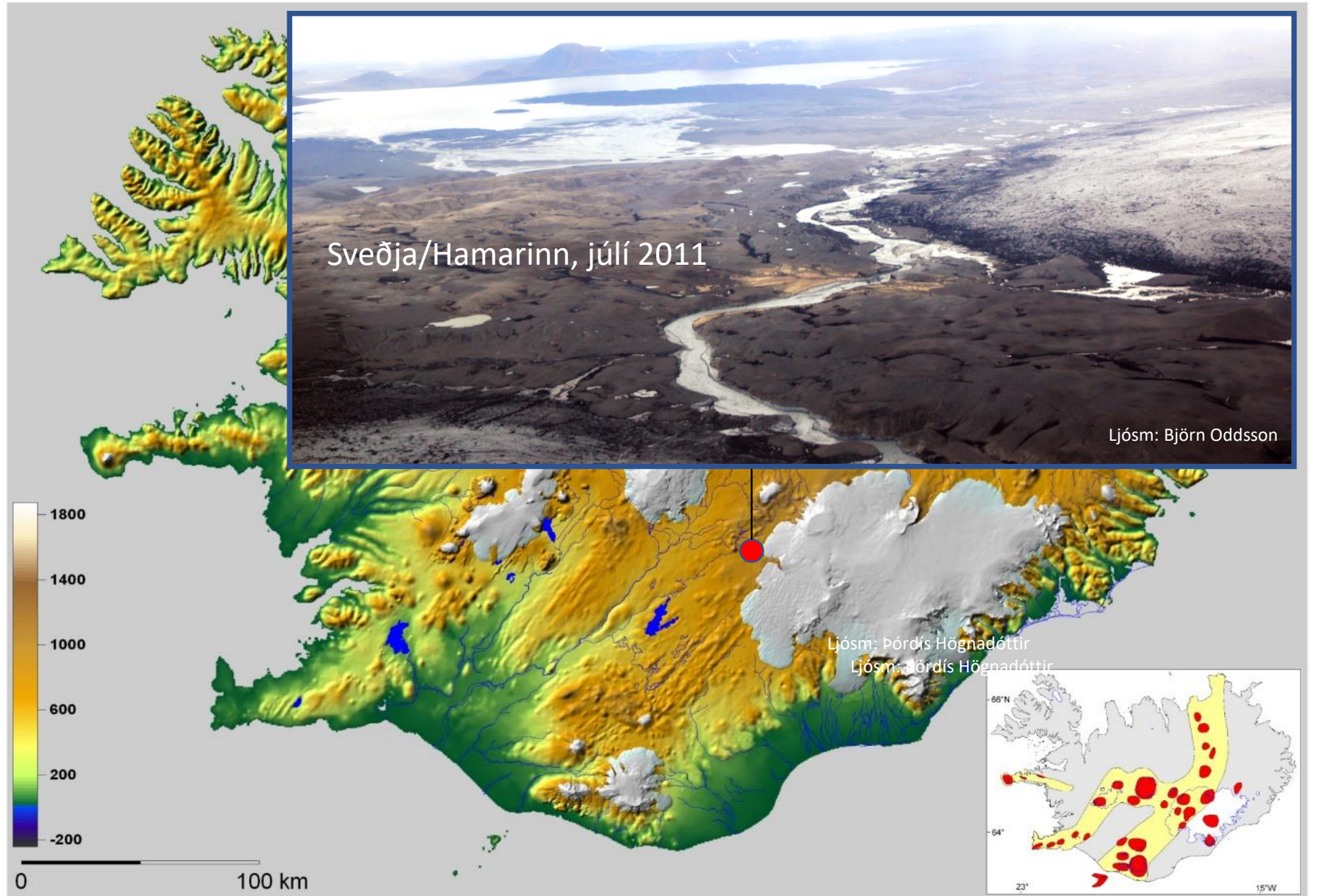
- Gjálpargos 1996
- Eyjafjallajökull 2010
- **Múlakvísl 2011**
- Kaldakvísl 2011
- Skaftá 2015



Jökulhlaup

Skemmdir, tjón á
síðustu þremur
áratugum:

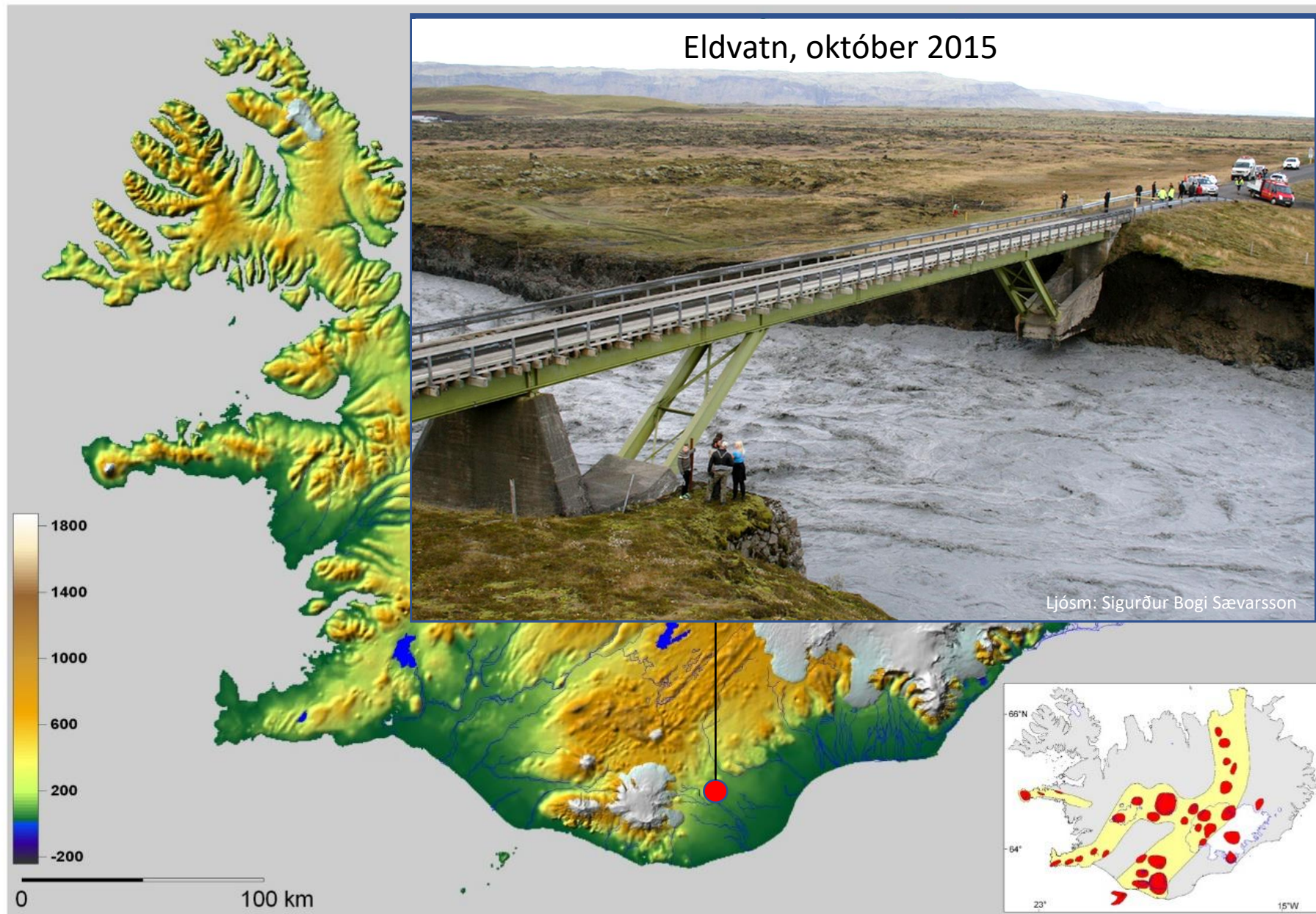
- Gjálpargos 1996
- Eyjafjallajökull 2010
- Múlakvísl 2011
- **Kaldakvísl 2011**
- Skaftá 2015



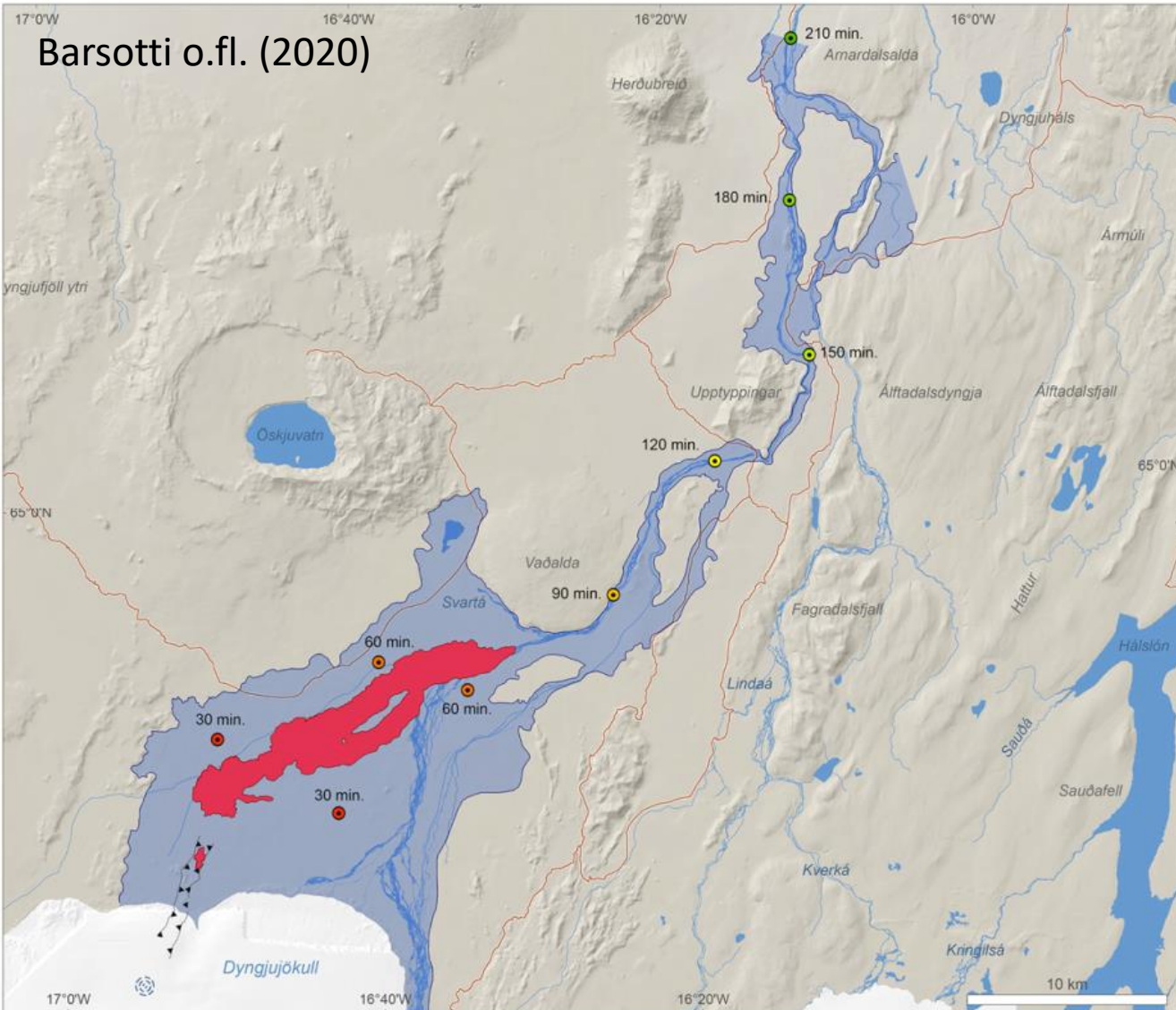
Jökulhlaup

Skemmdir, tjón á síðustu þremur áratugum:

- Gjálpargos 1996
- Eyjafjallajökull 2010
- Múlakvísl 2011
- Kaldakvísl 2011
- **Skaftá 2015**



Holuhraun-Bárðarbunga 2014 – hlaupið sem ekki varð



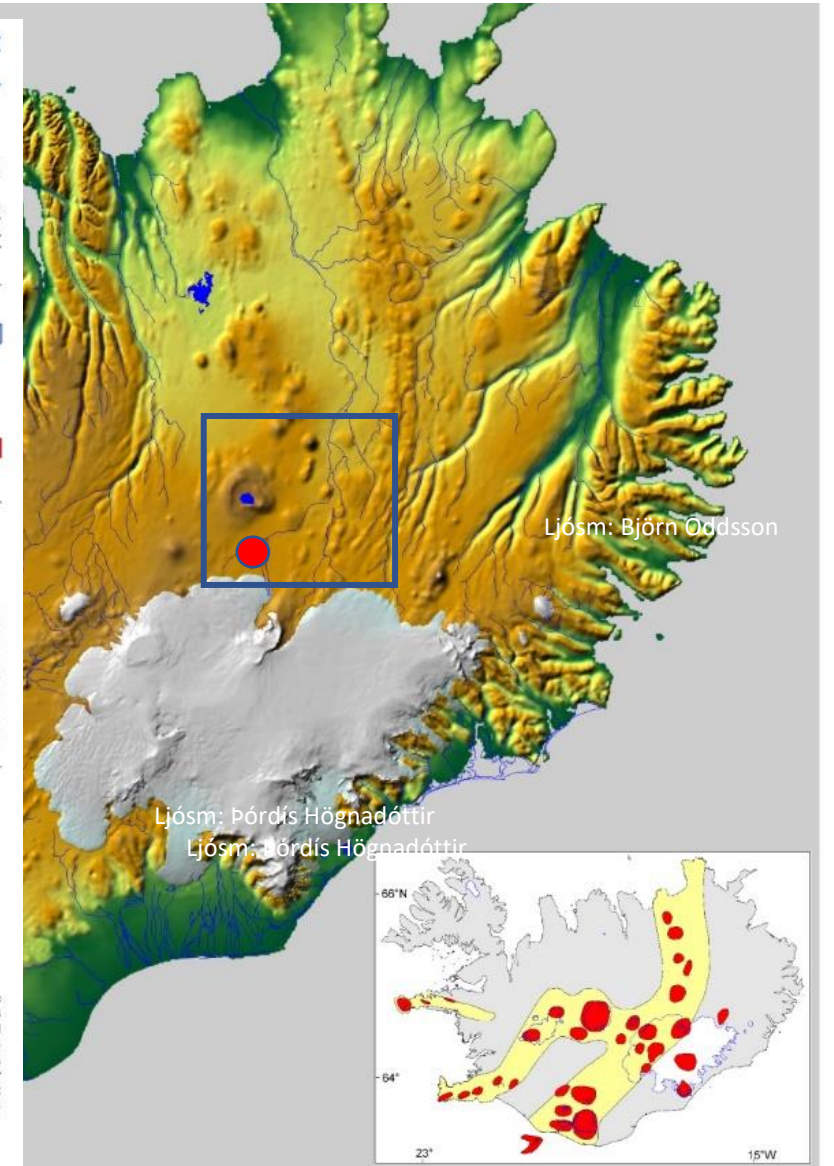
Jökulsá á Fjöllum Preliminary flood risk assessment

- Inundation extent (discharge 25,000 m³/s) *
- Flood travel times **
- Lava field ***
- Subsidence valley
- Subsidence cauldron

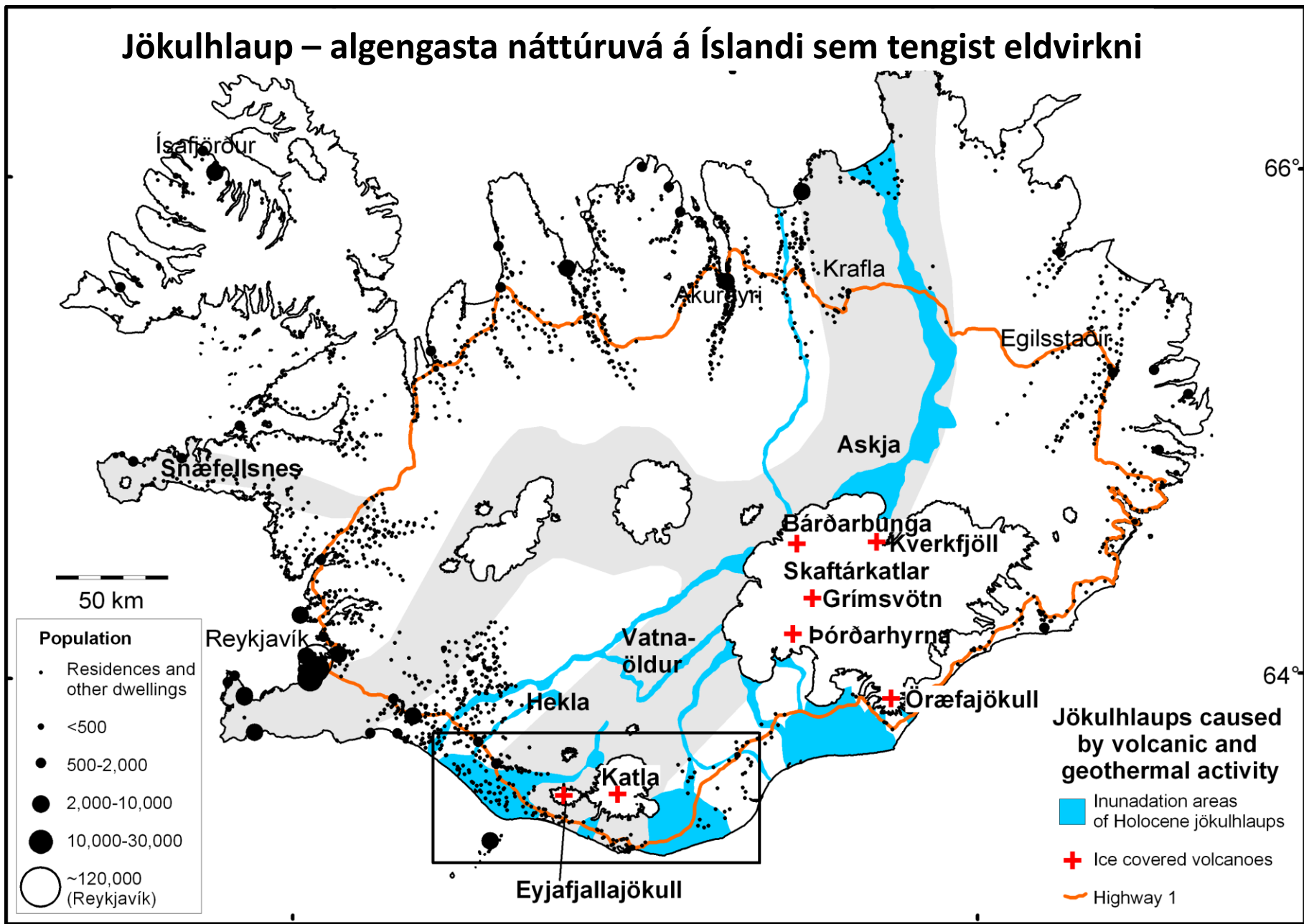
* Manning $n=0.05$
 Lava field as of sept. 20 2014 added to Digital Surface Model
 ** Based on a constant flow-front speed of 5m/s, starting from the glacier margin
 *** TerraSAR-X imagery 20.9. 2014 © AIRBUS Defence & Space



Projection: Lambert conformal conic
 Datum: ISN93
 Base data: Iceland Geosurvey, IMAO, NILSI
 Basemap: Icelandic Met Office 2014
 Flood modelling: Emmanuel Pagneux & Tinna Þórarinsdóttir
 Cartography: Emmanuel Pagneux
 Date: 8.10.2014



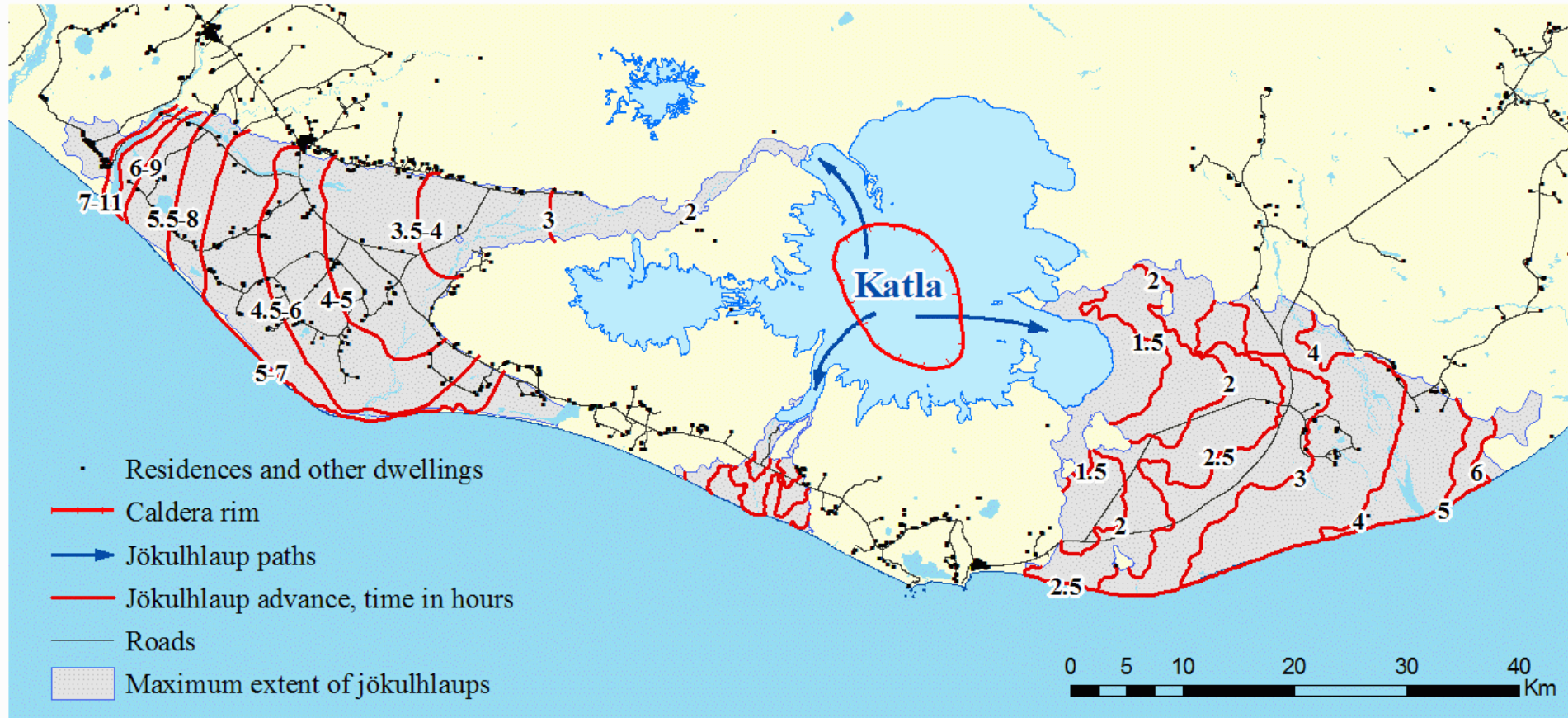
Jökulhlaup – algengasta náttúruvá á Íslandi sem tengist eldvirkni



From: Gudmundsson et al. 2008

Möguleg stórhlaup vegna gosa í Kötlu

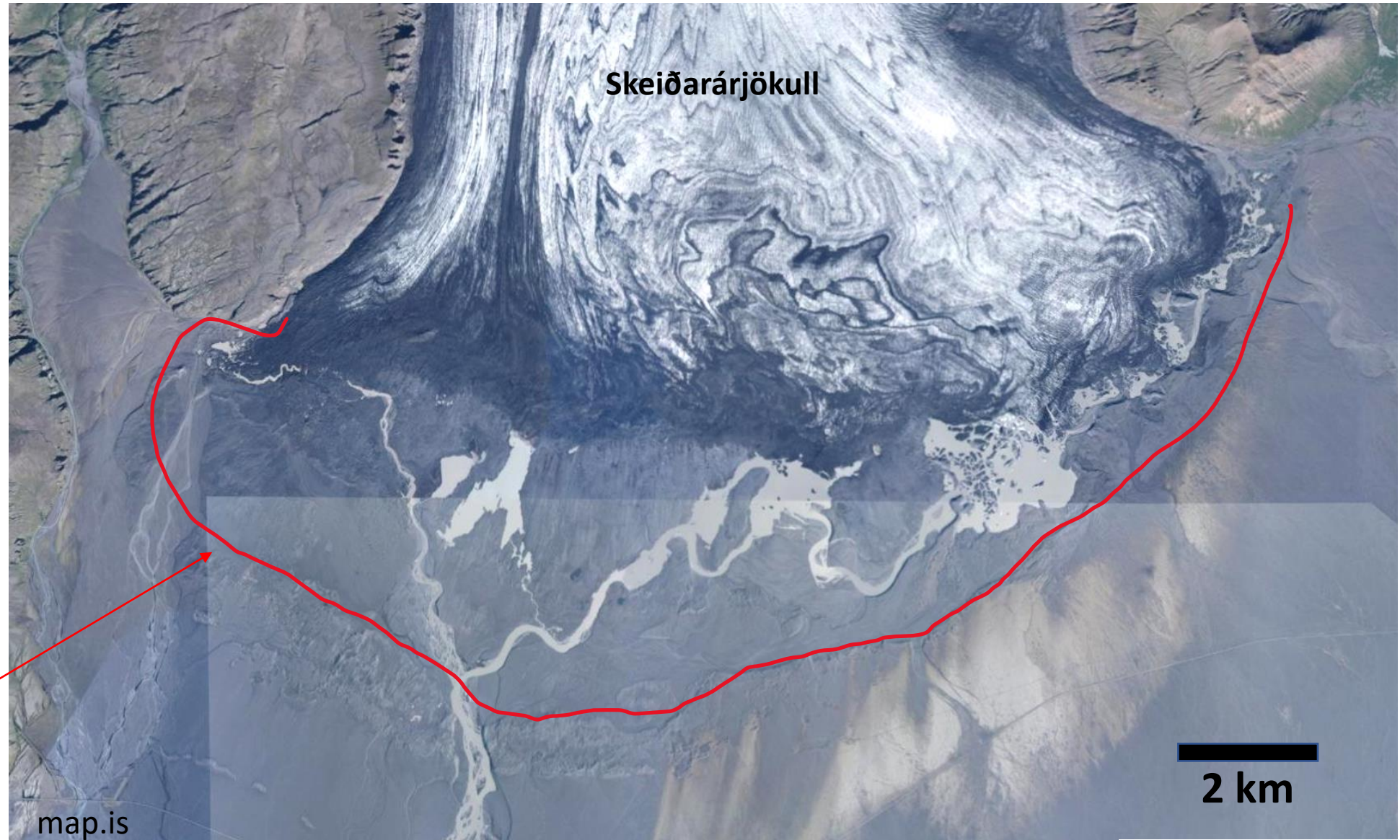
- Austur Mýrdalssand – 20 hlaup síðustu 900 árin
- Niður Sólheimajökul – 2 stórhlaup á 9.-10. öld
- Til vesturs – gæti hafa verið helsta hlaupaleiðin fyrir landnám (Hreinn Haraldsson)



Hlaup úr Eyjafjallajökli – miklu minni en mjög snögg – sbr. gosið 2010

Jökulhlaup á Íslandi – framtíðin

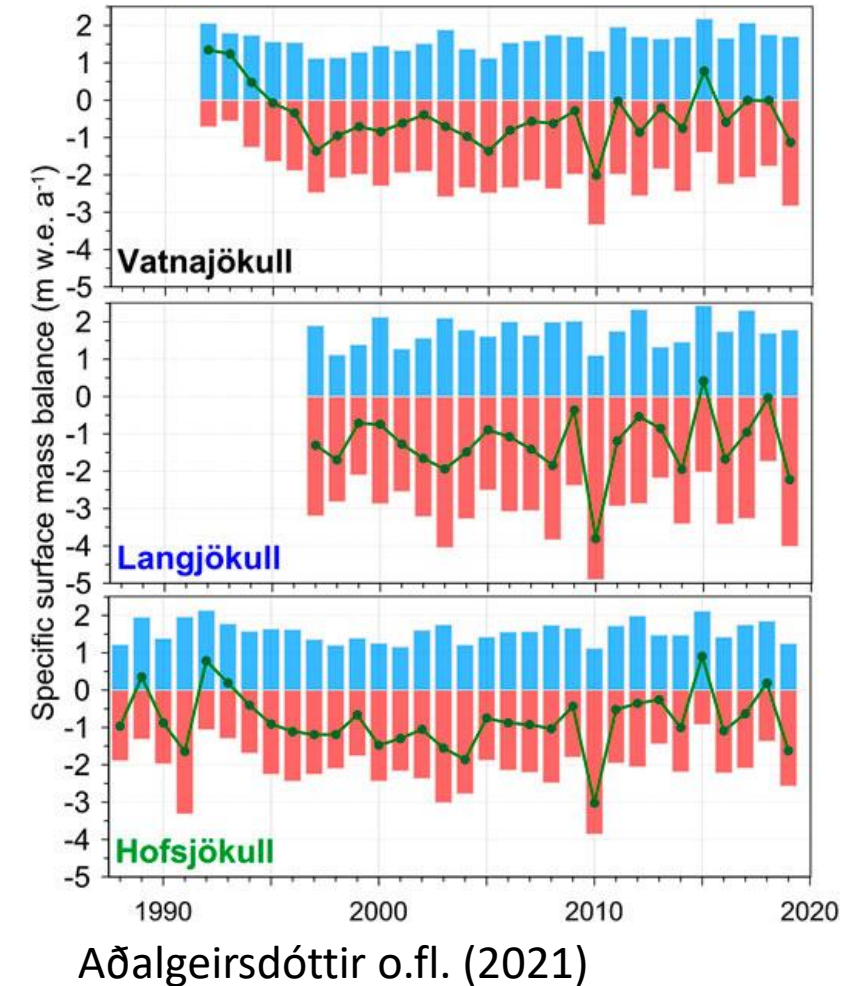
Á síðustu áratugum
oðið miklar breytingar –
m.a. eru Skeiðará og
Súla horfnar. Allt vatn
er nú í Gígjukvísl.



Lega jökulsporðs
Fyrir ~100 árum

Jökulhlaup á Íslandi – framtíðin

- Nú er tímar mikilla loftslagsbreytinga - hlýnun
- Jöklar horfa nú á svipuðum hraða og í lok síðustu ísaldar fyrir ~10 þús. árum
- Verða að mestu horfnir eftir 200 ár
- Framtíð án jökla og jökulhlaupa?



Jökulhlaup á Íslandi – framtíðin

- Nú er tímar mikilla loftslagsbreytinga - hlýnun
- Jöklar horfa nú á svipuðum hraða og í lok síðustu ísaldar fyrir ~10 þús. árum
- Verða að mestu horfnir eftir 200 ár
- Framtíð án jökla og jökulhlaupa?

Næstu 100-200 árin:

- Almennt séð: Minni jöklar – minni jökulhlaup

En málin eru ekki alveg svona einföld:

- Mögulega verður meiri eldvirkni vegna fargléttingar
- Bráðnun í möttlinum getur aukist (gerðist í ísaldarlokin)
- Grunnstæð kvikuhólf geta orðið óstöðug (vísbendingar um þetta í ísaldarlokin)

