


# Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2022-2023





# Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli

## jökulárið 2022-2023

### Höfundar

Finnur Pálsson

Andri Gunnarsson

Sveinbjörn Steinþórsson

Hlynur Skagfjörð Pálsson

### Dagsetning

Febrúar 2024

# Lykilsíða

Skýrsla LV nr	LV-2024-009	Dagsetning	Febrúar 2024
Fjöldi Síðna	0	Upplag	1
Dreifing	<input checked="" type="checkbox"/> Birt á vef LV	<input checked="" type="checkbox"/> Opin	<input type="checkbox"/> Takmörkuð til [Dags.]
Titill	Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2022-2023		
Höfundar/fyrirtæki	Finnur Pálsson, Andri Gunnarsson, Sveinbjörn Steinþórsson, Hlynur Skagfjörð Pálsson		
Verkefnisstjóri	Andri Gunnarsson		
Unnið fyrir	Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar	—		
Útdráttur	<p>Yfirborðsafkoma Langjökuls á jökulárinu 2022-2023 reyndist neikvæð um 1,34 m að vatnsgildi. Þetta er 25 ár neikvæðrar afkoma þau 27 ár frá því mælingar hófust 1996-97. Vetrarafkoman var 1,53 m vatns, eða 86 % meðaltali mælitímanna (frá 1996-1997), en rýrnun vegna sumarafkoma -2,96 m vatns sem er rétt tæplega í meðallagi (99%).</p>		
Lykilorð	Langjökull, afkoma, leysing, jöklar		

Samþykki verkefnisstjóra  
Landsvirkjunar

*Andri Gunnarsson*

# Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2022-2023

Finnur Pálsson  
Andri Gunnarsson  
Sveinbjörn Steinþórsson  
Hlynur Skagfjörð Pálsson



Jarðvísindastofnun Háskólans  
og Landsvirkjun

Janúar 2024  
RH-01-24



**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 2022-2023	12
B. Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2022-2023	13
C. Hnit hraðamælipunkta 2023 og lega yfirborðshæðarsniða	14
D. Mældur láréttur yfirborðsskriðhraði 2023	16
E. Afrennsli leysingar sumarið 2023	17
F. Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2023	23

**Myndir:**

1. mynd.	Legg afkomu- og skriðmælistaða Langjökli 2023.	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 2022-2023.	3
5. mynd.	Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2022-2023 og meðalvetrar-afkomu frá 1996-97 (rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægri kortið sýnir mismun sumarafkomu 2023 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).	4
6. mynd.	Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2022-2023.	4
7. mynd.	Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrkoma (október - maí) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2022-2023. 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, 2022-2023.	5
9. mynd.	Samhengi ársafkomu og: <b>a.</b> vetrarafkomu, <b>b.</b> sumarafkomu, <b>c.</b> hæð jafnvægislínu, <b>d.</b> 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 1997-2023. 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 yfirborðshæð 2023) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2023 og 3 skipti veturinn 2018-19. Vel sést að sumarhraði 2017,-18, -19, -20, -21, -22 og 2023 er aukinn nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratuginn á undan, enn gæti framhlaup verið í aðsigi.	8
13. mynd.	Meðaltal láréttis yfirborðsskriðhraða sumarið 2023.	9
<b>Tafla I.:</b>	Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli til helstu vatnasviða.	7

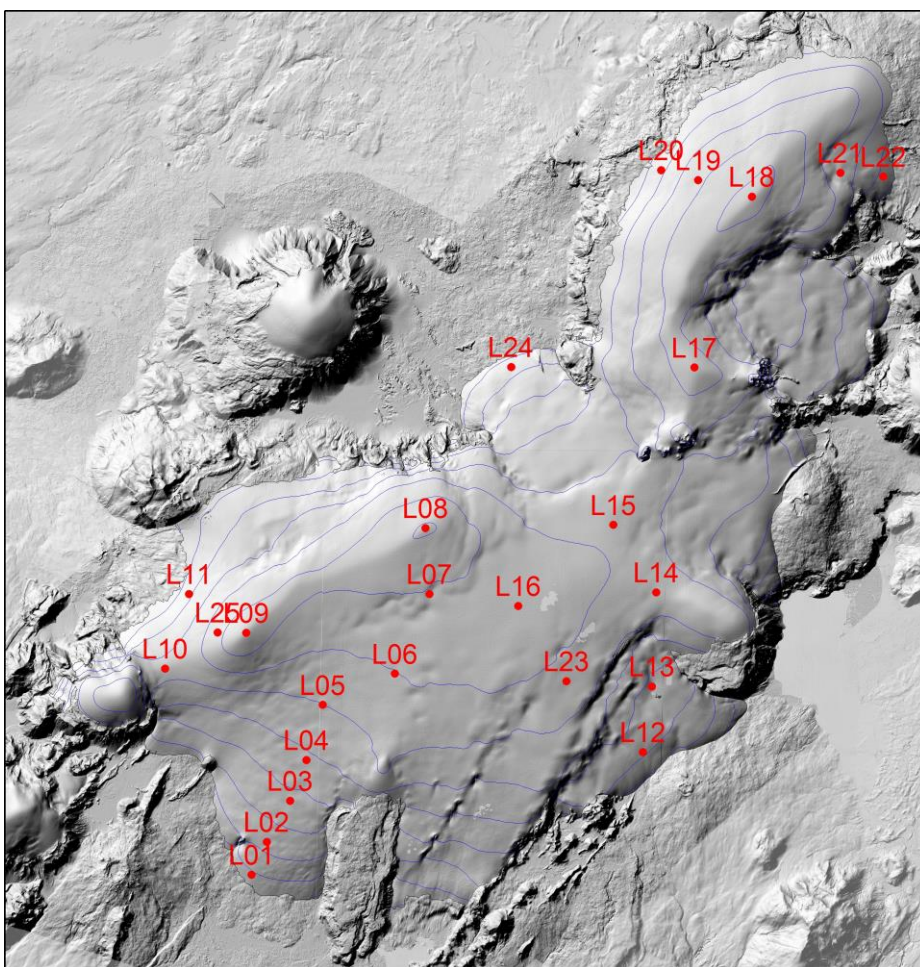
## 1. Inngangur.

Á árinu 2023 vann jöklahópur Jarðvísindastofnunar að afkomumælingum á Langjökli í samvinnu við Landsvirkjun. Dagana 19. - 20. 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 L1-GNSS-tækjum komið fyrir á mælistöðum L04, L05 og L26 til að meta hreyfingu.

Á 1. mynd sést lega afkomumælistaða, sem dreift er þannig að sem best mynd fái af breytileika afkomu frá austri til vesturs og á suður og norðurhvelum jökulsins. Meðalísskrið sumars var mælt með „Kinematic“ GNSS í afkomumælipunktum, auk þess sem yfirborðshæðarsniðum var safnað með „Kinematic“ GNSS mælingum bæði vor og haust í akstursleiðum milli mælipunkta (sjá mynd í viðauka C).

Að vormælingum unnu Finnur Pálsson (JH), Andri Gunnarsson (LV), Sveinbjörn Steinþórsson (JH) og Hlynur Skagfjörð (HSSR). Farartæki voru snjóbíll HSSR og 2 vélsleðar LV.

Haustmælingarnar voru unnar 16. október á þrem vélsleðum LV. Nær engin nýsnjó var á neðri hluta jökulsins en að ríflega 1 m þar sem mest var á safnsvæðinu. Flestar plaststikur stóðu uppréttar, en nokkrar hafði lagst niður en fundust með RECCO leitartæki. Leiðangursmenn haustmælinga voru Andri Gunnarsson (LV), Finnur Pálsson og Sveinbjörn Steinþórsson (JH). Finnur Pálsson vann úrvinnslu og túlkun mæligagna auk ritunar skýrslu.



1. mynd. Lega afkomu- og skriðmælistaða á Langjökli 2023. Í bakgrunni er skuggamynd hæðarlíkans jökuls frá síðsumri 2021.



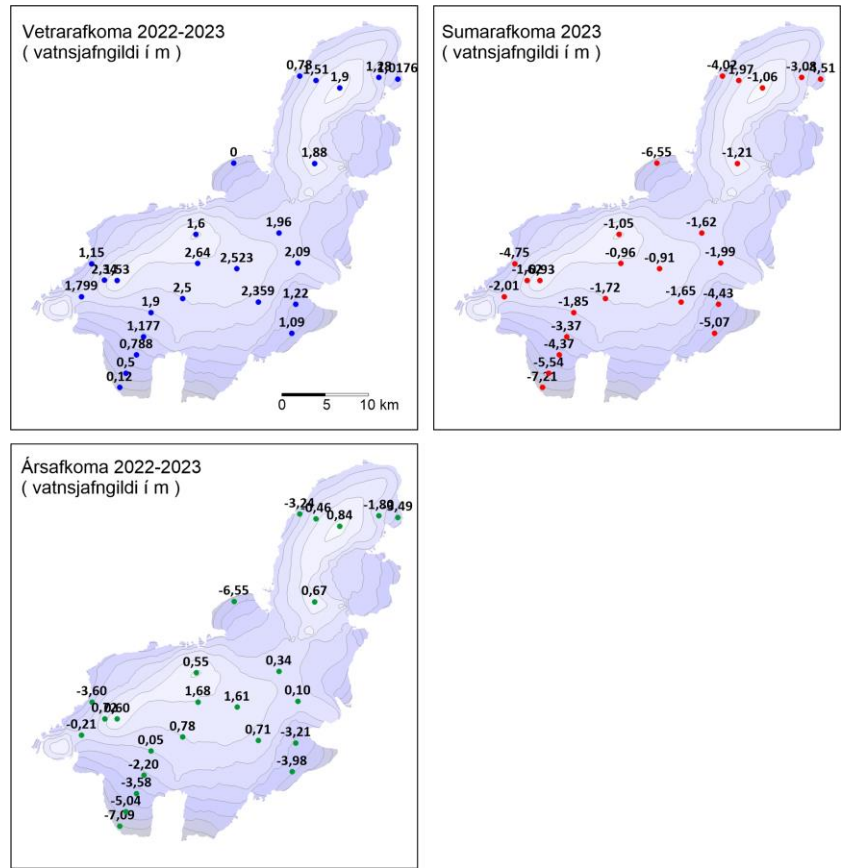
## 2. Afkomumælingar.

Afkoma var mæld á hefðbundinn hátt. Að vori var tekinn kjarni með rafknúnum kjarnabor gegnum árlagið og vatnsgildi snævarins fundið. Á ákomusvæðum voru settar plaststikur 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, auk eðlismassa fyrninga þar sem við á.

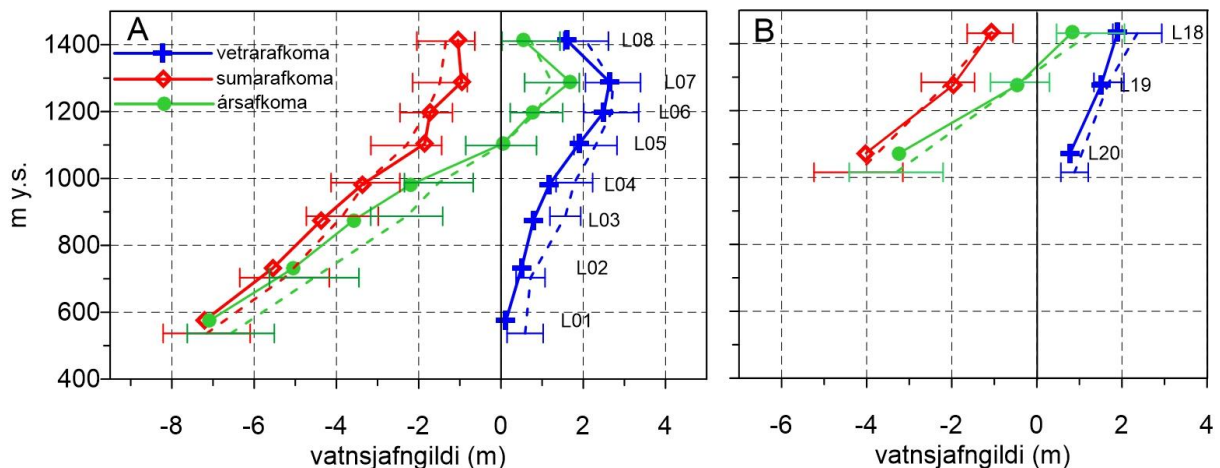
Niðurstöður afkomumælinga í einstökum mælipunktum eru sýndar á 2. mynd og töflu í viðauka A. Á 3. mynd er sýnd afkoma á sniði frá sporði V-Hagafellsjökuls upp á miðja suðurbungu jökulsins og einnig frá vestursporði norðurhvels Langjökuls upp á hábungu hans.

Vetrarafkoma var langt undir meðallagi (1 std.) í mælitöðvum nema á hæðarbilinu 12-1300 m þar sem hún var í meðallagi.

Leysing sumars á suðurhvelinu var vel umfram meðallag neðantil en talsvert undir því ofanvert, en í meðallagi á norðurhvelinu. Ársafkoman er víðast um vel undir meðallagi neðan 1100 m hæðar en víðast nærri meðallagi ofan 1100 m.



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



3. mynd. Afkoma jökulárið 2022-23 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 2021-22 er sýnt með brotnum línum og staðalfrávik mæliraðar í hverjum punkti með láréttum línum.

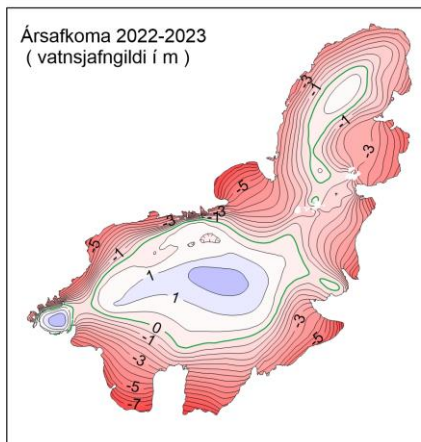
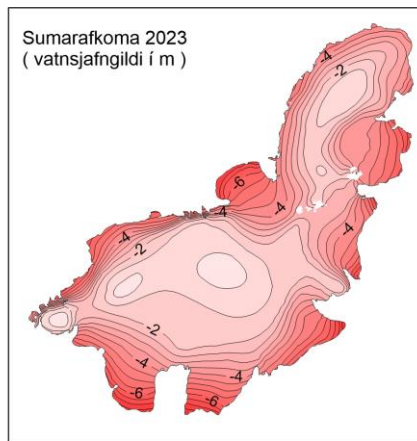
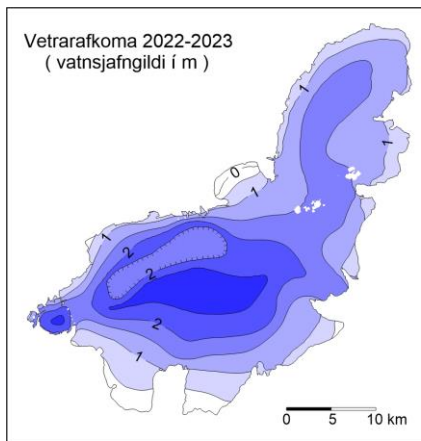


### 3. Samandregnar niðurstöður afkomumælinga.

Eftir mæligildum í afkomumælipunktunum eru gerð stafræn kort til reikninga á rúmmáli afkomu og til að lýsa sumarleysingu á einstökum vatnasviðum. Afkoma Langjökuls 2022-2023 var:

$$\begin{aligned} \mathbf{B}_w &= 1,25 \text{ km}^3 \text{ eða } \mathbf{b}_w = 1,53 \text{ m} \\ \mathbf{B}_s &= -2,43 \text{ km}^3 \text{ eða } \mathbf{b}_s = -2,96 \text{ m} \\ \mathbf{B}_n &= -1,17 \text{ km}^3 \text{ eða } \mathbf{b}_n = -1,43 \text{ m} \end{aligned}$$

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



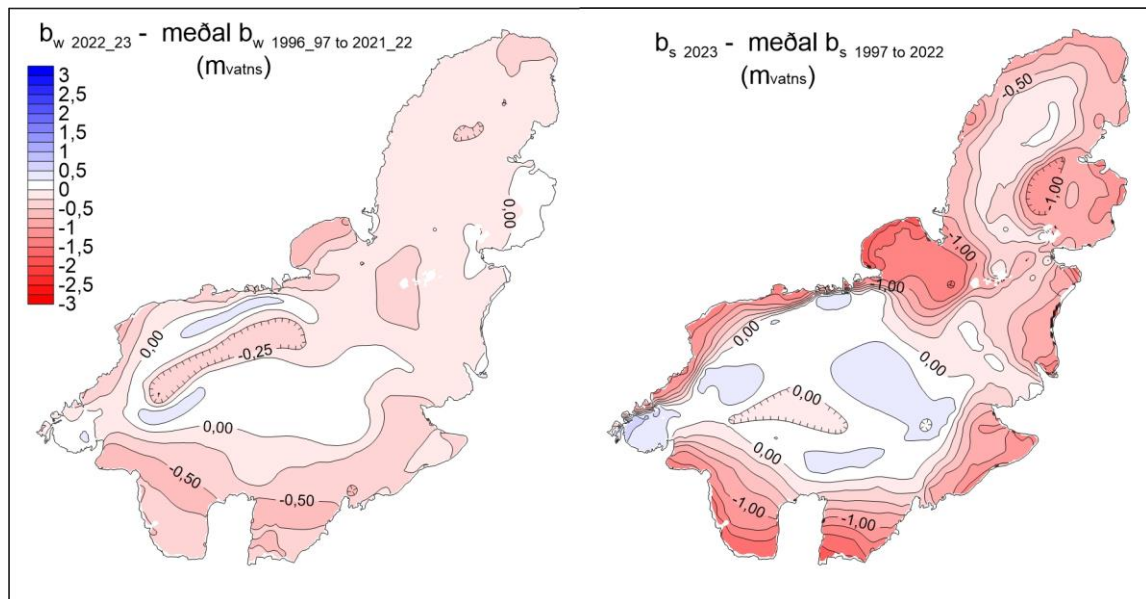
Til samanburðar voru gildi fyrri ára:

	$b_w$ (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
2018-19	1,79	-4,02	-2,23
2019-20	1,81	-2,37	-0,56
2020-21	1,69	-3,48	-1,79
2021-22	2,49	-2,44	0,05

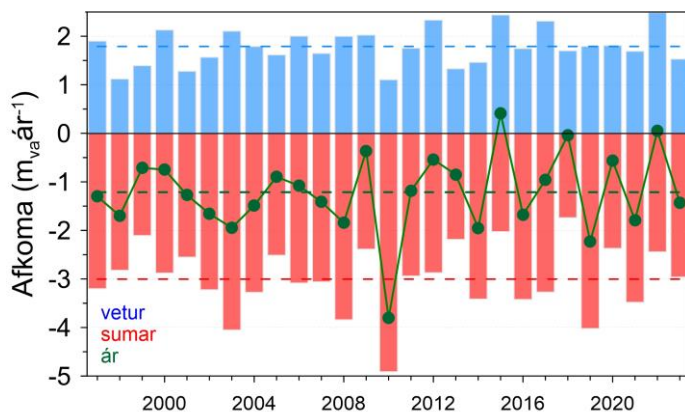
**Meðaltal 1,79 -3,00 -1,21**

#### 4. mynd. Kort sem sýna dreifingu vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2022-2023.

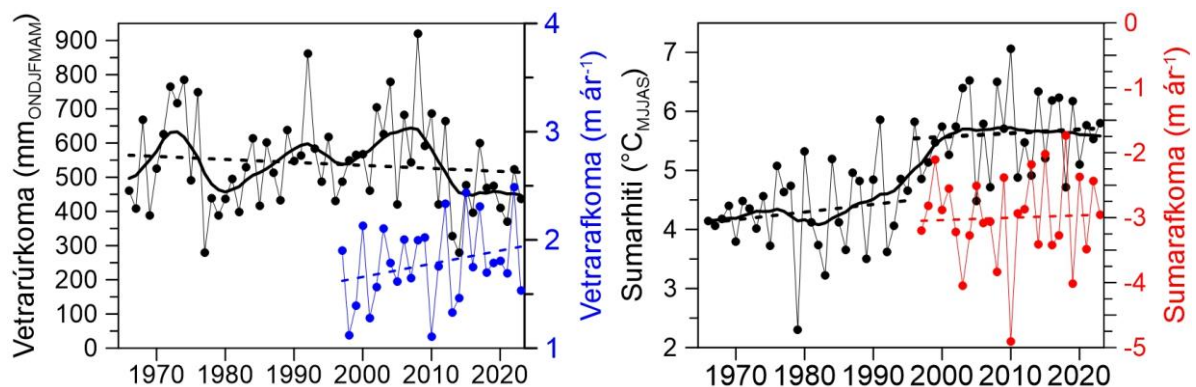
Vetrarsnjór veturinn 2022-23 á Langjökli var um 86% af meðallagi (myndir 4, 5 og 6). Mestur snjór var á suðursléttunni ofan meðaljafnvægislínu, en verulega hefur skafið af brattri suðurhábungunni sem líklega má skýra með verulegum hluta snjókomunnar í köldum norðlægum áttum. Á 7. mynd er vetrarafkoma 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 snjósofnun á Langjökli sýnir hneigð uppá við á afkomumælítímanum frá 1996-1997, sem einnig má greina þrep uppá við í meðalúrkomu eftir 2010.



5. mynd. Vinstra kortið sýnir mismun vetrarafkomu 2022-2023 og meðalvetrarafkomu frá 1996-97 (rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði, blár meiri). Hægra kortið sýnir mismun sumarafkomu 2023 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði, blár minnni leysing).



6. mynd. Afkoma jökuláranna 1996\_97 til 2022\_23. Brotalínur sýna meðaltal mælitímans.



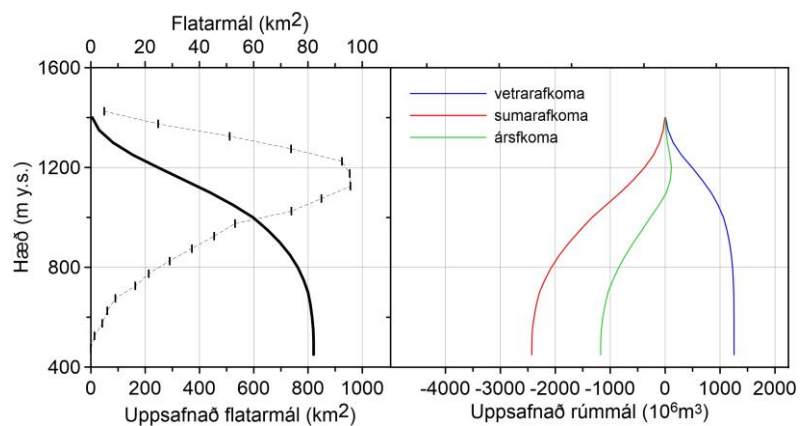
7. mynd. Vetrarúrkoma (október - maí) og sumarhiti (maí - september) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2022-2023. Heildregnu línurnar eru 11 ára keðjumeðaltöl (þríhyrningsvægi) og brotalínur sýna hneigð. Veðurgögn eru frá Veðurstofu Íslands.

Sumarrýrnun var í meðalagi mælitímans (99%, 5. mynd). Sumarveðrið einkenndist af stillum og bjartveðri með litlum lægðagangi eftir júní sem var umhleyplingasamur, í kaldara móti og sólarlíttill. Leysing á blásporðum sem var verulega umfram meðallag stafar væntanlega af hlýjum vindasömum haustmánuðum og því leysingu vegna skyn og dulvarma. Sólgeislun er ríkjandi orkugjafi sumarleysingar en skýjahula dregur verulega úr henni. Meðalsumarhiti á Hveravöllum (maí – september) 2023 var 5,8 °C, sem er 0,2 °C yfir meðallagi 1997 til 2022 (7. mynd, mælingar Veðurstofu Íslands).

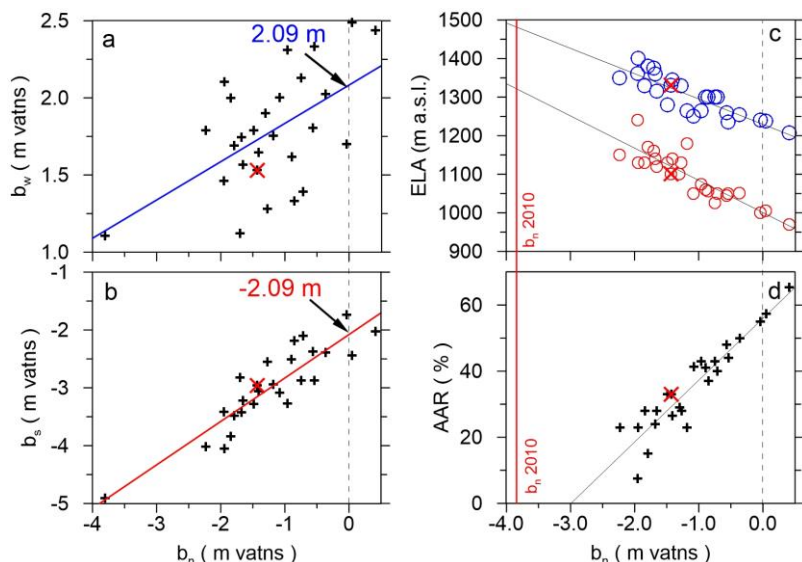
Á jökulárinu var ársafkoma -1,43 m sem er 18% umfram meðalrýrnun mælitímans (1,21 m). Á 8. mynd er sýnd flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu 2022-23 með hæð. Flatardreifingar eru unnar eftir yfirborðskorti Langjökuls fyrir síðsumar 2021; nýtt hæðarlíkan var unnið eftir hæðarlíkanum úr gerfihnattamyndum og GPS sniðmælingum frá sumarafkomumælileiðangrinum haustið 2021.

Á 9. mynd er sýnt samband milli ársafkomu annars vegar og: a. vetrarafkomu, b. sumarafkomu, c. hæð jafnvægislínu (ELA) og d. hlutfalls safnsvæðis af heildarflatarmáli jökulsins (AAR). Samhengi milli þessara stærða má nálgast línulega 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 ekkert).

Þessar einföldu nálganir benda til að AAR væri nærri 56 % (nú 33 %) og hæð jafnvægislínu á sunnanverðum jöklinum um 1000 m (nú 1101m) ef afkoma Langjökuls væri í jafnvægi miðað við núverandi lögun (ársafkoma væri 0). Af mynd 9 a og b má ráða að til að halda jafnvægi við núverandi lögun jökulsins þyrfti vetrarafkoma og sumarrýrnun að vera 2,09 m vatns.



8. mynd. Flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð 2022-2023. (Yfirborð apríl 2020, jadar 2023).



9. mynd. Samhengi ársafkomu og: a. Vetrarafkomu, b. Sumarafkomu, c. Hæð jafnvægislínu (rautt suðurhvel, blátt norðurhvel), d. Hlutfall safnsvæðis af heildarflatarmáli (AAR). Punktar jökulársins 2022-23 eru á öllum myndunum merktir með x.

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), 2017-18 var hún mjög nærri núlli og aftur 2021-22 rétt umfram 0.

Samtals hefur jökullinn á 27 árum rýrnað vegna ofanbráðar um  $\sim 32,9$  m eða  $29,03 \text{ km}^3$  (vatnsjafngildi). Þetta svarar til  $32,3 \text{ km}^3$  af ís, sem er nærri 16,6 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,61 % ári.

#### 4. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli sumarið 2022.

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 hæðar hans). Sem dæmi var sumarið 2018 þegar leysing var lítil, með viðvarandi votviðri og ítrekað snjóaði á ofanverðan jökulinn um sumarið er líklegt að um verulegt vanmat sé að ræða. Þetta á ekki við um sumarið 2019, sem var mjög þurrt og leysing með mesta móti.

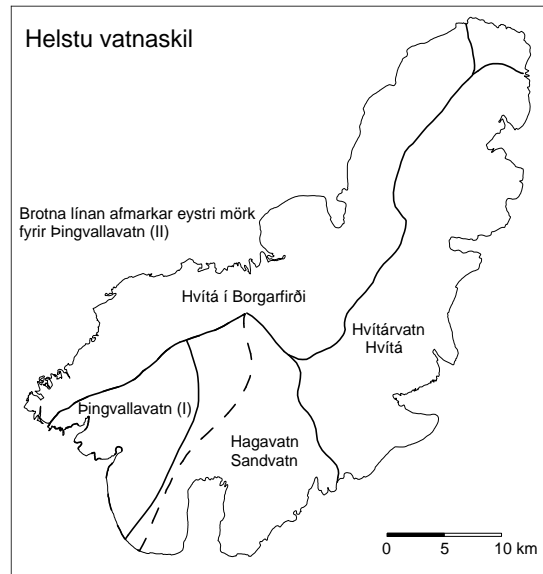
Jökulleysing (metin eftir sumarafkomu) skilaði að jafnaði  $183 \text{ m}^3/\text{s}$  frá Langjökli sumarið 2023 eða  $67 \text{ m}^3/\text{s}$  jafnað yfir heilt ár. Frá jöklinum runnu því að jafnaði um  $94 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$  af jökulbráð.

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 Þingvallavatns er afmarkað á tvo vegu. Annars vegar eru vatnaskil á sporði vestari Hagafellsjökuls ákvörðuð út frá rennsli í ám sem greinilega sjást á kortum og flugmyndum (kallað vatnasvið Þingvallavatns (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 (vatnasvið Þingvallavatns (II)). Reiknað var sumarleysingavatn frá jöklinum til helstu vatnasviða: Hagavatns og Sandvatns (eystra), vatnasviðs Þingvallavatns, Hvítár í Borgarfirði, Hvítárvatns, Hvítár í Árnassýslu og Blöndu nyrst á jöklinum.

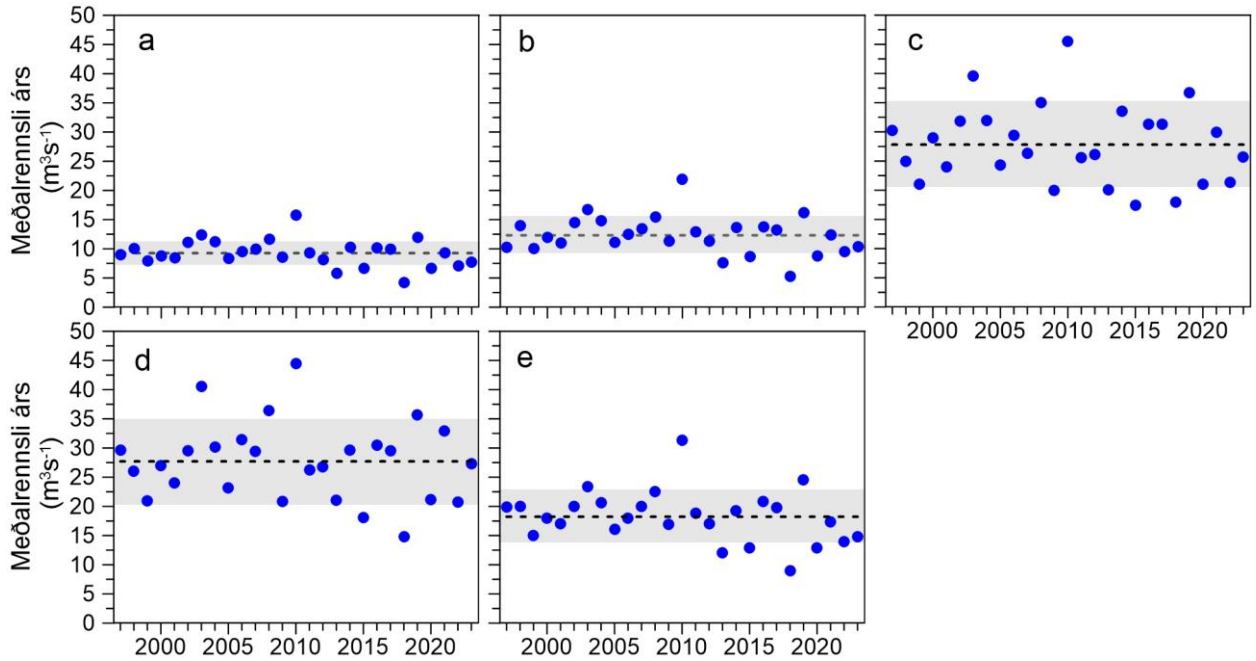
Í töflu I. eru settar fram tölur um leysingavatn sumurin 1997 til 2023. Meðalafrennsli á flatareiningu sumarið 2023 var breytilegt milli vatnasviða frá  $82$  til  $109 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$ . Töflur um afrennsli leysingarvatns frá helstu vatnasviðum eftir hæðarbilum eru í viðauka E. Meðalafrennsli á flatareiningu hefur verið á bilinu  $55$ - $158 \text{ ls}^{-1}\text{km}^{-2}$  frá því mælingar hófust 1997. Staðalfrávik rennslisbreytileika er  $\sim 25\%$  meðalrennslis hvers vatnasviðs, minnsta afrennsli mælitímans  $\sim 50\%$  meðaltals en það mesta  $\sim 65\%$  umfram meðallag.

Á 11. mynd er sýndur breytileiki meðal-ársafrennslis leysingarvatns  $Q_a$ . Jafnað yfir árið var afrennsli leysingar: a: Vatnasvið Þingvallavatns (I)  $7,7 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ; b: Vatnasvið Þingvallavatns (II)  $10,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ; c: Hvítá í Borgarfirði  $25,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ; d: Hvítárvatn, Hvítá  $27,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ ; e: Hagavatn, Sandvatn  $14,8 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ , Blanda  $1,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ .



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





11. mynd. Meðalársafrennsli leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2023 metið eftir sumarafkomu. Brotalína sýnir meðaltal og grá umlykja staðalfrávik breytileika (um 25% meðaltals fyrir öll vatnasviðin). a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn.

Tafla I. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli til helstu vatnasviða metin eftir sumarafkomu.

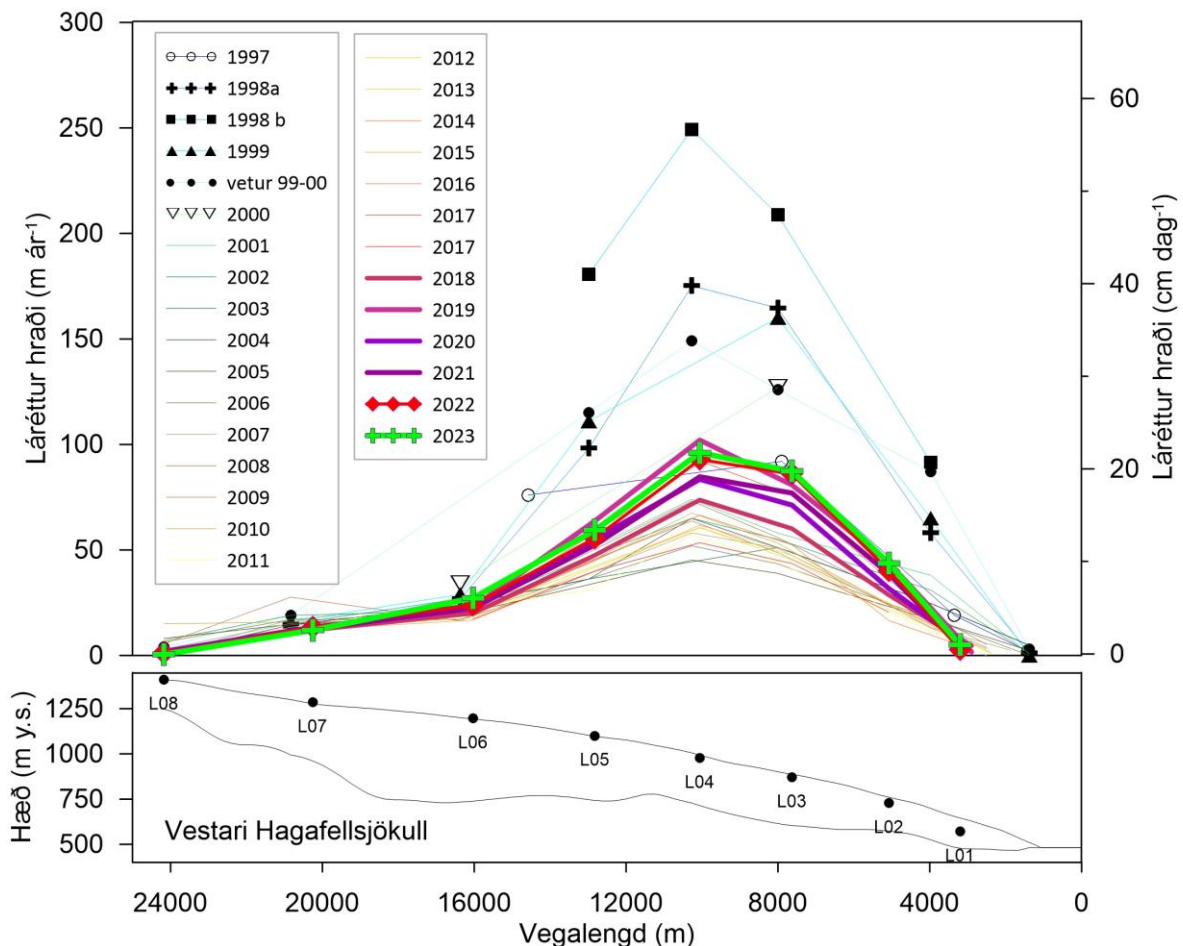
Flatarmál (km <sup>2</sup> )	Heildarafrennsli metið eftir sumarafkomu																							ΣQ <sub>s</sub> (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )										
Ár:	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23							
<b>A</b>	100	95	91	89	86	85	<b>83</b>	284	326	248	277	269	351	390	355	262	298	312	366	271	496	294	258	184	324	211	322	313	135	377	210	293	225	<b>244</b>
<b>B</b>	146	139	135	133	129	128	<b>126</b>	326	435	331	377	357	456	526	467	353	394	425	488	358	690	406	356	242	430	275	433	416	165	511	278	392	301	<b>326</b>
<b>C</b>	315	305	295	288	284	281	<b>278</b>	957	796	663	927	771	1002	1248	1007	768	928	830	1104	629	1433	807	825	632	1058	551	989	989	567	1157	662	943	673	<b>812</b>
<b>D</b>	295	294	289	289	280	279	<b>276</b>	934	816	660	842	751	931	1280	952	733	991	929	1149	658	1402	829	845	666	934	570	962	931	468	1125	666	1037	654	<b>861</b>
<b>E</b>	197	190	184	182	174	173	<b>171</b>	627	634	488	560	526	631	738	652	507	567	630	709	533	989	593	537	381	609	407	658	623	283	773	408	548	439	<b>468</b>
Meðalrensli sumars (maí-september, 5 mánuðir)																																		
	Q <sub>s</sub> (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )																																	
<b>A</b>	22	25	19	21	20	27	30	27	20	23	24	28	20	38	22	20	14	25	16	24	24	10	29	15,9	21	17	<b>18</b>							
<b>B</b>	25	33	25	29	27	35	40	35	27	30	32	37	27	52	31	27	18	33	21	33	31	13	39	21	30	23	<b>25</b>							
<b>C</b>	72	60	50	70	58	76	94	76	58	70	63	84	48	108	61	62	48	80	42	75	75	43	88	50	71	51	<b>61</b>							
<b>D</b>	71	62	50	64	57	70	97	72	55	75	70	87	50	106	63	64	50	71	43	73	70	35	85	50	78	49	<b>65</b>							
<b>E</b>	47	48	37	42	40	48	56	49	38	43	48	54	40	75	45	41	29	46	31	50	47	21	58	31	41	33	<b>35</b>							
Meðalrensli (dreift yfir eitt ár)																																		
	Q <sub>a</sub> (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )																																	
<b>A</b>	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	6,7	9,3	7,1	<b>7,7</b>							
<b>B</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	8,8	12,4	9,5	<b>10,3</b>							
<b>C</b>	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	21,0	29,9	21,4	<b>25,8</b>							
<b>D</b>	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	21,1	32,9	20,7	<b>27,3</b>							
<b>E</b>	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	13,0	17,4	13,9	<b>14,8</b>							
Meðalafrennsli á flatareiningu jökuls (12 mánuðir)																																		
	q <sub>s</sub> (ls <sup>-1</sup> km <sup>-2</sup> )																																	
<b>A</b>	90	103	79	88	85	111	124	113	83	95	105	123	91	167	103	90	64	113	74	113	111	48	134	78	109	84	<b>93</b>							
<b>B</b>	71	94	72	82	78	99	114	102	76	86	97	111	82	157	95	84	57	101	65	102	99	39	122	68	97	74	<b>82</b>							
<b>C</b>	96	80	67	93	78	101	126	101	77	93	86	114	65	149	87	89	68	114	59	106	109	63	128	74	106	76	<b>93</b>							
<b>D</b>	100	88	71	91	81	100	138	102	79	106	100	124	71	151	91	93	73	102	63	106	102	51	123	75	118	74	<b>99</b>							
<b>E</b>	101	102	79	90	85	102	119	105	82	91	105	118	89	165	102	92	65	105	70	113	108	49	134	74	101	81	<b>87</b>							

A: Þingvallavatn-I; B: Þingvallavatn-II; C: Hvítá í Borgarfirði; D: Hvítárvatn, Hvítá; E: Hagavatn, Sandvatn.  
 (ath: flatarmál vatnsviða árið 2023 eru unnin eftir stafrænu hæðarlíkani af Langjökli fyrir haust 2021 en jaðri haustið 2023)

## 5. Hraðamælingar.

Yfirborðshreyfing jökulsins var mæld í öllum afkomumælistöðvum, með nákvæmri GPS mælingu á staðsetningu stika og víra að vori og hausti (mælingar í L15 og L16 tókust ekki um vorið vegna bilunar í tækjabúnaði). 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 hraðinn er að jafnaði lægri en jafnvægishraðinn safnast fyrningar á ákomusvæði, jökullinn verður æ brattari og stefnir í framhlaup. Yfirlitsmyndir hraða og hæðarbreytingar 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 2023 (sjá einnig fyrstu mynd í viðauka F). Árið 2016 varð vart við lítilla aukinn skriðhraða mælistöðva L04 og L03 og þarna varð líka vart við sprungumyndun í mællileiðangri 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 hæðarlínunum voru greinilegar í leiðangri í október 2017. Þetta voru álitin fyrstu merki um að framhlaup væri að hefjast. Ef það er rétt



12. mynd. Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari (yfirborð 1997, punktar sýna yfirborðshæð 2020) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2020 og 3 skipti veturinn 2017-18. Vel sést að sumarhraði 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022 og 2023 er aukinn, einkum 2017 og 2019, nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratugin á undan, enn gæti framhlaup verið í aðsigi.

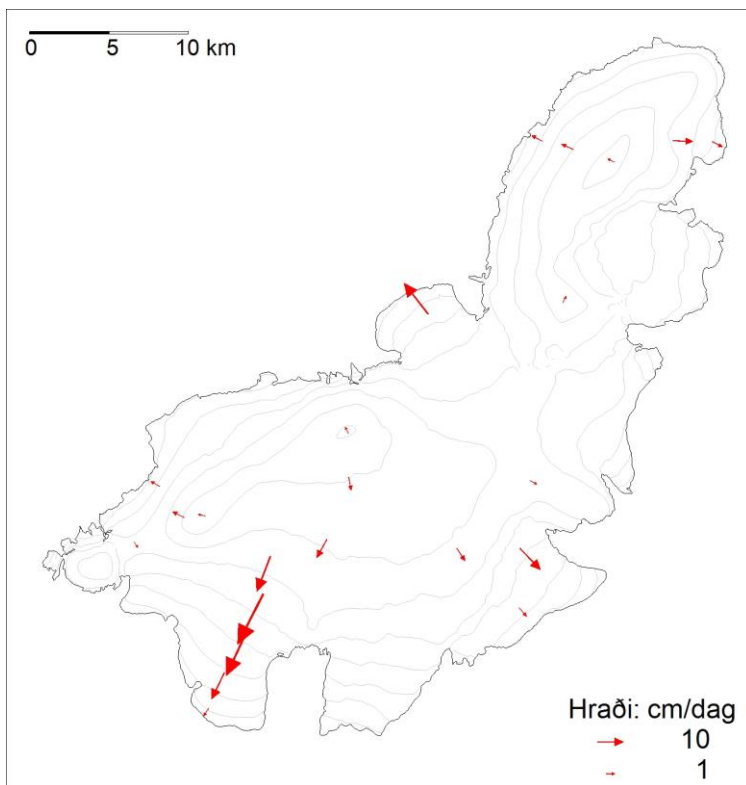
hefur atburðarásin tafist sumarið 2018, hugsanlega vegna fádæma lítils leysingavatns, því hraðinn sumarið 2018 var mun lægri en 2017.

Hraðinn tók aftur við sér sumarið 2019, var nær tvöfaldur meðalhraðinn við mælistaði L02 til L05 og nú sumarið 2023 er hraðinn enn aukin þó hann nái ekki hraðanum sem var hið óvenju mikla leysingasumar 2019. Þannig er enn vísbending um að framhlaup sé í aðsigi.

Þó má hafa í huga að 0-balance ELA er nærri 1000 m hæð og þannig nærri stikum 4 og 5; þarna varð hraðinn mestur sumarið 2019. Hraðinn á þessu svæði hefur síðust árin verið tölvert aukinn frá áratuginum eftir framhlaupið 1998-2000 (sem þó náði aldrei niður á sporð, ólíkt framhlaupinu 1980-81). Það má hugsa hvort nú sé í gangi sé eins konar lághraða framhlaup, sem nær að viðhalda ísþykkt á hæðarbilinu neðan jafnvægislínu en ofan ~ 800 m.

Á 13. mynd eru sýndir hraðavigrar sumars 2022 í öllum mælistöðvum.

Mæld staðsetning afkomumælistaða vor og haust eru gefin í viðauka C og hraði í viðauka D. Ennfremur eru í viðauka F myndir sem rekja breytileika yfirborðshæðar og hraða í öllum mælistöðvum frá upphafi mælinganna 1997.



13. mynd. Meðaltal lárétts yfirborðshraða sumarið 2023.

Vegna líklegs framhlaups var vorið 2019 komið fyrir nokkrum sítandi GPS tækjum við valda afkomumælistaði og endurtekið 2020, 2021, 2022 og nú 2023, í L05, L04 og L26 eins fasa EMLID (NV08C-CSM móttakari) tæki með möguleika á um ~dm nákvæmni með eftirá leiðréttingu.

Úrvinnslu þessara mælinga er ekki lokið nú þegar þessi skýrsla er skrifuð.



## 6. Lokaorð.

Yfirborðsafkoma Langjökuls á jökulárinu 2022-2023 reyndist neikvæð um 1,34 m að vatnsgildi. Þetta er 25 ár neikvæðrar afkomu þau 27 ár frá því mælingar hófust 1996-97.

Vetrarafkoman var 1,53 m vatns, eða 86 % meðaltali mælitímanna (frá 1996-1997), en rýrnun vegna sumarafkomu -2,96 m vatns sem er rétt tæplega í meðallagi (99%).

Samtals hefur jökullinn á 29 árum rýrnað vegna ofanbráðar um ~32,9 m eða 29,03 km<sup>3</sup> (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 33 km<sup>3</sup> af ís, sem er nærri 16,6 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,61 % ári.

Þetta ár voru fyrningar eftir jökulárið á 33% yfirborðsins; hæð jafnvægislínu á suðurhluta jökulsins (vestari Hagafellsjökli) var ~1100 m en ~1330 m á norðurhvelinu (Baldjökli).

Meðalársafrennsli leysingarvatns (metið eftir sumarafkomu) var um 64 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> eða 77 ls<sup>-1</sup>km<sup>-2</sup> jafnað yfir heilt ár. Skriðhraðamælingar á Vestari-Hagafellsjökli benda enn til að framhlaup geti verið í aðsigi, skriðhraði sumarið 2023 var verulega umfram meðaltal, nærri og neðan jafnvægislínu, þó hann sé nokkuð lægri en hið mikla leysingasumar 2019.

**Viðauki A : Afkoma í mælipunktum 2022-2023.**

$b_w$ : 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)	nýsnjó (m)		
L01	64	30,980	20	26,752	575	20230419	20231016	0,120	-7,212	-7,092	0,053
L02	64	31,876	20	25,871	732	20230419	20231016	0,500	-5,543	-5,043	0,088
L03	64	33,031	20	24,421	875	20230419	20231016	0,788	-4,370	-3,582	0,105
L04	64	34,165	20	23,425	982	20230419	20231016	1,177	-3,373	-2,196	0,105
L05	64	35,691	20	22,473	1104	20230419	20231016	1,900	-1,855	0,045	0,210
L06	64	36,594	30	17,924	1199	20230419	20231016	2,500	-1,720	0,780	0,245
L07	64	38,797	20	15,816	1288	20230420	20231016	2,640	-0,957	1,684	0,245
L08	64	40,607	20	16,156	1413	20230420	20231016	1,600	-1,048	0,553	0,228
L09	64	37,630	20	27,472	1379	20230420	20231016	1,530	-0,926	0,605	0,228
L10	64	36,574	20	32,583	1125	20230419	20231016	1,799	-2,009	-0,210	0,105
L11	64	38,649	20	31,187	978	20230419	20231016	1,150	-4,750	-3,600	0,070
L12	64	34,566	20	1,995	812	20230419	20231016	1,090	-5,070	-3,978	0,018
L13	64	36,366	20	1,495	869	20230419	20231016	1,220	-4,433	-3,213	0,035
L14	64	38,954	20	1,325	1151	20230419	20231016	2,090	-1,993	0,098	0,175
L15	64	40,790	20	4,136	1183	20230419	20231016	1,960	-1,622	0,338	0,210
L16	64	38,519	20	10,128	1262	20230419	20231016	2,523	-0,911	1,612	0,245
L17	64	45,154	19	59,115	1358	20230420	20231016	1,880	-1,211	0,670	0,315
L18	64	49,877	19	55,585	1435	20230420	20231016	1,900	-1,062	0,839	0,210
L19	64	50,314	19	59,068	1276	20230420	20231016	1,510	-1,966	-0,456	0,294
L20	64	50,582	20	1,496	1073	20230420	20231016	0,780	-4,020	-3,240	0,228
L21	64	50,562	19	49,911	1146	20230420	20231016	1,280	-3,080	-1,800	0,210
L22	64	50,473	19	47,154	974	20230420	20231016	1,018	-4,510	-3,492	0,088
L23	64	36,478	20	6,963	1161	20230419	20231016	2,359	-1,651	0,709	0,245
L24	64	45,090	20	10,854	754	20230420	20231016	0,000	-6,552	-6,552	0,035
L25	64	37,630	20	29,295	1269	20230419	20231016	2,340	-1,619	0,722	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<sup>3</sup>.

## Viðauki B : Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2022-2023.

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

Hæðarbil ( m y. s.)			$\Delta S$ ( $\text{km}^2$ )	$\Sigma\Delta S$ ( $\text{km}^2$ )	bw (mm)	bs (mm)	bn (mm)	$\Delta B_w$ ( $10^6\text{m}^3$ )	$\Sigma\Delta B_w$ ( $10^6\text{m}^3$ )	$\Delta B_s$ ( $10^6\text{m}^3$ )	$\Sigma\Delta B_s$ ( $10^6\text{m}^3$ )	$\Delta B_n$ ( $10^6\text{m}^3$ )	$\Sigma B_n$ ( $10^6\text{m}^3$ )
1400	1450	1425	5,0	5,0	1789	-1068	720	8,9	8,9	-5,3	-5,3	3,6	3,6
1350	1400	1375	24,8	29,8	1757	-1208	549	43,5	52,5	-29,9	-35,3	13,6	17,2
1300	1350	1325	51,2	81,0	1825	-1339	485	93,5	146,0	-68,6	-103,9	24,9	42,1
1250	1300	1275	73,8	154,8	2037	-1477	560	150,5	296,5	-109,1	-213,0	41,4	83,5
1200	1250	1225	92,5	247,3	2111	-1767	343	195,4	491,8	-163,5	-376,5	31,8	115,3
1150	1200	1175	95,4	342,7	1905	-2139	-234	181,7	673,5	-204,0	-580,6	-22,3	93,0
1100	1150	1125	95,7	438,4	1708	-2449	-740	163,5	837,0	-234,4	-815,0	-70,9	22,1
1050	1100	1075	84,9	523,3	1489	-3057	-1567	126,5	963,5	-259,6	-1074,6	-133,1	-111,1
1000	1050	1025	73,9	597,2	1337	-3493	-2156	98,8	1062,4	-258,2	-1332,7	-159,3	-270,4
950	1000	975	53,1	650,3	1175	-3999	-2823	62,4	1124,7	-212,2	-1544,9	-149,8	-420,2
900	950	925	45,5	695,8	1023	-4440	-3416	46,5	1171,3	-201,9	-1746,8	-155,3	-575,5
850	900	875	37,2	733,0	895	-4752	-3856	33,3	1204,6	-176,9	-1923,7	-143,6	-719,1
800	850	825	29,0	762,0	776	-5103	-4326	22,6	1227,2	-148,2	-2072,0	-125,7	-844,8
750	800	775	21,4	783,4	624	-5557	-4933	13,3	1240,5	-118,7	-2190,7	-105,4	-950,2
700	750	725	16,4	799,8	498	-6003	-5505	8,2	1248,7	-98,3	-2289,0	-90,2	-1040,3
650	700	675	9,0	808,8	358	-6376	-6018	3,2	1251,9	-57,2	-2346,2	-54,0	-1094,3
600	650	625	6,1	814,9	253	-6763	-6510	1,5	1253,4	-41,3	-2387,5	-39,8	-1134,1
550	600	575	4,2	819,1	168	-7228	-7059	0,7	1254,1	-30,4	-2418,0	-29,7	-1163,8
500	550	525	1,4	820,5	152	-7574	-7421	0,2	1254,4	-10,6	-2428,6	-10,4	-1174,2
450	500	475	0,0	820,5	989	-6619	-5630	0,0	1254,4	-0,2	-2428,7	-0,1	-1174,3

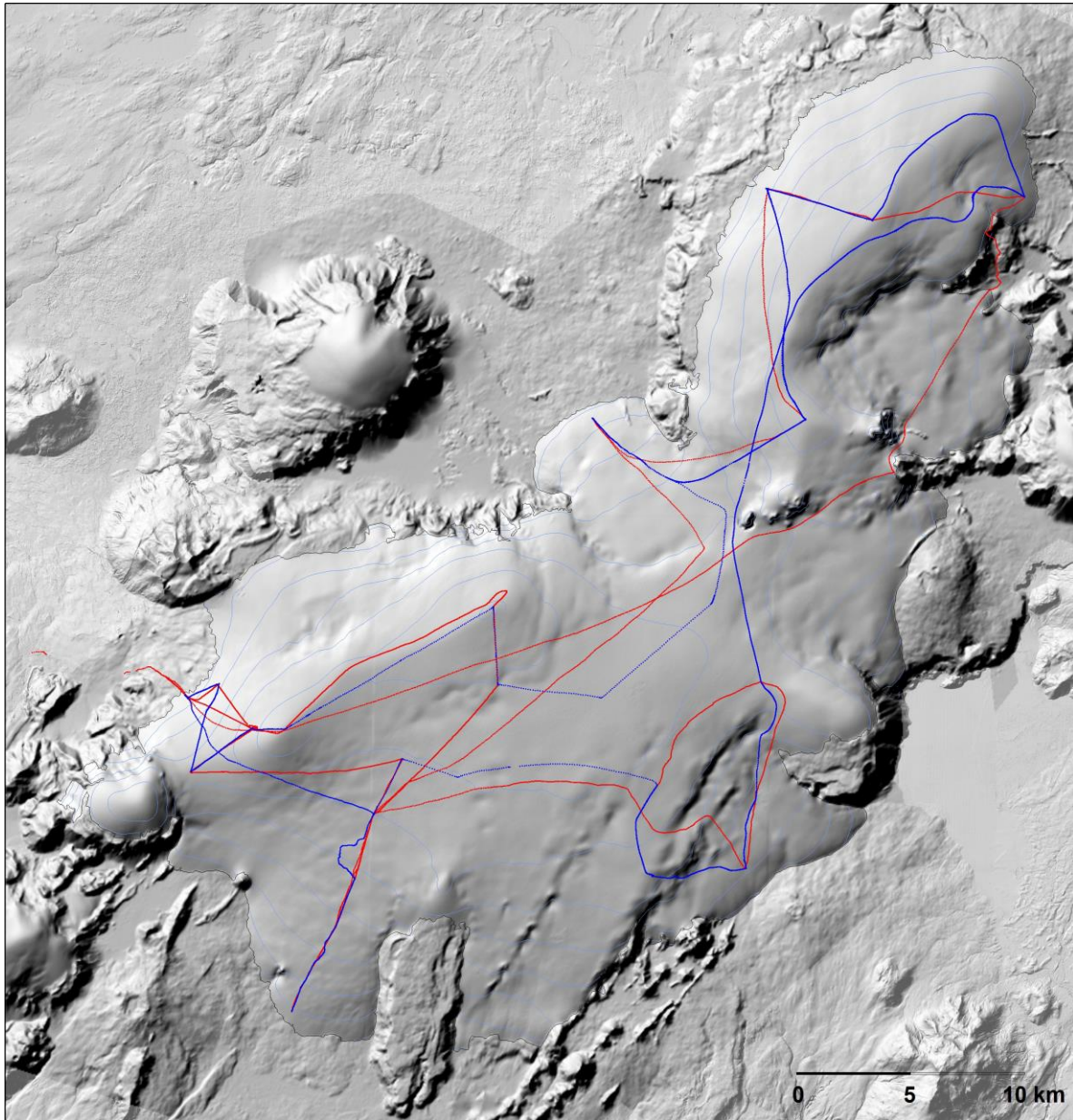
### Viðauki C: Hnit hraðamælipunkta jökulárið 2022-2023.

Mæld staðsetning mælistika á Langjökli jökulárið 2022-2023, GNSS mælingar. Nákvæmni er áætluð um 5 cm fyrir mælingar merktar K og FS (Kinematic eða faststatic GNSS nákvæmni nokkrir cm, Kfl. merkir mælingar þar sem nákvæmni er á dm skala)  $h_1$  er hæð yfir ellipsóíðu (ISNET-93, NKG96 Geóíða),  $\Delta L$  loftnetshæð og N áætlaður mismunur ellipsóíðu og geóíðuhæðar, ( $H=h_1-N-\Delta L$ ).

Stíka	Dags.	árs	Ár	Dagur	Breiddar- gráða	Lengdar- gráða	$h_1$ (m y. e.)	$\Delta L$ (m)	N (m)	H (m y. s.)	
L01-23	20,51	19	4	109	2023	64 30,97951	20 26,75163	641,77	0,00	-67,07	574,70 K
L01-23	17,72	16	10	289	2023	64 30,97838	20 26,75318	633,90	0,00	-67,07	566,83 K
L02-23	18,12	19	4	109	2023	64 31,87550	20 25,87053	798,44	-0,90	-67,11	732,22 K
L02-23	17,91	16	10	289	2023	64 31,86496	20 25,88175	791,44	0,00	-67,11	724,33 K
L03-23	17,50	19	4	109	2023	64 33,03140	20 24,42092	941,23	-0,90	-67,17	874,96 K
L03-23	18,14	16	10	289	2023	64 33,01015	20 24,44243	933,20	0,00	-67,16	866,04 K
L04-23	17,15	19	4	109	2023	64 34,16509	20 23,42492	1048,06	-0,90	-67,21	981,75 K
L04-23	18,62	16	10	289	2023	64 34,14213	20 23,45074	1040,24	0,00	-67,21	973,02 K
L05-23	20,91	19	4	109	2023	64 35,69061	20 22,47308	1171,24	0,00	-67,25	1103,99 K
L05-23	18,85	16	10	289	2023	64 35,67577	20 22,48526	1164,53	0,00	-67,25	1097,27 K
L06-23	11,38	19	4	109	2023	64 36,59363	30 17,92357	1265,91	0,00	-67,27	1198,63 K
L06-23	16,45	16	10	289	2023	64 36,58727	20 17,93149	1261,86	0,00	-67,27	1194,58 K
L07-23	10,60	20	4	110	2023	64 38,79697	20 15,81647	1354,69	-0,90	-67,28	1288,31 K
L07-23	11,30	16	10	289	2023	64 38,79388	20 15,81499	1349,77	0,00	-67,28	1282,48 K
L08-23	11,67	20	4	110	2023	64 40,60662	20 16,15589	1479,84	-0,90	-67,27	1413,47 K
L08-23	11,07	16	10	289	2023	64 40,60673	20 16,15603	1475,92	0,00	-67,27	1408,65 K
L09-23	13,40	20	4	110	2023	64 37,63043	20 27,47236	1445,32	-0,90	-67,24	1378,98 K
L09-23	10,63	16	10	289	2023	64 37,63044	20 27,47253	1441,45	0,00	-67,24	1374,21 K
L10-23	14,13	19	4	109	2023	64 36,57413	20 32,58311	1191,21	-0,90	-67,15	1124,96 K
L10-23	10,31	16	10	289	2023	64 36,57410	20 32,58305	1186,66	0,00	-67,15	1119,51 K
L11-23	11,27	19	4	109	2023	64 38,64919	20 31,18688	1044,14	-0,90	-67,15	977,89 K
L11-23	9,90	16	10	289	2023	64 38,64998	20 31,19025	1038,24	0,00	-67,15	971,09 K
L12-23	18,35	19	4	109	2023	64 34,56586	20 1,99487	879,61	0,00	-67,16	812,45 K
L12-23	15,68	16	10	289	2023	64 34,56425	20 1,99163	874,25	0,00	-67,16	807,09 K
L13-23	17,68	19	4	109	2023	64 36,36642	20 1,49536	936,69	0,00	-67,20	869,49 K
L13-23	15,48	16	10	289	2023	64 36,35813	20 1,47603	930,46	0,00	-67,20	863,27 K
L14-23	16,74	19	4	109	2023	64 38,95385	20 1,32478	1218,36	0,00	-67,24	1151,12 K
L14-23	15,13	16	10	289	2023	64 38,95361	20 1,32367	1214,55	0,00	-67,24	1147,31 K
L15-23	11,67	16	10	289	2023	64 40,78669	20 4,14412	1245,33	0,00	-67,27	1178,07 K
L16-23	11,43	16	10	289	2023	64 38,51928	20 10,13306	1325,34	0,00	-67,28	1258,06 K
L17-23	10,99	20	4	110	2023	64 45,15438	19 59,11450	1425,35	0,00	-67,26	1358,09 K
L17-23	12,50	16	10	289	2023	64 45,15445	19 59,11442	1421,62	0,00	-67,26	1354,36 K
L18-23	12,90	20	4	110	2023	64 49,87672	19 55,58508	1502,11	0,00	-67,24	1434,86 K
L18-23	13,68	16	10	289	2023	64 49,87687	19 55,58580	1498,84	0,00	-67,24	1431,59 K
L19-23	12,07	20	4	110	2023	64 50,31358	19 59,06814	1343,60	0,00	-67,23	1276,38 K
L19-23	13,42	16	10	289	2023	64 50,31480	19 59,07469	1338,58	0,00	-67,23	1271,36 K
L20-23	11,61	20	4	110	2023	64 50,58239	20 1,49643	1139,73	0,00	-67,19	1072,54 K
L20-23	13,13	16	10	289	2023	64 50,58362	20 1,50208	1135,30	0,00	-67,19	1068,10 K
L21-23	13,75	20	4	110	2023	64 50,56198	19 49,91057	1213,67	0,00	-67,23	1146,44 K
L21-23	14,48	16	10	289	2023	64 50,56186	19 49,89499	1209,29	0,00	-67,23	1142,06 K
L22-23	14,82	20	4	110	2023	64 50,47311	19 47,15372	1041,19	0,00	-67,19	973,99 K
L22-23	14,12	16	10	289	2023	64 50,47209	19 47,14857	1036,15	0,00	-67,19	968,95 K

L23-23	15,87	19	4	109	2023	64	36,47836	20	6,96301	1228,32	0,00	-67,25	1161,07	K
L23-23	16,16	16	10	289	2023	64	36,47483	20	6,95749	1223,88	0,00	-67,25	1156,63	K
L24-23	10,12	20	4	110	2023	64	45,08953	20	10,85392	821,12	0,00	-67,21	753,91	K
L24-23	12,04	16	10	289	2023	64	45,10236	20	10,87807	813,75	0,00	-67,21	746,53	K
L25-23	12,38	19	4	109	2023	64	37,63007	20	29,29521	1334,90	-0,90	-67,21	1268,58	K
L25-23	10,49	16	10	289	2023	64	37,63146	20	29,30185	1329,11	0,00	-67,21	1261,90	K

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



Lega yfirborðshæðarsniða sem mæld voru 2023 með nákvæmum (~10 cm) GPS tækjum, snið mæld í afkomuleiðöngrum í apríl (rautt; einnig mæling yfir íshellinum 15. apríl) og október (blátt).

### Viðauki D: Mældur láréttur yfirborðshraði sumars á Langjökli 2023.

Stika	dagur		dagur		daga fjöldi	færsla (m)	láréttur (°)	hraði	
	dags.	árs	dags.	árs				(cm/dag)	(m/ári)
L01-23	230419	109	231016	289	180	2,43	211,00	1,35	4,93
L02-23	230419	109	231016	289	180	21,48	205,00	11,94	43,56
L03-23	230419	109	231016	289	180	42,94	204,00	23,86	87,08
L04-23	230419	109	231016	289	180	47,26	206,00	26,25	95,83
L05-23	230419	109	231016	289	180	29,15	199,00	16,19	59,11
L06-23	230419	109	231016	289	180	13,41	209,00	7,45	27,19
L07-23	230420	110	231016	289	179	5,84	168,00	3,26	11,91
L08-23	230420	110	231016	289	179	0,23	331,00	0,13	0,47
L09-23	230420	110	231016	289	179	0,14	278,00	0,08	0,28
L10-23	230419	109	231016	289	180	0,07	139,00	0,04	0,15
L11-23	230419	109	231016	289	180	3,06	299,00	1,70	6,20
L12-23	230419	109	231016	289	180	3,95	139,00	2,19	8,00
L13-23	230419	109	231016	289	180	21,76	135,00	12,09	44,12
L14-23	230419	109	231016	289	180	0,99	117,00	0,55	2,01
L17-23	230420	110	231016	289	179	0,14	26,00	0,08	0,29
L18-23	230420	110	231016	289	179	0,63	296,00	0,35	1,29
L19-23	230420	110	231016	289	179	5,65	294,00	3,16	11,52
L20-23	230420	110	231016	289	179	5,01	297,00	2,80	10,22
L21-23	230420	110	231016	289	179	12,32	91,00	6,88	25,12
L22-23	230420	110	231016	289	179	4,49	115,00	2,51	9,15
L23-23	230419	109	231016	289	180	7,88	146,00	4,38	15,98
L24-23	230420	110	231016	289	179	30,52	321,00	17,05	62,23
L25-23	230419	109	231016	289	180	5,88	296,00	3,27	11,93

## Viðauki E: Afrennsli vegna jökulleysingar sumarið 2023:

$\Delta S$ : flatarmál á gefnu hæðarbili,  $\Delta Q_s$ : afrennsli á gefnu hæðarbili,  $\Sigma Q_s$ : 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.		$\Delta S$ km <sup>2</sup>	S km <sup>2</sup>	$\Delta Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Sigma Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1400	1450	5,0	5,0	5,3	5,3
1350	1400	24,8	29,8	29,9	35,3
1300	1350	51,2	81,0	68,6	103,9
1250	1300	73,8	154,8	109,1	213,0
1200	1250	92,5	247,3	163,5	376,5
1150	1200	95,3	342,7	204,0	580,5
1100	1150	95,7	438,3	234,4	815,0
1050	1100	84,9	523,3	259,6	1074,6
1000	1050	73,9	597,2	258,2	1332,7
950	1000	53,1	650,2	212,2	1544,9
900	950	45,5	695,7	201,9	1746,8
850	900	37,2	732,9	176,9	1923,7
800	850	29,0	762,0	148,2	2072,0
750	800	21,4	783,3	118,7	2190,7
700	750	16,4	799,7	98,3	2289,0
650	700	9,0	808,7	57,2	2346,2
600	650	6,1	814,8	41,3	2387,5
550	600	4,2	819,0	30,4	2418,0
500	550	1,4	820,4	10,6	2428,6
450	500	0,0	820,4	0,2	2428,7



**Vatnasvið Þingvallavatns (I)**

Hæðarbil m y. s.		$\Delta S$ $\text{km}^2$	S $\text{km}^2$	$\Delta Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$	$\Sigma Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$
1350	1400	1,0	1,0	0,8	0,8
1300	1350	5,1	6,1	5,1	5,9
1250	1300	6,9	13,0	8,1	14,1
1200	1250	6,7	19,7	10,3	24,3
1150	1200	6,9	26,5	12,3	36,6
1100	1150	8,1	34,7	15,8	52,4
1050	1100	7,4	42,1	16,6	69,0
1000	1050	7,2	49,3	19,7	88,6
950	1000	6,1	55,4	20,3	108,9
900	950	6,3	61,7	24,2	133,1
850	900	6,2	67,9	27,2	160,3
800	850	5,3	73,2	25,5	185,8
750	800	4,4	77,6	23,1	208,8
700	750	2,9	80,5	16,4	225,3
650	700	1,4	81,9	8,8	234,0
600	650	0,9	82,8	5,8	239,9
550	600	0,6	83,4	4,1	244,0

### Vatnasvið Þingvallavatns (II)

Hæðarbil m y. s.		$\Delta S$ $\text{km}^2$	S $\text{km}^2$	$\Delta Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$	$\Sigma Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$
1400	1450	0,1	0,1	0,1	0,1
1350	1400	3,3	3,4	3,3	3,4
1300	1350	11,8	15,1	12,6	16,0
1250	1300	13,8	29,0	16,4	32,4
1200	1250	17,2	46,2	25,9	58,2
1150	1200	12,2	58,4	21,7	80,0
1100	1150	11,3	69,7	21,5	101,4
1050	1100	9,2	78,9	20,2	121,6
1000	1050	8,6	87,5	23,3	144,9
950	1000	6,9	94,3	22,7	167,7
900	950	6,9	101,2	26,5	194,2
850	900	6,8	108,1	29,7	223,9
800	850	5,8	113,8	27,8	251,6
750	800	4,8	118,7	25,3	276,9
700	750	3,4	122,0	19,2	296,1
650	700	1,9	123,9	11,8	307,9
600	650	1,3	125,2	9,0	316,9
550	600	1,1	126,3	7,6	324,5
500	550	0,1	126,4	1,0	325,5

**Hvítá í Borgarfirði**

Hæðarbil m y. s.		$\Delta S$ $\text{km}^2$	S $\text{km}^2$	$\Delta Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$	$\Sigma Q_s$ $(10^6 \text{m}^3)$
1400	1450	2,0	2,0	2,1	2,1
1350	1400	12,8	14,7	15,4	17,5
1300	1350	25,6	40,3	34,8	52,3
1250	1300	34,6	74,9	52,9	105,3
1200	1250	35,3	110,2	66,5	171,7
1150	1200	33,5	143,7	81,3	253,0
1100	1150	30,9	174,7	90,0	343,0
1050	1100	33,5	208,2	120,4	463,4
1000	1050	22,8	231,0	94,6	558,1
950	1000	15,5	246,5	73,6	631,7
900	950	12,0	258,5	62,8	694,5
850	900	7,2	265,7	40,9	735,3
800	850	4,8	270,5	28,9	764,2
750	800	3,4	274,0	22,2	786,4
700	750	2,6	276,5	18,1	804,5
650	700	1,0	277,6	7,6	812,0
600	650	0,0	277,6	0,2	812,2

## Hvítárvatn, Hvítá í Árnassýslu

Hæðarbil m y. s.		$\Delta S$ km <sup>2</sup>	S km <sup>2</sup>	$\Delta Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )	$\Sigma Q_s$ (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )
1400	1450	2,9	2,9	3,1	3,1
1350	1400	7,3	10,2	9,8	12,8
1300	1350	11,3	21,5	18,8	31,6
1250	1300	15,1	36,5	29,1	60,7
1200	1250	24,7	61,3	47,3	108,1
1150	1200	35,6	96,9	74,0	182,0
1100	1150	37,2	134,1	89,1	271,2
1050	1100	27,5	161,6	82,3	353,4
1000	1050	30,2	191,9	105,9	459,3
950	1000	21,6	213,5	86,0	545,3
900	950	18,8	232,3	83,7	629,0
850	900	15,8	248,1	75,2	704,2
800	850	11,6	259,8	59,5	763,7
750	800	7,5	267,2	41,8	805,5
700	750	5,1	272,3	30,6	836,1
650	700	2,0	274,3	12,5	848,6
600	650	1,0	275,3	6,5	855,2
550	600	0,5	275,8	3,6	858,7
500	550	0,2	276,0	1,6	860,3
450	500	0,0	276,0	0,2	860,5

**Hagavatn (og Sandvatn)**

<b>Hæðarbil</b>		<b><math>\Delta S</math></b>	<b>S</b>	<b><math>\Delta Q_s</math></b>	<b><math>\Sigma Q_s</math></b>
<b>m y. s.</b>		<b>km<sup>2</sup></b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>(10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)</b>	<b>(10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)</b>
1400	1450	0,1	0,1	0,1	0,1
1350	1400	3,7	3,8	4,0	4,1
1300	1350	9,2	13,1	9,9	14,0
1250	1300	16,8	29,9	17,8	31,8
1200	1250	23,4	53,4	33,1	64,9
1150	1200	16,6	70,0	27,8	92,8
1100	1150	16,5	86,4	29,1	121,9
1050	1100	13,6	100,1	29,2	151,1
1000	1050	12,9	112,9	34,5	185,6
950	1000	9,6	122,5	30,9	216,5
900	950	8,1	130,6	30,1	246,6
850	900	7,8	138,4	33,1	279,7
800	850	7,2	145,6	34,0	313,7
750	800	6,1	151,7	31,7	345,4
700	750	5,8	157,5	33,2	378,6
650	700	4,5	162,1	28,3	407,0
600	650	4,2	166,3	28,8	435,7
550	600	3,1	169,5	22,7	458,4
500	550	1,2	170,7	9,0	467,5

**Blanda**

<b>Hæðarbil</b>		<b><math>\Delta S</math></b>	<b>S</b>	<b><math>\Delta Q_s</math></b>	<b><math>\Sigma Q_s</math></b>
<b>m y. s.</b>		<b>km<sup>2</sup></b>	<b>km<sup>2</sup></b>	<b>(10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)</b>	<b>(10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>)</b>
1250	1300	0,5	0,5	1,1	1,1
1200	1250	2,3	2,8	6,3	7,4
1150	1200	2,7	5,5	8,6	16,0
1100	1150	2,9	8,4	10,3	26,4
1050	1100	2,8	11,2	11,2	37,5
1000	1050	0,8	12,0	3,4	40,9
950	1000	0,2	12,2	0,9	41,9

## Viðauki F: Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2023.

