



Landsvirkjun

LV-2020-017

Afkomu- og
hraðamælingar á
Langjökli jökulárið
2018-2019

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2020-017

Dags: Apríl 2020

Fjöldi síðna: 27

Upplag: 1

Dreifing:

- Birt á vef LV
- Opin
- Takmörkuð til

Titill: Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2018-2019

Höfundar/fyrirtæki: Finnur Pálsson, Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands

Verkefnisstjóri: Andri Gunnarsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: Jarðvísindastofnun Íslands

Útdráttur: Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2018-2019 var nærri núlli en ekki verulega neikvæð eins og verið hefur frá því mælingar hófust 1996-97, að jökulárinu 2014-15 undanskildu. Afkoman reyndist -0.04 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn), sem er um 1.2 m minni rýrnun en að meðaltali frá upphafi mælinga. Vetrarafkoma 2018-19 mældist 1.68 m sem er um 95% af meðallagi. Sumarrýrnun var einungis um 60 % af rýrnun meðalsumars 1.71 m.

Lykilorð: Jöklar, afkoma, Langjökull

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in blue ink that reads "Andri Gunnarsson".

Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2018-2019

Finnur Pálsson
Andri Gunnarsson
Hlynur Skagfjörð Pálsson
Sveinbjörn Steinþórsson

Jarðvísindastofnun Háskólans
og Landsvirkjun

Janúar 2020
RH-10-20

Efnisyfirlit:

1. Inngangur	1
2. Afkomumælingar	2
3. Samandregnar niðurstöður afkomumælinga	3
4. Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli	6
5. Hraðamælingar	8
6. Lokaorð	11

Viðaukar:

A. Afkoma í mælipunktum jökulárið 2018-2019	12
B. Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2018-2019	13
C. Hnit hraðamælipunkta 2019 og lega yfirborðshæðarsniða	14
D. Mældur láréttur yfirborðsskriðhraði 2019	16
E. Afrennsli leysingar sumarið 2019	17
F. Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2019.	18

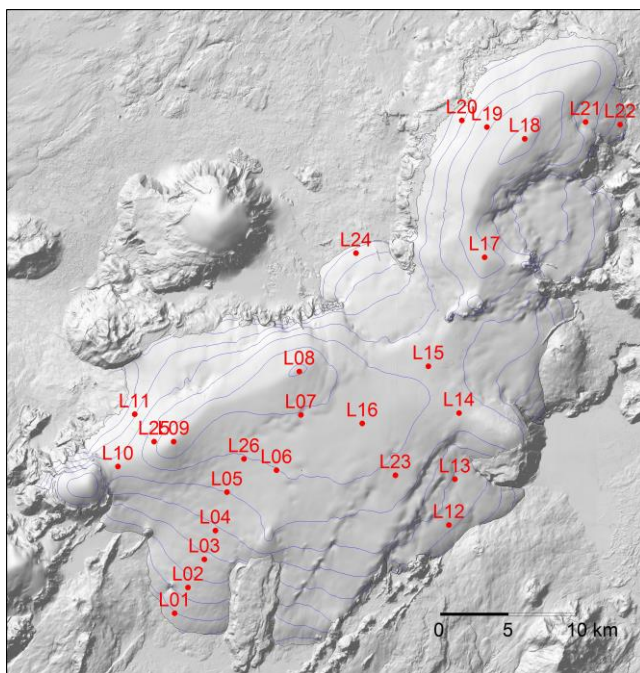
Myndir:

1. mynd.	Legu afkomu- og skriðmælistaða Langjökli 2019.	1
2. mynd.	Vetrar-, sumar- og ársafkoma í mælipunktum.	2
3. mynd.	Afkoma á mælisniðum. A: Frá sporði Vestari Hagafellsjökuls. upp á hábungu suðurhvels Langjökuls. B: Frá sporði upp á hábungu norðurhvels Langjökuls (norðvestur hluti jökulsins).	2
4. mynd.	Kort sem sýna vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2018-2019.	3
5. mynd.	Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2018-2019 og meðalvetrar-afkomu frá 1996-97(rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægri kortið sýnir mismun sumarafkomu 2019 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).	4
6. mynd.	Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2017-2019.	4
7. mynd.	Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrcoma (október - maí) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2018-2019. Heildregnu línurnar eru 11 ára vegin (þríhyrningur) keðjumeðaltöl. (Veðurgögn frá Veðurstofu Íslands)	4
8. mynd.	Flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð, 2018-2019.	5
9. mynd.	Samhengi ársafkomu og: a. vetrarafkomu, b. sumarafkomu, c. hæð jafnvægislínu, d. hlutfalls safnsvæðis af heildarflatarmáli (AAR).	5
10. mynd.	Helstu vatnasvið og vatnaskil á Langjökli.	6
11. mynd.	Meðaltal ársafrennslis leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2019. a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn.	7
12. mynd.	Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari (yfirborð 1997, punktar sýna yfir-borðshæð 2019) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2019 og 3 skipti veturinn 2018-19. Vel sést að sumarhraði 2017, 2018 og 2019 er aukinn, nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratuginn á undan, nú er væntanlega framhlaup í aðsigi.	8
13. mynd.	Meðaltal láréttis yfirborðsskriðhraða sumarið 2019.	9
14. mynd.	Færslur í vestur-austur, suður-norður og lóðrétt á mælistað L05 (efri mynd)mælt með landmælinga GPS (eftirá leiðrétt), og L04 (neðri mynd) mæld með L1 GPS tæki frá lokum apríl til fyrstu viku október 2019.	10
Tafla I.:	Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli til helstu vatnasviða.	7

1. Inngangur.

Á árinu 2019 vann jöklahópur Jarðvísindastofnunar að afkomumælingum á Langjökli í samvinnu við Landsvirkjun. Dagana 24. til 25. apríl var vetrarafkoma mæld á 25 stöðum á jöklinum og komið fyrir stikum eða vírum til að mæla sumarleysingu. Einnig var sett upp sjálfvirk veðurstöð við mælistað L05 á vestari Hagafellsjökli til rekstar um sumarið. Þá var landmælinga GPS tæki sett upp í L05 til að meta hreyfingu þar auk L1-GPS-tækis í L04.

Á 1. mynd sést lega afkomumælistaða, sem dreift er þannig að sem best mynd fáiast af breytileika afkomu frá austri til vesturs og á suður og norðurhvelum jökulsins. Meðalísskrið sumars var mælt með „Kinematic“ GPS í öllum afkomumælinga punktunum, auk þess sem yfirborðshæðarsniðum var safnað með „Kinematic“ GPS mælingum bæði vor og haust í akstursleiðum milli mælipunkta. Að vormælingum unnu Andri Gunnarsson (LV), Sveinbjörn Steinþórsson (JH) og Hlynur Skagfjörð Pálsson (HSSR). Farartæki voru snjóbjóll HSSR og vélsleði LV. Haustmælingarnar voru unnar 13.-14. nóvember á snjóbjóll HSSR, lengi beðið eftir að leysing hætti og nægur snjór safnaðist á jökulinn til að hann væri þægilegur yfirferðar. Á öllu hjarnsvæði jökulsins var óvenju mikið af skít í yfirborði haustvarfa, eins og raunar hafði sést vel á gerfihnattamyndum sumarsins og með berum augum t.d. af línuveginum sunnan jökulsins. Nokkrar plaststikur höfðu lagst niður í nýsnjóinn og sáust ekki, en þær fundust allar með RECCO leitartæki. Leiðangursmenn haustmælinga voru Finnur Pálsson (JH) og Hlynur Skagfjörð Pálsson (HSSR). Finnur Pálsson vann úrvinnslu og túlkun mæligagna auk ritunar skýrslu.



1. mynd. Lega á afkomu- og skriðmælistaða á Langjökli 2019. Í bakgrunni er hæðarkort maí 2015 unnið eftir gögnum úr ArcticDem hæðarlíkanasafni (stærsti hluti frá maí 2015) og GPS yfirborðssniðmælingum mánaðarmótin apríl maí 2017. (DEM(s) were created from DigitalGlobe, Inc., imagery and funded under National Science Foundation awards 1043681, 1559691, and 1542736.)

2. Afkomumælingar.

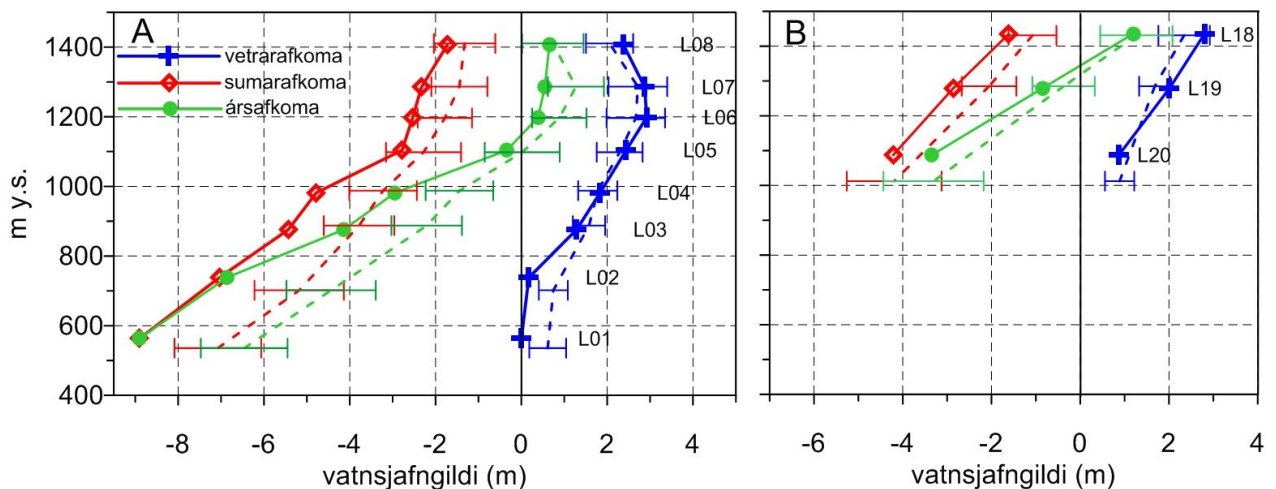
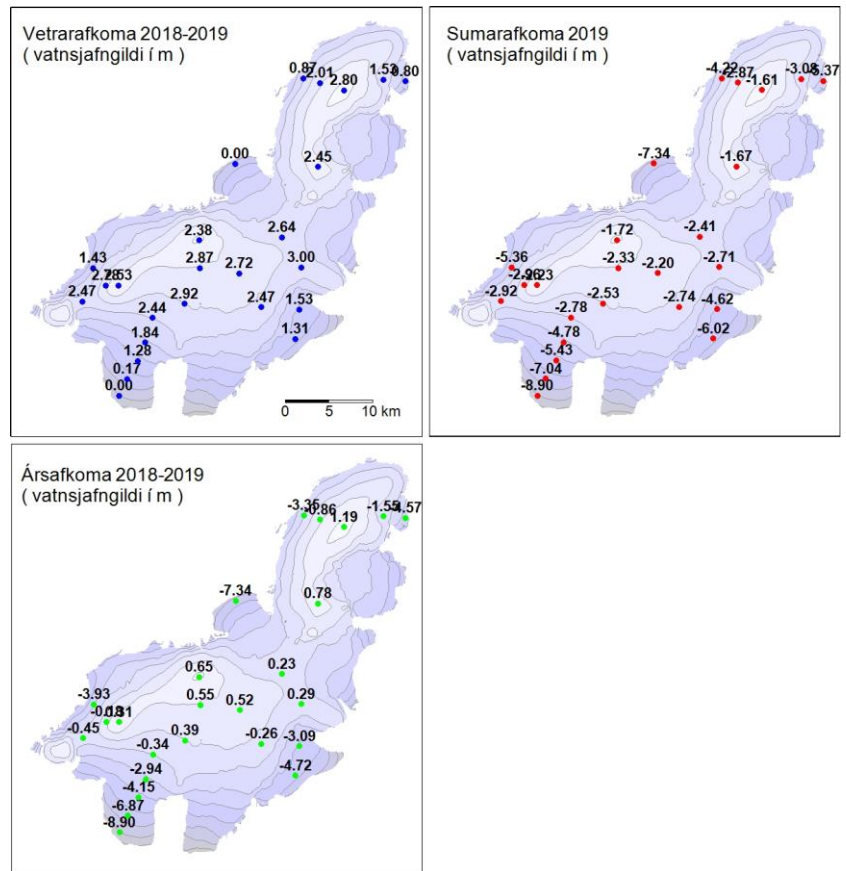
Afkoma var mæld á hefðbundinn hátt. Að vori var tekinn kjarni með rafknúnum kjarnabor gegnum árlagið og eðlismassi snævarins fundinn. Á ákomusvæðum voru settar plaststíkur í kjarnaholurnar en á leysingarsvæðum vírar í holur sem boraðar voru með gufubor. Sumarleysing finnst með mælingu á mismun þess sem upp úr stóð vor og haust og eðlismassa fyrninga.

Niðurstöður afkomumælinga í einstökum mælipunktum eru sýndar á 2. mynd og töflu í viðauka A. Á 3. mynd er sýnd afkoma á sniði frá sporði V-Hagafellsjökuls upp á miðja suðurbungu jökulsins og einnig frá vestursporði norðurhvels Langjökuls upp á hábungu hans. Vetrarafkoma var rétt yfir meðallagi ofan 1000 m, en nær enginn snjór neðan 800 m.

Massatap sumars var með

afbrigðum mikið, sumarið bjart en einkum þurrt og mikill skítur í jökulyfirborðinu allt frá sumarbyrjun. Lítinn vetrarsnjóinn á hálendinu tók snemma upp og ryk barst fljótt uppá jökul í þurri og vindum. Auk þess olli nær enginn vetrarsnjór neðst á jöklinum því að ís kom snemma fram sem enn herti á leysingu. Ársafkoma er nær alls staðar 1 til 2 staðalfrávikum neikvæðari en í meðalári nema allra efst, þar sem hún var nærri því.

2. mynd. Vetrar-, sumar- og ársafkoma í mælipunktum.



3. mynd. Afkoma jökulárið 2018-19 á mælisniðum. A: Frá sporði Vestari Hagafellsjökuls upp á hábungu suðurhvels Langjökuls. B: Frá sporði upp á hábungu norðurhvels Langjökuls (norðvestur hluti jökulsins). Meðaltal mælitímabilsins 1996-97 til 2017-18 er sýnt með brotnum línunum og staðalfrávik mæliraðar í hverjum punkti með láréttum línunum.

3. Samandregnar niðurstöður afkomumælinga.

Eftir mæligildum í afkomumælipunktunum voru gerð stafræn kort til reikninga á rúmmáli afkomu og til að lýsa sumarleysingu á einstökum vatnasviðum. Afkoma Langjökuls 2018-2019 var:

$$B_w = 1,56 \text{ km}^3 \text{ eða } b_w = 1,79 \text{ m}$$

$$B_s = -3,51 \text{ km}^3 \text{ eða } b_s = -4,02 \text{ m}$$

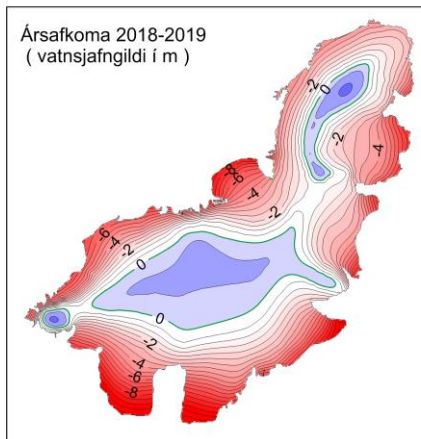
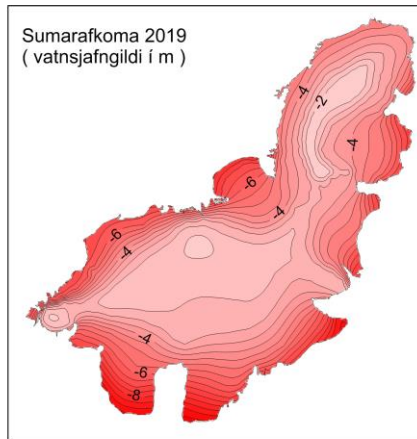
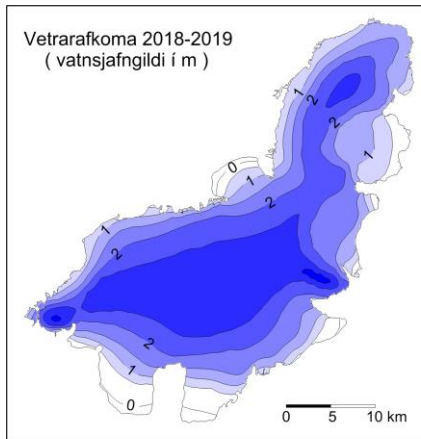
$$B_n = -1,95 \text{ km}^3 \text{ eða } b_n = -2,23 \text{ m}$$

(**B** er heildarrúmmál vatnsgildis, en **b** þykkt vatnsgildis jafndreift yfir jökulinn, w, s og n stendur fyrir vetur, sumar og ár).

Til samanburðar voru gildi fyrri ára:

	b_w (m)	b_s (m)	b_n (m)
1996-97	1,90	-3,20	-1,30
1997-98	1,12	-2,82	-1,70
1998-99	1,50	-2,27	-0,77
1999-00	2,13	-2,88	-0,75
2000-01	1,27	-2,55	-1,28
2001-02	1,57	-3,22	-1,65
2002-03	2,11	-4,05	-1,94
2003-04	1,79	-3,28	-1,49
2004-05	1,62	-2,51	-0,89
2005-06	1,69	-2,97	-1,28
2006-07	1,65	-3,06	-1,41
2007-08	2,00	-3,84	-1,84
2008-09	2,02	-2,39	-0,37
2009-10	1,11	-4,91	-3,80
2010-11	1,75	-2,94	-1,19
2011-12	2,33	-2,87	-0,54
2012-13	1,34	-2,19	-0,85
2013-14	1,46	-3,41	-1,95
2014-15	2,44	-2,03	0,41
2015-16	1,75	-3,42	-1,68
2016-17	2,31	-3,27	-0,96
2017-18	1,68	-1,71	-0,03

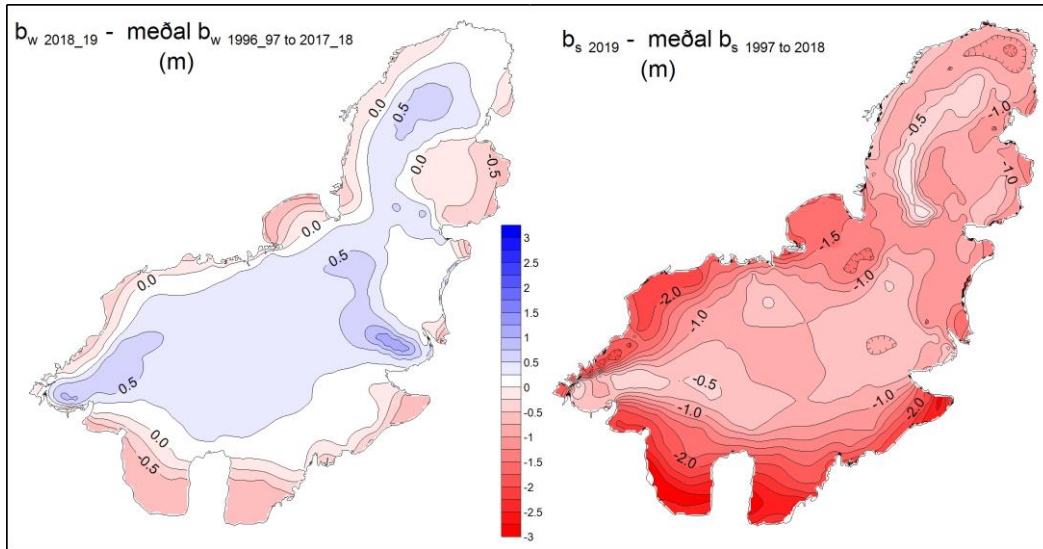
Meðaltal 1,76 -2,99 -1,23



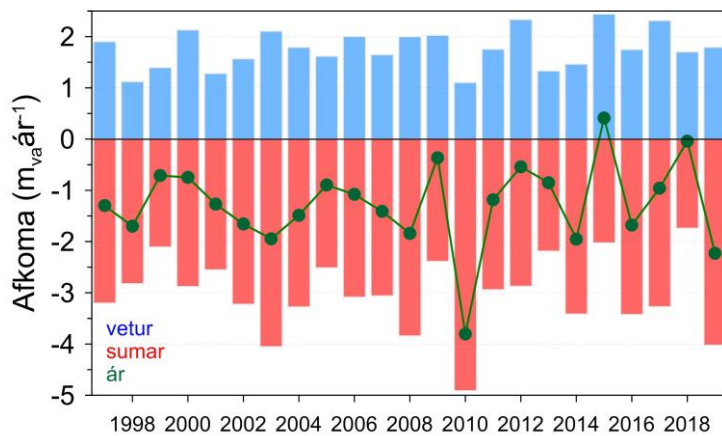
4. mynd. Kort sem sýna dreifingu vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2017-2018.

Vetrarsnjór veturinn 2018-19 á Langjökli var um 2% yfir meðallagi (varla marktækt) (myndir 4, 5 og 6), en dreifing snævar óvanaleg, heldur mikið ofanvert en verulega lítið neðarlega. Fyrri hluti vetrar var votviðrasamur og hlýr, nær engin snjór safnaðist neðan um 1000 m fyrr en eftir miðjan nóvember og allan veturinn nær ekkert neðan 800 m. Á 7. mynd er vetrarafkoma Langjökuls sýnd ásamt vetrarúrkomu á Hveravöllum (mælingar Veðurstofu Íslands). Ekki er einfalt samband milli úrkomu á Hveravöllum og vetrarafkomu Langjökuls (7. mynd); hitastig þegar úrkoma fellur og úrkomuáttir skipta miklu máli. Vetrarúrkoman á Hveravöllum frá 1960 sýnir 10-12 ára sveiflu en snjósöfnun á Langjökli sýnir hneigð uppá við á mælitímanum frá 1996-

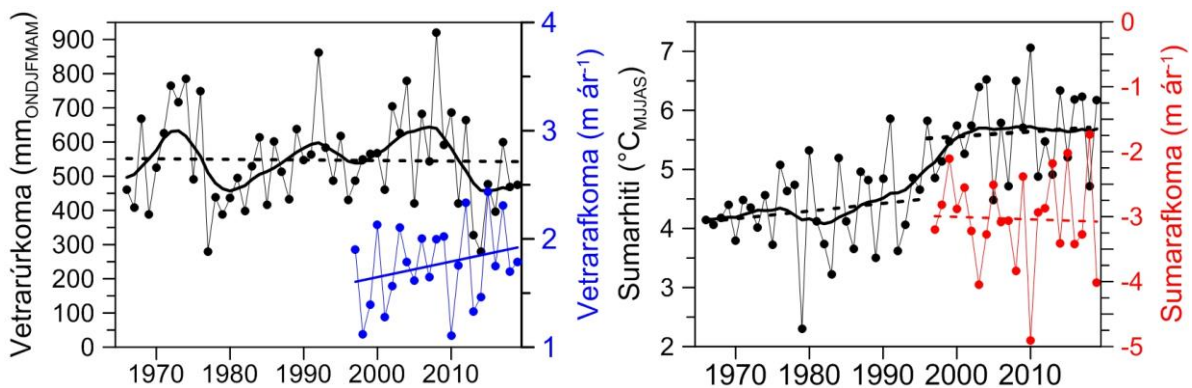
1997.



5. mynd. Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2018-2019 og meðalvetrarafröngu frá 1996-97 (rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægra kortið sýnir mismun sumarafröngu 2019 og meðalsumarafröngu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).



6. mynd. Afröngu jökuláranna 1996_97 til 2018_19.

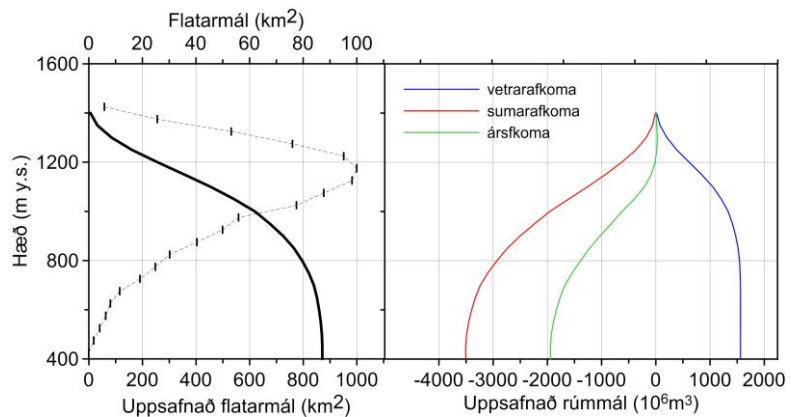


7. mynd. Vetrarúrökoma (október - maí) og sumarhit (maí - september) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2018-2019. Heildregnu línurnar eru 11 ára keðjumeðaltöl (þríhyrnings-vægi) og brotalínur sýna hneigð. Veðurgögn eru frá Veðurstofu Íslands.

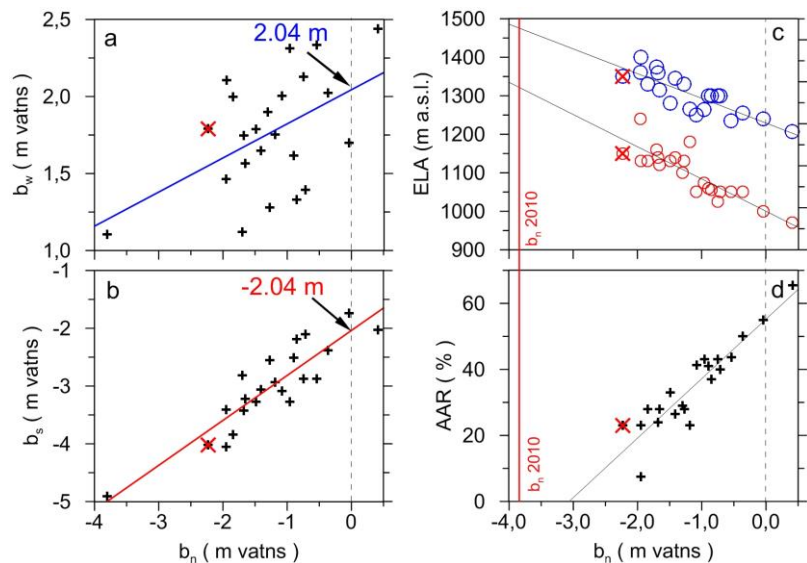
Sumarrýrnun var sú þriðja mesta á mælitímanum, rúmlega 35% umfram meðalag (5. mynd), Einungis sumarið 2010 leysti meira þá vegna ösku frá Eyjafjallajökli snemma vors, og sumarið 2003 var svipað og nú, sumarið bjart en einkum þurr og mikill skítur í yfirborði allt frá sumarbyrjun, en lítinn vetrarsnjóinn á hálandinu tók snemma upp og ryk barst fljótt uppá jökul í þurrki og vindum. Auk þess olli nær enginn vetrarsnjór neðst á jöklinum því að ís kom snemma fram sem enn herti á leysingu. Sólgeislun er ríkjandi orkugjafi sumarleysingar en skýjahula dregur verulega úr henni. Meðalsumarhiti á Hveravöllum (maí – september) 2019 var 6.17 °C, sem er 0.5 °C yfir meðaltali 1997 til 2018 (7. mynd) (mælingar Veðurstofu Íslands). Þó meðalhiti sumars sé þannig ekkert mjög óvanalegur, þarf að taka fram að a.m.k. tvær vikur nærri mánaðarmótum ágúst voru framúrskarandi hlýjar, yfir 20 °C á Kili dag eftir dag, varla skýhnoðri og jökullinn allur verulega skítugur. Á jökulárinu var ársafkoman -2,23 m sem er rúmlega 1 metra (~80%) meiri rýrnun en að meðaltali (-1,23 m) síðan 1996-97.

Á 8. mynd er sýnd flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu 2018-19 með hæð. Flatardreifingar eru unnar eftir yfirborðskorti Langjökuls fyrir vorið 2015; hæðarlíkan var unnið eftir hæðarlíkanum úr ArcticDem hæðarlíkana-safni, (mest frá maí 2015, en einnig hausti 2014 og 2013) og GPS

sniðmælingum mánaðmótin apríl-maí 2015. Á 9. mynd er sýnt samband milli ársafkomu og: a. vetrarafkomu, b. sumarafkomu, c. hæð jafnvægislínu (ELA) og d. hlutfalls safnsvæðis af heildarflatarmáli jökulsins (AAR). Samhengi milli þessara stærða má nálgast með beinni línu eins og sýnt er á myndunum. Þetta samband má nota til að nálgast gildi ársafkomu ef ELA eða AAR er þekkt, t.d. fundið með myndatöku úr lofti eða utan úr geimnum. Við mat bestu beinu línu fyrir ELA og AAR er árinu 2009-2010 sleppt; þá voru engar fyrningar, ELA ofan hæstu staða á jöklinum og flatarmál safnsvæðis 0 km². Þessar einföldu nálganir benda til að AAR væri nærri 56 % (nú 23 %) og hæð jafnvægislínu á sunnanverðum jöklinum um 1000 m (nú 1150 m) ef afkoma Langjökuls væri í jafnvægi miðað við núverandi lögum (ársafkoman væri 0). Af mynd 9 a og b má ráða að til að halda jafnvægi við núverandi lögum jökulsins þyrfti vetrar-



8. mynd. Flatardreifing Langjökuls með hæð (yfirborð 2015) og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð, 2018-2019.



9. mynd. Samhengi ársafkomu og: a. Vetrarafkomu, b. Sumarafkomu, c. Hæð jafnvægislínu (rautt suðurhvel, blátt norðurhvel), d. Hlutfalls safnsvæðis af heildarflatarmáli (AAR). Punktar jökulársins 2018-19 eru á öllum myndunum merktir með x.

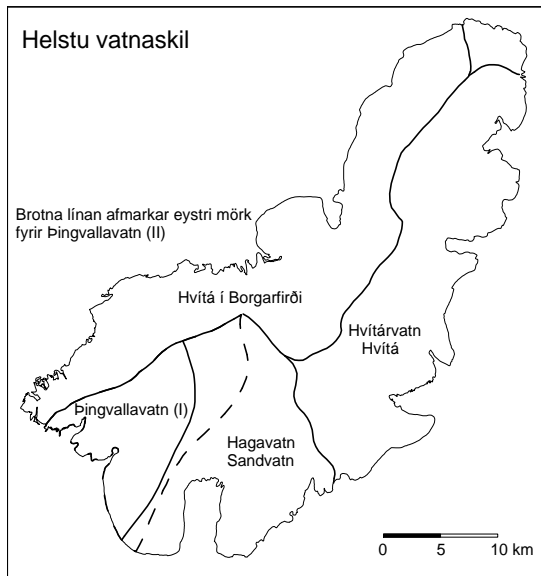
afkoma og sumarrýrnun að vera 2,04 m vatns.

Afkoma Langjökuls hefur verið neikvæð allan tímann sem hún hefur verið mæld frá 1996-97 nema jökulárið 2014-15 (þá jákvæð um nærri 0,5 m) og 2017-18 var hún mjög nærri núlli.

Samtals hefur jökullinn á 23 árum rýrnað um 29 m eða $25,9 \text{ km}^3$ (vatnsjafngildi). Þetta svarar til $28,7 \text{ km}^3$ af ís, sem er nærri 15,0 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,66 % ári.

4. Afrennsli leysingavats frá Langjökli sumarið 2019.

Til mats á heildarafrennsli frá jöklinum þarf auk sumarleysingar að bæta við regni sem fellur á hann og rennur af honum jafnharðan og snjó sem fellur að sumarlagi og bráðnar (sem að líkindum er hverfandi lítið á Langjökli í venjulegu árferði, vegna lágrar hæðardreifingar hans). Sumarið 2018 þegar leysing var lítil, viðvarandi votviðri og ítrekað snjóaði á ofanverðan jökulinn um sumarið er líklegt að um verulegt vanmat sé að ræða og eru eftirfarandi tölur um afrennsli settar fram með fyrirvara um það. Þetta á ekki viði sumarið 2019, sem var mjög þurrt.



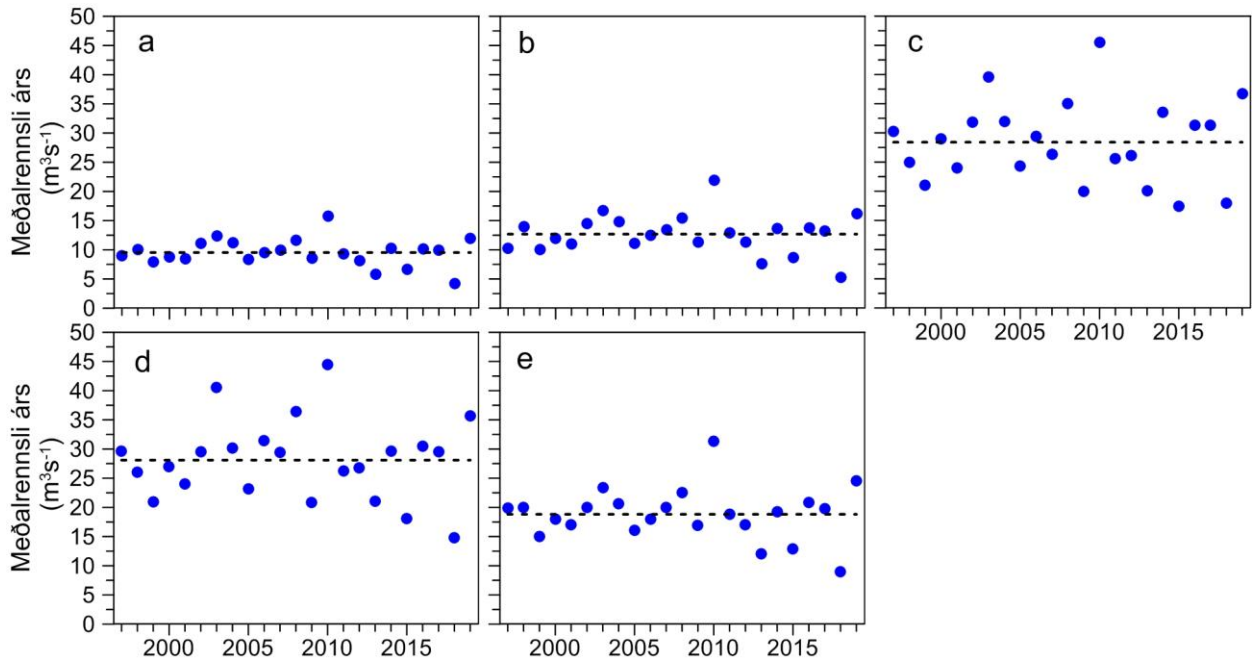
10. mynd. Helstu vatnasvið og vatnaskil á Langjökli. Vatnsvæði Þingvallavats er afmarkað á tvo vegu, I og II, sjá texta.

(vatnasvið Þingvallavats (II)). Reiknað var sumarleysingavatt frá jöklinum til helstu vatnasviða: Hagavats og Sandvats (eystra), vatnasviðs Þingvallavats, Hvítár í Borgarfirði og Hvítárvatns, Hvítár í Árnessýslu. Í töflu I. eru settar fram tölur um leysingavatt sumurin 1997 til 2019. Meðalafrennsli á flatareiningu sumarið 2019 var breytilegt milli vatnasviða, um $39\text{-}67 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$, hæst á norðurjöklinum. Töflur um afrennsli leysingavats frá helstu vatnasviðum eftir hæðarbilum eru í viðauka E. Meðalafrennsli á flatareiningu hefur verið á bilinu $55\text{-}158 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$ frá því mælingar hófust 1997. Staðalfrávik rennslisbreytileika er ~25% meðalrennslis hvers vatnasviðs, minnsta afrennsli mælitímans ~50% meðaltals en það mesta ~65% umfram meðallag.

Á 11. mynd er sýndur breytileiki meðal-ársafrennslis leysingavats Q_a . Meðalársafrennsli leysingar allt tímabilið (11. mynd brotin lína) er: a: Vatnasvið Þingvallavats (I) $12,0 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$; b: Vatnasvið Þingvallavats (II) $16,2 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$; c: Hvítá í Borgarfirði $36,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$; d: Hvítárvatn, Hvítá $35,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$; e: Hagavatn, Sandvatn $24,5 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

Jökulleysing (metin eftir sumarafkomu) skilaði að jafnaði $265 \text{ m}^3/\text{s}$ frá Langjökli sumarið 2019 eða $111 \text{ m}^3/\text{s}$ jafnað yfir heilt ár. Frá jöklinum runnu því að jafnaði um $128 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$ af jökulbráð.

Einstök vatnasvið á jökli hafa verið afmörkuð eftir korti af mætti vatns við jökulbotn. Vatnaskil við jökulrönd voru ákvörðuð eftir kortum Landmælinga Íslands og loftmyndum. Vatnaskilin eru sýnd á 10. mynd. Vatnasvið Þingvallavats var afmarkað á tvo vegu. Annars vegar voru vatnaskil á sporði vestari Hagafellsjökuls ákvörðuð út frá rennsli í ám sem greinilega sjást á kortum og flugmyndum (kallað vatnasvið Þingvallavats (I)). Hins vegar voru dregin vatnaskil nokkru austar (brotin lína á 10. mynd) upp frá jökuljaðrinum að tillögu Freysteins Sigurðssonar, jarðfræðings hjá Orkustofnun, en vatnaskil undir jökli dregin með sömu aðferðum og fyrir önnur vatnaskil



11. mynd. Meðalársafrennsli leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2019 metið eftir sumaraðkomu. a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn.

Tafla I. Afrennsli leysingavats frá Langjökli til helstu vatnasviða metin eftir sumaraðkomu.

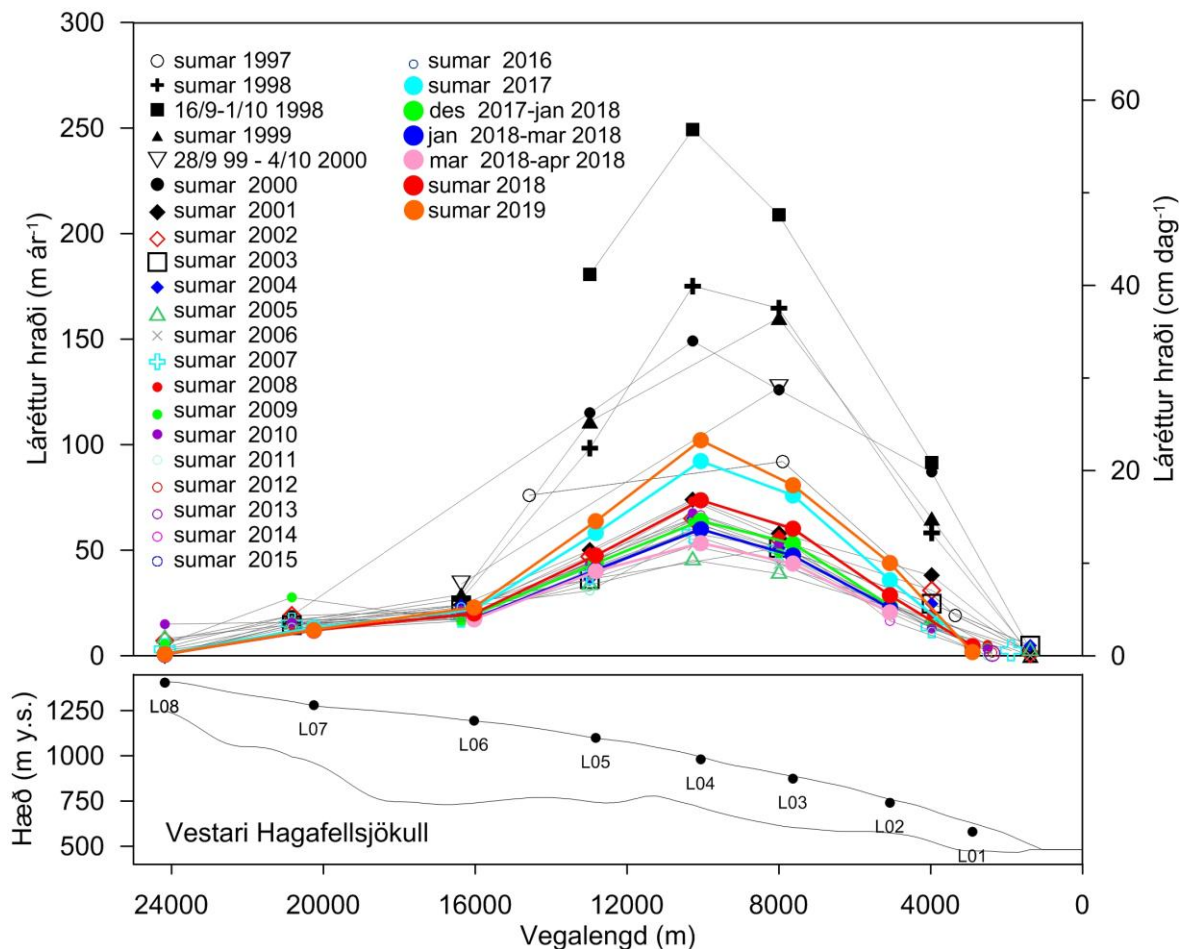
Flatarmál (km ²)	Heildarafrennsli metið eftir sumaraðkomu																			ΣQ_s (10 ⁶ m ³)																		
Ár:	96-06	07	12	15	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19											
A	100	95	91	89	284	326	248	277	269	351	390	355	262	298	312	366	271	496	294	258	184	324	211	322	313	135	377											
B	146	139	135	133	326	435	331	377	357	456	526	467	353	394	425	488	358	690	406	356	242	430	275	433	416	165	511											
C	315	305	295	288	957	796	663	927	771	1002	1248	1007	768	928	830	1104	629	1433	807	825	632	1058	551	989	989	567	1157											
D	295	294	289	289	934	816	660	842	751	931	1280	952	733	991	929	1149	658	1402	829	845	666	934	570	962	931	468	1125											
E	197	190	184	182	627	634	488	560	526	631	738	652	507	567	630	709	533	989	593	537	381	609	407	658	623	283	773											
Meðalrensli sumars (maí-september, 5 mánuðir)																			Q_s (m ³ s ⁻¹)																			
Ár:	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19															
A	22	25	19	21	20	27	30	27	20	23	24	28	20	38	22	20	14	25	16	24	24	10	29															
B	25	33	25	29	27	35	40	35	27	30	32	37	27	52	31	27	18	33	21	33	31	13	39															
C	72	60	50	70	58	76	94	76	58	70	63	84	48	108	61	62	48	80	42	75	75	43	88															
D	71	62	50	64	57	70	97	72	55	75	70	87	50	106	63	64	50	71	43	73	70	35	85															
E	47	48	37	42	40	48	56	49	38	43	48	54	40	75	45	41	29	46	31	50	47	21	58															
Meðalrensli (dreift yfir eitt ár)																			Q_a (m ³ s ⁻¹)																			
Ár:	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19															
A	9,0	10,3	7,9	8,8	8,5	11,1	12,4	11,3	8,3	9,5	9,9	11,6	8,6	15,7	9,3	8,2	5,8	10,3	6,7	10,2	9,9	4,3	12,0															
B	10,3	13,8	10,5	12,0	11,3	14,5	16,7	14,8	11,2	12,5	13,5	15,5	11,4	21,9	12,9	11,3	7,7	13,6	8,7	13,7	13,2	5,2	16,2															
C	30,3	25,2	21,0	29,4	24,4	31,8	39,6	31,9	24,3	29,4	26,3	35,0	19,9	45,4	25,6	26,2	20,0	33,5	17,5	31,4	31,4	18,0	36,7															
D	29,6	25,9	20,9	26,7	23,8	29,5	40,6	30,2	23,2	31,4	29,4	36,4	20,9	44,5	26,3	26,8	21,1	29,6	18,1	30,5	29,5	14,8	35,7															
E	19,9	20,1	15,5	17,8	16,7	20,0	23,4	20,7	16,1	18,0	20,0	22,5	16,9	31,4	18,8	17,0	12,1	19,3	12,9	20,9	19,7	9,0	24,5															
Meðalafrennsli á flatareiningu jökuls (12 mánuðir)																			q_s (ls ⁻¹ km ⁻²)																			
Ár:	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19															
A	90	103	79	88	85	111	124	113	83	95	105	123	91	167	103	90	64	113	74	113	111	48	134															
B	71	94	72	82	78	99	114	102	76	86	97	111	82	157	95	84	57	101	65	102	99	39	122															
C	96	80	67	93	78	101	126	101	77	93	86	114	65	149	87	89	68	114	59	106	109	63	128															
D	100	88	71	91	81	100	138	102	79	106	100	124	71	151	91	93	73	102	63	106	102	51	123															
E	101	102	79	90	85	102	119	105	82	91	105	118	89	165	102	92	65	105	70	113	108	49	134															

A: Þingvallavatn-I; B: Þingvallavatn-II; C: Hvítá í Borgarfirði; D: Hvítárvatn, Hvítá; E: Hagavatn, Sandvatn.
(ath: flatarmál vatnsviða árið 2019 eru unnin eftir stafrænu hæðaríkani af Langjökli fyrir árið 2015)

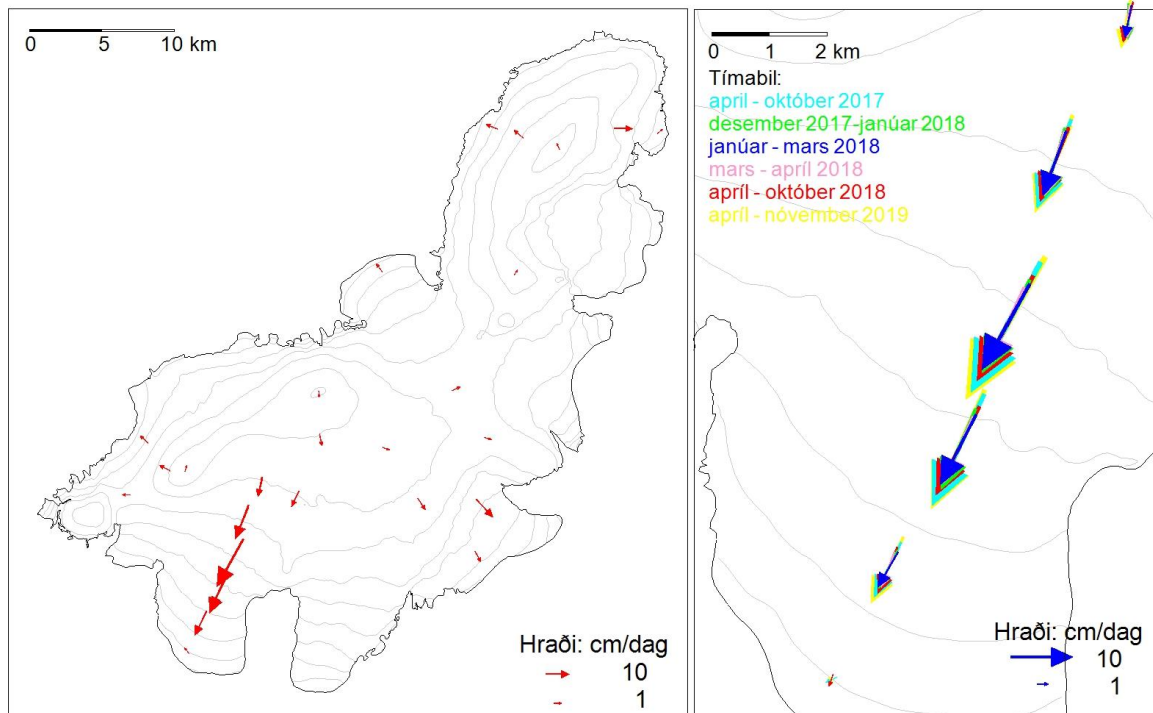
5. Hraðamælingar.

Yfirborðshreyfing jökulsins var mæld í öllum afkomumælípunktum, með nákvæmri GPS mælingu á staðsetningu stika og víra á afkomu mælistöðvum að vori og hausti. Þessar mælingar eru m.a. gerðar til að kanna flutning fyrninga frá ákomusvæði til leysingasvæðis. Ef jökullinn er í jafnvægi flyst jafnmikið niður á leysingasvæðin og safnast á ákomusvæðin, en hraðinn sem til þarf kallast jafnvægishraði. Með samanburði mælds yfirborðshraða og reiknaðs jafnvægishraða sést hvort jökullinn hreyfist nægilega hratt til að bera fram afkomu sem á hann safnast. Ef jafnvægishraðinn er hærri en mældur hraði safnast fyrningar á ákomusvæði, jökullinn verður æ brattari og stefnir í framhlaup. Yfirlitsmyndir hraða og hæðarbreytinga allra mælistaða frá upphafi mælinga, 1997, eru í viðauka F.

Á 12. mynd sést hvernig hraði hefur breyst á Vestari Hagafellsjökli frá sumrinu 1997 til sumarsins 2019. Á 13. mynd eru sýndir hraðavigrar 2019 í öllum mælistikum. Árið 2016 varð vart við lítilla aukinn skriðhraða mælistöðva L04 og L03 og þarna varð líka vart við sprungumyndun í mælleiddangri 4. nóvember 2016. Sumarið 2017 var enn aukinn hraði þar og einnig í L02 og L05, jókst um ~30 % frá meðallagi, auk þess sem sprungur samsíða hæðarlínun voru greinilegar í leiddangri í október 2017. Þetta voru álitin fyrstu merki um að framhlaup sé að hefjast. Ef það er rétt hefur atburðarásin tafist sumarið 2018, hugsanlega vegna fádæma lítills leysingavatns, því hraðinn sumarið 2018 var mun lægri en 2017. Hraðinn tók aftur við sér sumarið 2019, var nær tvöfaldur meðalhraðinn við mælistaði L02 til L05.



12. mynd. Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari (yfirborð 1997, punktar sýna yfirborðshæð 2017) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2019 og 3 skipti veturinn 2017-18. Vel sést að sumarhraði 2017, 2018 og 2019 er aukinn, einkum 2017 og 2019, nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratugin á undan, nú er væntanlega framhlaup í aðsigi.



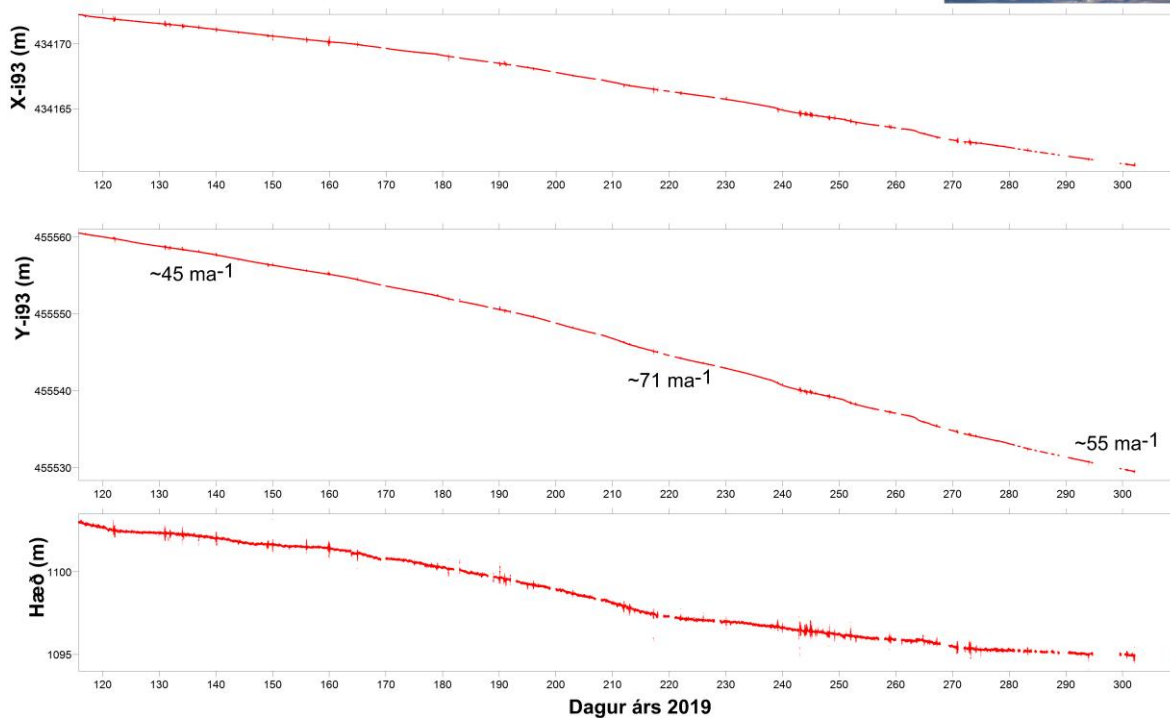
13. mynd. Vinstri: Meðaltal lárétts yfirborðshraða sumarið 2019. Hægri: Þróun skriðhraða á Vestari Hagafellsjökli frá sumri 2017 til hausts 2019.

Hnit allra hraðamælipunkta eru gefin í viðauka C og hraði í viðauka D.

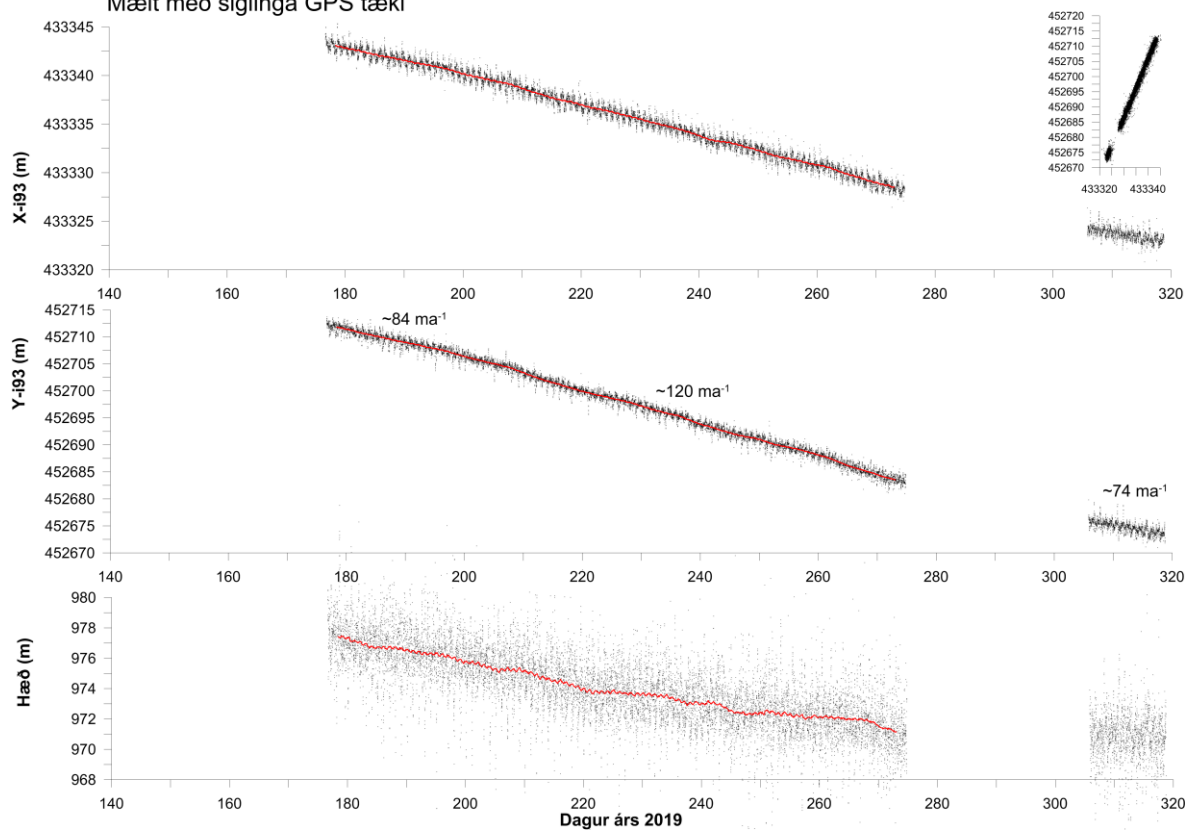
Vegna líklegs framhlaups var vorið 2019 komið fyrir nokkrum sítandi GPS tækjum við nokkra afkomumælistöi. Í L05 var Trimble landmælingatæki, í L04 eins fasa EMLID (NV08C-CSM móttakari) tæki með möguleika á um ~dm nákvæmni. Mælingar á færslum eru sýndar á myndum 14 og 15.

Þar sést greinilega á hæðarbreytingum að leysing og samþjöppun er svipuð allan tímann frá júní byrjun fram yfir 1. viku ágúst, en samfara því varð um 60% hraðaukning í L04 og L05. Verulega dró úr lækkun (og hraða) eftir miðjan ágúst, líklega vegna minnkaðrar leysingar og minni vatnsþrýsting við jökulbotninn.

Færsla við mælistað nærri jafnvægislínu á V-Hagafellsjökli, L05, sumarið 2019. Mælt með landmælinga GPS tæki



Færsla við mælistað L04 ofan jafnvægislínu á V-Hagafellsjökli, sumarið 2019. Mælt með siglinga GPS tæki



14. mynd. Færslur í vestur-austur, suður-norður og lóðrétt á mælistað L05 (efri mynd) mælt með landmælinga GPS (eftirá leiðrétt), og L04 (neðri mynd) mæld með L1 GPS tæki frá lokum apríl til fyrstu viku október 2019.

6. Lokaorð.

Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2018-2019 var verulega neikvæð eins og verið hefur frá því mælingar hófust 1996-97, að jökulárinum 2014-15 (jákvætt um 0.5 m) og 2017-18 (afkoma ~0 m) undanskildum. Afkoman reyndist nú -2.23 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn; ~870 km²), sem er um 1.0 m (~80%) meiri rýrnun en að meðaltali frá upphafi mælinga.

Samtals hefur jökullinn á 23 árum rýrnað um 29 m eða 25,9 km³ (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 28,7 km³ af ís, sem er nærri 15,0 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,66 % ári.

Vetrarafkoma 2018-19 mældist 1.79 m sem er um 2% umfram meðallag.

Sumarrýrnun, 4.02 m, var sú þriðja mesta sem mælst hefur (2003 og 2010 var sumarrýrnun meiri) um 35 % umfram rýrnun meðalsumars 1.71 m. Þetta ár voru fyrningar eftir jökulárið á um 23% yfirborðsins; hæð jafnvægislínu á suðurhluta jökulsins (vestari Hagafellsjökli) var ~1150 m en ~1350 m á norðurhvelinu (Baldjökli). Afrennsli leysingarvatns (metið eftir sumarafkomu) frá var um 111 m³s⁻¹ eða 128 ls⁻¹km⁻² jafnað yfir heilt ár. Skriðhraðamælingar á Vestari-Hagfellsjökli benda enn til að framhlaup sé í aðsigi, skriðhraði sumarið 2019 var verulega umfram meðaltal nærri og neðan jafnvægislínu (nærri tvöfaldur meðalhraðinn).

Viðauki A : Afkoma í mælipunktum 2018-2019.

b_w : vetrarafkoma, b_s : sumarafkoma, b_n : ársafkoma.

Mæli- stika	Staðsetning Breidd	Lengd	Hæð (m y.s.)	Dags. að vori	Dags. að hausti	b_w (m)	b_s (m)	b_n (m)	nýsnjór (m)		
L01	64	30,847	20	27,028	563,1	20190425	20191114	0,000	-8,900	-8,900	0,000
L02	64	31,888	20	25,868	738,1	20190425	20191114	0,173	-7,040	-6,867	0,000
L03	64	33,026	20	24,404	875,7	20190425	20191114	1,285	-5,434	-4,149	0,035
L04	64	34,163	20	23,436	981,8	20190425	20191114	1,836	-4,779	-2,943	0,070
L05	64	35,692	20	22,485	1104	20190425	20191114	2,444	-2,780	-0,337	0,182
L06	64	36,586	20	17,926	1199	20190425	20191114	2,922	-2,532	0,390	0,245
L07	64	38,794	20	15,814	1285	20190424	20191113	2,874	-2,328	0,546	0,413
L08	64	40,503	20	16,058	1408	20190424	20191113	2,376	-1,722	0,654	0,242
L09	64	37,624	20	27,474	1377	20190424	20191113	2,534	-2,228	0,306	0,126
L10	64	36,590	20	32,565	1126	20190424	20191113	2,471	-2,921	-0,450	0,053
L11	64	38,668	20	31,149	983,8	20190424	20191113	1,427	-5,360	-3,933	0,105
L12	64	34,557	20	2,001	819,8	20190425	20191114	1,306	-6,022	-4,716	0,035
L13	64	36,371	20	1,509	875,8	20190425	20191114	1,529	-4,616	-3,087	0,053
L14	64	38,958	20	1,324	1152	20190425	20191114	3,002	-2,714	0,288	0,193
L15	64	40,791	20	4,139	1183	20190424	20191113	2,637	-2,409	0,228	0,161
L16	64	38,518	20	10,130	1261	20190424	20191113	2,723	-2,203	0,520	0,280
L17	64	45,149	19	59,103	1359	20190424	20191113	2,449	-1,669	0,780	0,203
L18	64	49,873	19	55,572	1436	20190425	20191113	2,802	-1,608	1,194	0,189
L19	64	50,307	19	59,050	1279	20190425	20191113	2,010	-2,865	-0,855	0,130
L20	64	50,562	20	1,406	1087	20190425	20191113	0,869	-4,217	-3,348	0,053
L21	64	50,572	19	49,905	1148	20190425	20191113	1,533	-3,081	-1,548	0,053
L22	64	50,480	19	46,684	940,6	20190424	20191113	0,801	-5,373	-4,572	0,035
L23	64	36,477	20	6,966	1162	20190425	20191114	2,474	-2,737	-0,263	0,165
L24	64	45,241	20	11,017	730,7	20190424	20191114	0,000	-7,344	-7,344	0,018
L25	64	37,616	20	29,288	1269	20190424	20191113	2,783	-2,963	-0,180	0,245

Ath. Afkomutölur eru vatnsjafngildi. Grafið var niður á sumaryfirborð að hausti, og snjóþekja ofan á því ekki talin til sumars (verður með í næsta vetri). Í töflunni eru líka vatnsgildi nýsnævis að hausti í mælipunktum; snjórinn var ekki mjög þéttur og eðlismassi metinn 350 kg/m^3 .

Viðauki B : Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2018-2019.

ΔS : flatarmál á hverju hæðarbili, $\Sigma\Delta S$: uppsafnað flatarmál ofan gefinnar hæðar, bw: vetrarafkoma, bs: sumarafkoma. bn: ársafkoma, ΔB_w : vetrarafkoma á hæðarbili, $\Sigma\Delta B_w$: uppsöfnuð vetrarafkoma ofan hæðarbils, ΔB_s : sumarafkoma á hæðarbili, $\Sigma\Delta B_s$: uppsöfnuð sumarafkoma ofan hæðarbils, ΔB_n : ársafkoma á hæðarbili, ΣB_n : uppsöfnuð ársafkoma ofan hæðarbils. (Til grundvallar er stafrænt kort af yfirborði sumarsins 2012).

Hæðarbil (m y. s.)			ΔS (km^2)	$\Sigma\Delta S$ (km^2)	bw (mm)	bs (mm)	bn (mm)	ΔB_w (10^6m^3)	$\Sigma\Delta B_w$ (10^6m^3)	ΔB_s (10^6m^3)	$\Sigma\Delta B_s$ (10^6m^3)	ΔB_n (10^6m^3)	ΣB_n (10^6m^3)
1400	1450	1425	5,8	5,8	2575	-1697	878	14,9	14,9	-9,8	-9,8	5,1	5,1
1350	1400	1375	25,6	31,4	2450	-1945	504	62,8	77,6	-49,8	-59,6	12,9	18,0
1300	1350	1325	53,2	84,6	2403	-2224	178	127,9	205,5	-118,4	-178,0	9,5	27,5
1250	1300	1275	76	160,6	2399	-2530	-130	182,5	388,0	-192,4	-370,4	-10,0	17,6
1200	1250	1225	95,2	255,8	2404	-2728	-324	228,9	616,9	-259,7	-630,2	-30,8	-13,3
1150	1200	1175	100	355,8	2285	-3004	-718	228,6	845,5	-300,5	-930,7	-71,9	-85,2
1100	1150	1125	98,2	454,0	2092	-3371	-1279	205,5	1051,0	-331,2	-1261,9	-125,7	-210,9
1050	1100	1075	87,7	541,7	1811	-3981	-2170	158,8	1209,8	-349,0	-1610,9	-190,2	-401,1
1000	1050	1025	77,5	619,2	1600	-4471	-2871	124,0	1333,7	-346,4	-1957,3	-222,5	-623,6
950	1000	975	55,9	675,1	1415	-4974	-3558	79,2	1412,9	-278,1	-2235,4	-198,9	-822,5
900	950	925	49,9	725,0	1213	-5422	-4208	60,6	1473,5	-270,6	-2506,0	-210,0	-1032,6
850	900	875	40,4	765,4	1099	-5793	-4694	44,4	1517,9	-234,1	-2740,2	-189,7	-1222,3
800	850	825	30,2	795,6	833	-6287	-5453	25,2	1543,1	-190,1	-2930,2	-164,8	-1387,1
750	800	775	24,8	820,4	495	-6776	-6280	12,3	1555,4	-168,1	-3098,3	-155,8	-1542,9
700	750	725	19,1	839,5	276	-7288	-7011	5,3	1560,7	-139,1	-3237,4	-133,9	-1676,7
650	700	675	11,5	851,0	127	-7889	-7761	1,5	1562,2	-91,0	-3328,4	-89,5	-1766,2
600	650	625	8	859,0	51	-8486	-8434	0,4	1562,6	-67,6	-3396,0	-67,2	-1833,4
550	600	575	6,3	865,3	-12	-8922	-8935	0,0	1562,5	-56,0	-3452,1	-56,1	-1889,6
500	550	525	4,1	869,4	-65	-9223	-9289	-0,3	1562,2	-37,9	-3490,0	-38,2	-1927,7
450	500	475	1,8	871,2	-111	-9381	-9492	-0,2	1562,0	-17,2	-3507,1	-17,4	-1945,1
400	450	425	0	871,2	-74	-7273	-7347	0,0	1562,0	-0,2	-3507,3	-0,2	-1945,3

Viðauki C: Hnit hraðamælipunkta jökulárið 2018-2019.

Mæld staðsetning mælistika á Langjökli jökulárið 2018-2019, GPS mælingar. Nákvæmni er áætluð um 5 cm fyrir mælingar merktar K og FS (Kinematic eða faststatic GPS nákvæmni nokkrir cm, Kfl. merkir mælingar þar sem nákvæmni er á dm skala) h_i er hæð yfir ellipsóíðu (ISNET-93, NKG96 Geoíða), ΔL loftnetshæð og N áætlaður mismunur ellipsóíðu og geóíðuhæðar, ($H=h_i-N-\Delta L$).

Stíka	Dags.	Dagur	árs	Ár	Breiddar- gráða	Lengdar- gráða	h_i (m y. e.)	ΔL (m)	N (m)	H (m y. s.)		
L01-19	21,15	25	4	115	2019	64 30,84711	20 27,02825	630,12	0,00	-67,06	563,06	K
L01-19	20,54	14	11	318	2019	64 30,84749	20 27,02895	620,25	0,00	-67,06	553,19	K
L02-19	20,53	25	4	115	2019	64 31,88770	20 25,86842	805,18	0,00	-67,11	738,07	K
L02-19	20,00	14	11	318	2019	64 31,87580	20 25,88139	798,18	0,00	-67,11	731,07	K
L03-19	20,03	25	4	115	2019	64 33,02649	20 24,40404	942,81	0,00	-67,17	875,65	K
L03-19	19,51	14	11	318	2019	64 33,00418	20 24,42571	934,46	0,00	-67,16	867,29	K
L03ror18	20,08	25	4	115	2019	64 32,98098	20 24,43403	936,60	0,00	-67,16	869,44	K
L04-19	19,31	25	4	115	2019	64 34,16295	20 23,43609	1049,04	0,00	-67,21	981,83	K
L04-19	18,46	14	11	318	2019	64 34,13585	20 23,46885	1039,98	0,00	-67,21	972,77	K
L05-18	17,93	14	11	318	2019	64 35,64251	20 22,51722	1159,08	0,00	-67,25	1091,83	K
L05-19	18,54	25	4	115	2019	64 35,69159	20 22,48478	1171,35	0,00	-67,25	1104,10	K
L05-19	15,93	14	11	318	2019	64 35,67363	20 22,49986	1162,20	0,00	-67,25	1094,95	K
L06-19	16,52	25	4	115	2019	64 36,58621	20 17,92587	1265,82	0,00	-67,27	1198,55	K
L06-19	14,08	14	11	318	2019	64 36,57998	20 17,93248	1259,30	0,00	-67,27	1192,02	K
L07-19	16,32	24	4	114	2019	64 38,79414	20 15,81405	1352,59	0,00	-67,28	1285,31	K
L07-19	14,73	13	11	317	2019	64 38,79056	20 15,81211	1346,71	0,00	-67,28	1279,43	K
L08-19	15,60	24	4	114	2019	64 40,50255	20 16,05770	1474,93	0,00	-67,27	1407,66	K
L08-19	13,87	13	11	317	2019	64 40,50231	20 16,05766	1470,33	0,00	-67,27	1403,06	K
L09-19	14,42	24	4	114	2019	64 37,62413	20 27,47387	1443,93	0,00	-67,24	1376,70	K
L09-19	12,99	13	11	317	2019	64 37,62429	20 27,47377	1439,08	0,00	-67,24	1371,84	K
L10-19	13,26	24	4	114	2019	64 36,59007	20 32,56484	1192,81	0,00	-67,15	1125,66	K
L10-19	22,13	14	11	318	2019	64 36,59006	20 32,56735	1187,14	0,00	-67,15	1119,99	K
L11-19	11,60	24	4	114	2019	64 38,66809	20 31,14874	1050,98	0,00	-67,15	983,84	K
L11-19	11,64	13	11	317	2019	64 38,67006	20 31,15367	1044,47	0,00	-67,15	977,32	K
L12-19	14,59	25	4	115	2019	64 34,55667	20 2,00118	886,94	0,00	-67,16	819,78	K
L12-19	12,01	14	11	318	2019	64 34,55343	20 1,99702	880,02	0,00	-67,16	812,86	K
L13-19	13,92	25	4	115	2019	64 36,37105	20 1,50894	942,95	0,00	-67,20	875,75	K
L13-19	10,95	14	11	318	2019	64 36,36280	20 1,49017	935,61	0,00	-67,20	868,42	K
L14-19	12,92	25	4	115	2019	64 38,95810	20 1,32416	1219,61	0,00	-67,24	1152,37	K
L14-19	10,06	14	11	318	2019	64 38,95790	20 1,32251	1213,66	0,00	-67,24	1146,42	K
L15-19	18,32	24	4	114	2019	64 40,79099	20 4,13916	1249,89	0,00	-67,27	1182,62	K
L15-19	15,90	13	11	317	2019	64 40,79162	20 4,13593	1244,53	0,00	-67,27	1177,26	K
L16-19	17,09	24	4	114	2019	64 38,51768	20 10,13026	1328,64	0,00	-67,28	1261,36	K
L16-19	15,34	13	11	317	2019	64 38,51742	20 10,12834	1322,60	0,00	-67,28	1255,32	K
L17-19	20,95	24	4	114	2019	64 45,14884	19 59,10338	1426,63	0,00	-67,26	1359,37	K
L17-19	18,62	13	11	317	2019	64 45,14891	19 59,10328	1421,92	0,00	-67,26	1354,66	K
L18-19	9,83	25	4	115	2019	64 49,87318	19 55,57232	1502,95	0,00	-67,24	1435,71	K
L18-19	19,68	13	11	317	2019	64 49,87345	19 55,57263	1498,17	0,00	-67,24	1430,93	K
L19-19	10,49	25	4	115	2019	64 50,30656	19 59,04962	1345,96	0,00	-67,23	1278,74	K
L19-19	22,13	13	11	317	2019	64 50,30882	19 59,05618	1340,63	0,00	-67,23	1273,40	K

L20-19	11,07	25	4	115	2019	64	50,56153	20	1,40569	1154,44	0,00	-67,20	1087,25	K
L20-19	22,60	13	11	317	2019	64	50,56280	20	1,41366	1149,30	0,00	-67,20	1082,11	K
L21-19	8,97	25	4	115	2019	64	50,57231	19	49,90499	1215,43	0,00	-67,23	1148,20	K
L21-19	20,47	13	11	317	2019	64	50,57220	19	49,88708	1210,42	0,00	-67,23	1143,19	K
L22-19	22,68	24	4	114	2019	64	50,47972	19	46,68372	1007,80	0,00	-67,19	940,61	K
L22-19	20,91	13	11	317	2019	64	50,47989	19	46,68323	1001,45	0,00	-67,19	934,26	K
L23-19	15,58	25	4	115	2019	64	36,47665	20	6,96640	1228,82	0,00	-67,25	1161,57	K
L23-19	12,91	14	11	318	2019	64	36,47287	20	6,96042	1222,45	0,00	-67,25	1155,20	K
L24-19	19,64	24	4	114	2019	64	45,24118	20	11,01691	797,87	0,00	-67,21	730,66	K
L24-19	17,00	13	11	317	2019	64	45,24294	20	11,02012	790,15	0,00	-67,21	722,94	K
L25-19	12,46	24	4	114	2019	64	37,61646	20	29,28765	1335,74	0,00	-67,21	1268,53	K
L25-19	12,18	13	11	317	2019	64	37,61798	20	29,29493	1327,86	0,00	-67,21	1260,65	K
L26a-17	14,42	14	11	318	2019	64	36,99555	20	20,97043	1253,29	0,00	-67,27	1186,02	K
L26-19	17,19	25	4	115	2019	64	37,00865	20	21,00676	1262,32	0,00	-67,27	1195,05	K
L26-19	14,88	14	11	318	2019	64	37,00012	20	21,01035	1253,10	0,00	-67,27	1185,83	K

Ath. Hæð að hausti er miðuð við sumarflöt (haustvörf), þ.e. grafið er í gegnum nýsnjóinn og hæð mæld að hjarni/ís undir nýsnjónum.



Lega yfirborðshæðarsniða sem mæld voru með nákvæmum (~10 cm) GPS tækjum, snið mæld í afkomuleiðöngrum í apríl 2019 til vinstri en í nóvember 2019 til hægri.

Viðauki D: Mældur láréttur yfirborðshraði á Langjökli 2019.

dagur dagur daga færsla láréttur hraði
 Stika dags. árs dags. árs fjöldi (m) (°) (cm/dag) (m/ári)

L01-19	190425	115	191114	318	203	0,90	321	0,44	1,6
L02-19	190425	115	191114	318	203	24,36	205	12,00	43,8
L03-19	190425	115	191114	318	203	44,80	203	22,07	80,6
L03ror18	181005	278	190425	115	202	29,39	205	14,55	53,1
L04-19	190425	115	191114	318	203	56,60	208	27,88	101,8
L05-18	181005	278	191114	318	405	60,05	202	14,83	54,1
L05-19	190425	115	191114	318	203	35,37	200	17,42	63,6
L06-19	190425	115	191114	318	203	12,68	205	6,25	22,8
L07-19	190424	114	191113	317	203	6,81	167	3,35	12,2
L08-19	190424	114	191113	317	203	0,45	176	0,22	0,8
L09-19	190424	114	191113	317	203	0,31	15	0,15	0,6
L10-19	190424	114	191114	318	204	2,00	269	0,98	3,6
L11-19	190424	114	191113	317	203	5,36	313	2,64	9,6
L12-19	190425	115	191114	318	203	6,86	151	3,38	12,3
L13-19	190425	115	191114	318	203	21,39	136	10,54	38,5
L14-19	190425	115	191114	318	203	1,36	106	0,67	2,5
L15-19	190424	114	191113	317	203	2,82	66	1,39	5,1
L16-19	190424	114	191113	317	203	1,60	107	0,79	2,9
L17-19	190424	114	191113	317	203	0,15	31	0,07	0,3
L18-19	190425	115	191113	317	202	0,56	334	0,28	1,0
L19-19	190425	115	191113	317	202	6,66	309	3,30	12,0
L20-19	190425	115	191113	317	202	6,72	290	3,33	12,2
L21-19	190425	115	191113	317	202	14,16	91	7,01	25,6
L22-19	190424	114	191113	317	203	0,50	51	0,25	0,9
L23-19	190425	115	191114	318	203	8,47	146	4,17	15,2
L24-19	190424	114	191113	317	203	4,14	322	2,04	7,4
L25-19	190424	114	191113	317	203	6,45	296	3,18	11,6
L26a-17	181005	278	191114	318	405	27,81	192	6,87	25,1
L26-19	190425	115	191114	318	203	16,05	190	7,91	28,9

Viðauki E: Afrennsli vegna jökulleysingar sumarið 2019:

ΔS : flatarmál á gefnu hæðarbili, ΔQ_s : afrennsli á gefnu hæðarbili, ΣQ_s : uppsafnað afrennsli leysingarvatns af jökli ofan nefndrar hæðar. Afrennsli er metið eftir sumarafkomu, ekki er hægt að greina á þann hátt afrennsli vegna rigningar á jökulinn eða snjó sem fellur á jökulinn að sumarlagi en bráðnar jafnharðann.

Allur Langjökull

Hæðarbil m y. s.	ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)	
1400	1450	5,8	5,8	9,8	9,8
1350	1400	25,6	31,4	49,8	59,6
1300	1350	53,2	84,6	118,4	178,0
1250	1300	76,0	160,7	192,4	370,4
1200	1250	95,2	255,8	259,7	630,2
1150	1200	100,0	355,9	300,5	930,7
1100	1150	98,2	454,1	331,2	1261,9
1050	1100	87,7	541,8	349,0	1610,9
1000	1050	77,5	619,2	346,4	1957,3
950	1000	55,9	675,1	278,1	2235,4
900	950	49,9	725,0	270,6	2506,0
850	900	40,4	765,5	234,1	2740,2
800	850	30,2	795,7	190,1	2930,2
750	800	24,8	820,5	168,1	3098,3
700	750	19,1	839,6	139,1	3237,4
650	700	11,5	851,1	91,0	3328,4
600	650	8,0	859,1	67,6	3396,0
550	600	6,3	865,4	56,0	3452,1
500	550	4,1	869,5	37,9	3490,0
450	500	1,8	871,3	17,2	3507,1
400	450	0,0	871,3	0,2	3507,3

Vatnasvið Þingvallavatns (I)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)
1350	1400	1,1	1,1	2,3	2,3
1300	1350	5,3	6,4	11,7	14,0
1250	1300	7,0	13,3	15,4	29,4
1200	1250	6,7	20,1	15,6	45,1
1150	1200	7,2	27,3	17,9	63,0
1100	1150	8,4	35,7	23,1	86,0
1050	1100	7,9	43,5	25,3	111,3
1000	1050	7,3	50,8	28,8	140,1
950	1000	6,2	57,0	28,8	168,9
900	950	6,6	63,6	34,4	203,3
850	900	6,5	70,0	37,1	240,4
800	850	5,3	75,3	32,9	273,3
750	800	4,9	80,2	32,9	306,2
700	750	3,7	84,0	27,1	333,3
650	700	2,1	86,0	16,6	349,9
600	650	1,7	87,8	14,8	364,7
550	600	1,1	88,8	9,8	374,5
500	550	0,3	89,1	2,8	377,3

Vatnasvið Þingvallavatns (II)

Hæðarbil **ΔS** **S** **ΔQ_s** **ΣQ_s**
m y. s. **km²** **km²** **(10⁶m³)** **(10⁶m³)**

1400	1450	0,0	0,0	0,1	0,1
1350	1400	3,4	3,4	6,8	6,9
1300	1350	11,8	15,2	25,7	32,6
1250	1300	13,8	29,0	30,9	63,5
1200	1250	17,6	46,7	41,7	105,1
1150	1200	12,7	59,4	31,7	136,9
1100	1150	11,5	70,8	31,3	168,2
1050	1100	9,6	80,5	31,0	199,1
1000	1050	8,6	89,1	34,1	233,3
950	1000	6,9	96,0	32,1	265,4
900	950	7,2	103,2	37,8	303,2
850	900	7,0	110,2	40,2	343,4
800	850	5,8	116,0	35,7	379,1
750	800	5,4	121,4	36,2	415,4
700	750	4,3	125,6	31,0	446,4
650	700	2,6	128,3	21,2	467,6
600	650	2,3	130,6	19,8	487,4
550	600	1,7	132,3	15,2	502,6
500	550	0,8	133,1	7,6	510,2
450	500	0,0	133,2	0,6	510,8

Hvítá í Borgarfirði

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)
1400	1450	2,5	2,5	4,2	4,2
1350	1400	13,4	15,8	25,6	29,7
1300	1350	26,6	42,4	58,7	88,5
1250	1300	35,9	78,3	92,7	181,1
1200	1250	35,7	114,1	103,3	284,4
1150	1200	34,9	149,0	117,3	401,7
1100	1150	33,3	182,2	129,1	530,8
1050	1100	32,9	215,1	149,8	680,6
1000	1050	24,1	239,3	122,9	803,5
950	1000	17,4	256,7	98,7	902,2
900	950	13,8	270,5	85,5	987,6
850	900	8,9	279,3	57,4	1045,1
800	850	6,5	285,8	43,3	1088,4
750	800	4,4	290,2	30,6	1119,0
700	750	3,0	293,2	22,6	1141,6
650	700	1,8	295,0	13,7	1155,3
600	650	0,2	295,1	1,4	1156,8

Hvítárvatn, Hvítá í Árnassýslu

Hæðarbil m y. s.		ΔS km ²	S km ²	ΔQ_s (10 ⁶ m ³)	ΣQ_s (10 ⁶ m ³)
1400	1450	3,2	3,2	5,4	5,4
1350	1400	7,5	10,7	14,9	20,3
1300	1350	12,2	22,9	28,4	48,7
1250	1300	16,3	39,1	45,3	94,0
1200	1250	25,9	65,0	72,1	166,1
1150	1200	38,2	103,2	110,2	276,3
1100	1150	36,8	140,0	118,0	394,3
1050	1100	29,4	169,4	110,1	504,4
1000	1050	31,6	201,0	133,8	638,2
950	1000	21,9	222,9	100,6	738,8
900	950	20,2	243,1	102,1	840,9
850	900	16,3	259,4	89,9	930,8
800	850	10,6	270,0	65,7	996,5
750	800	7,9	277,9	53,2	1049,6
700	750	5,5	283,4	39,5	1089,2
650	700	2,0	285,4	16,3	1105,5
600	650	1,1	286,5	9,6	1115,1
550	600	0,6	287,2	5,5	1120,6
500	550	0,4	287,5	3,1	1123,7
450	500	0,1	287,6	0,9	1124,6
400	450	0,0	287,7	0,2	1124,8

Hagavatn (og Sandvatn)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)
1400	1450	0,1	0,1	0,2	0,2
1350	1400	3,7	3,8	7,0	7,3
1300	1350	9,2	13,0	19,5	26,7
1250	1300	16,1	29,0	36,7	63,4
1200	1250	24,3	53,3	59,7	123,0
1150	1200	16,8	70,1	43,8	166,8
1100	1150	16,7	86,8	48,6	215,4
1050	1100	14,2	101,0	49,6	265,0
1000	1050	13,0	114,0	54,2	319,2
950	1000	9,7	123,7	46,1	365,3
900	950	8,7	132,4	45,2	410,6
850	900	8,4	140,7	47,2	457,8
800	850	7,5	148,3	46,2	504,0
750	800	7,4	155,7	50,0	554,0
700	750	6,6	162,3	48,3	602,2
650	700	5,6	167,9	43,7	645,9
600	650	4,8	172,7	40,9	686,8
550	600	4,4	177,2	39,6	726,4
500	550	3,3	180,4	30,4	756,7
450	500	1,7	182,1	15,8	772,6

Blanda

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)
1300	1350	0,0	0,0	0,0	0,0
1250	1300	0,8	0,8	2,4	2,4
1200	1250	2,6	3,4	9,1	11,5
1150	1200	2,9	6,2	11,0	22,5
1100	1150	3,0	9,3	12,4	34,9
1050	1100	3,3	12,6	14,3	49,2
1000	1050	1,3	13,8	5,9	55,1
950	1000	0,5	14,3	2,3	57,4
900	950	0,0	14,3	0,0	57,4

Viðauki F: Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2019.

