

Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2020-2021

Finnur Pálsson
Andri Gunnarsson
Hlynur Skagfjörð Pálsson
Sveinbjörn Steinþórsson
Karl Eiríksson



Jarðvísindastofnun Háskólans
og Landsvirkjun

Desember 2021
RH-12-21

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 2020-2021	12
B. Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2020-2021	13
C. Hnit hraðamælipunkta 2020 og lega yfirborðshæðarsniða	14
D. Mældur láréttur yfirborðsskriðhraði 2021	16
E. Afrennsli leysingar sumarið 2021	17
F. Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2021	23

Myndir:

1. mynd.	Legga afkomu- og skriðmælistaða Langjökli 2021.	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 2020-2021.	3
5. mynd.	Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2020-2021 og meðalvetrar-afkomu frá 1996-97 (rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægri kortið sýnir mismun sumarafkomu 2021 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).	4
6. mynd.	Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2020-2021.	4
7. mynd.	Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrkoma (október - maí) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2020-2021. 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, 2020-2021.	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 1997-2021. 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 2021) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2021 og 3 skipti veturinn 2018-19. Vel sést að sumarhraði 2017,-18, -19, -20 og 2021 er aukinn nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratuginn á undan.	8
13. mynd.	Meðaltal lárétts yfirborðsskriðhraða sumarið 2021.	9
14. mynd.	Færslur í vestur-austur, suður-norður og lóðrétt á mælistað L05 (efri mynd) mælt með landmælinga GPS (eftirá leiðrétt) tæki frá lokum apríl til fjórðu viku september 2021. 14. mynd. Efst: Færslur lóðrétt og lárétt á mælistað L05 mælt með landmælinga GPS (eftirá leiðrétt) frá lokum apríl til annarar viku september 2021. Miðja: hraði lárétrrar hreyfingar og neðst hraði lóðrétrar hreyfingar, frá síðustu viku júní er stærstu hluti hreyfingarinnar vegna leysingar undan mastri GPS-tækisins.	10
Tafla I.:	Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli til helstu vatnasviða.	7

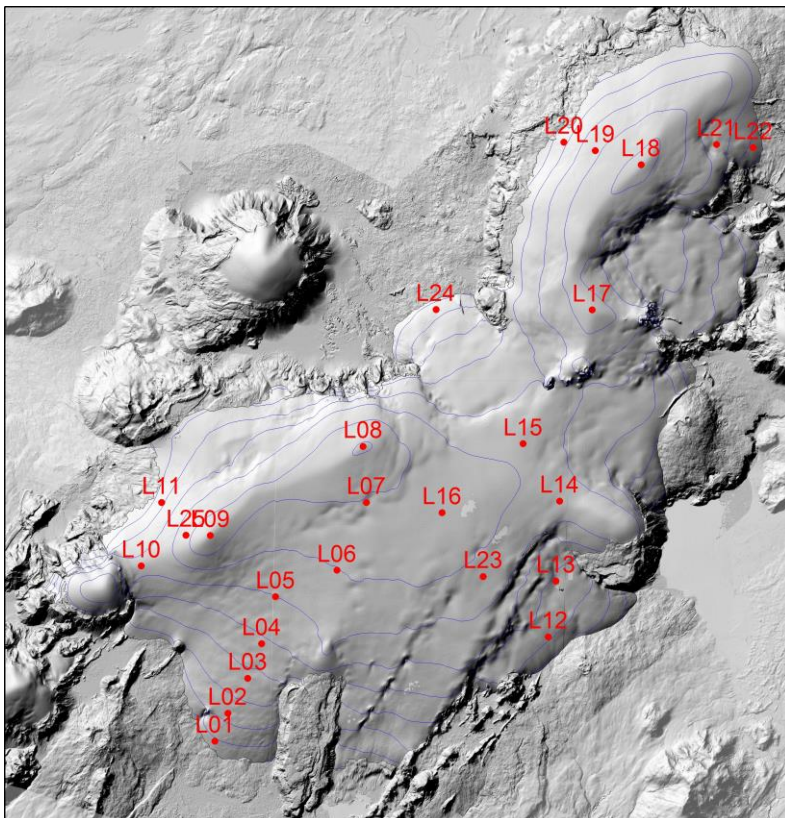
1. Inngangur.

Á árinu 2021 vann jöklahópur Jarðvísindastofnunar að afkomumælingum á Langjökli í samvinnu við Landsvirkjun. Dagana 26. - 27. 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-tækja í L04 og L26.

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 afkomumælipunktum, auk þess sem yfirborðshæðarsniðum var safnað með „Kinematic“ GPS 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) Hlynur Skagfjörð Pálsson (HSSR) og Sjöfn Sigsteinsdóttir (sjálfboðaliði). Farartæki voru snjóbíll HSSR og Ford jeppi LV.

Haustmælingarnar voru unnar 11-13. nóvember á snjóbíll HSSR og tveimur vélsleðum JH og sleði LV. Flestar plaststikur höfðu lagst niður í nýsnjóinn og sáust ekki, en þær fundust allar með RECCO leitartæki. Vír í L20 fannst ekki og 6m stika hafði bráðnað alveg uppúr í L10. Vegna þess hve mikill snjór var tókst ekki að mæla nema örfáa vír á snjósleðum, en snjóbíllinn fór allan hringinn á seinni deginum og mokaði ofan af þeim. Leiðangursmenn haustmælinga voru Andri Gunnarsson (LV), Finnur Pálsson og Sveinbjörn Steinþórsson (JH) og Karl Eiríksson (HSSR), en hópur nemenda í jöklafræði við JH og starfsmaður LV voru með í för fyrri daginn. Finnur Pálsson vann úrvinnslu og túlkun mæligagna auk ritunar skýrslu.



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

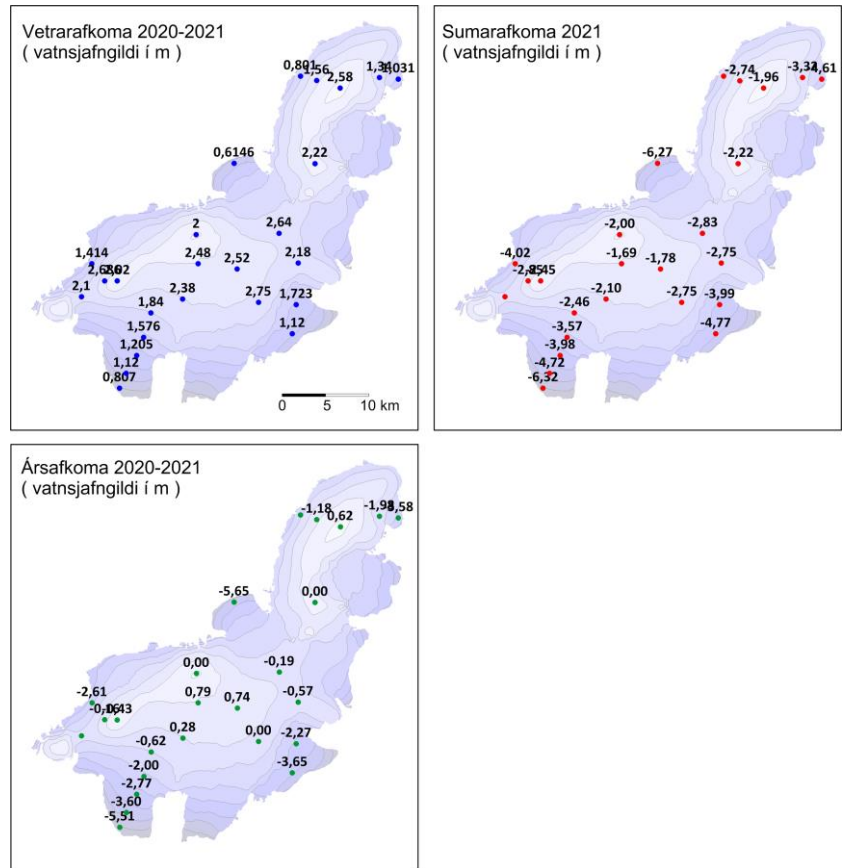
2. Afkomumælingar.

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 og eðlismassa fyrninga.

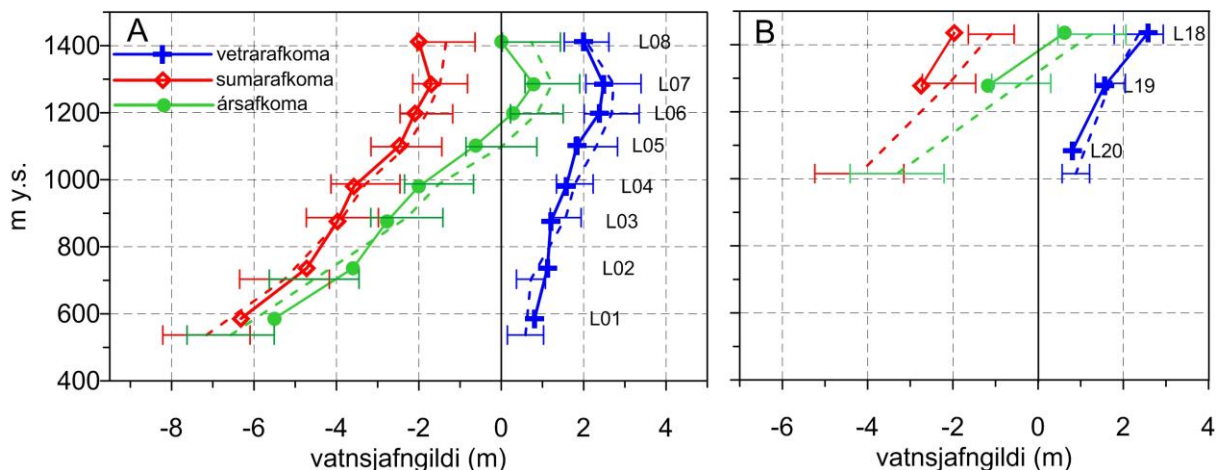
Niðurstöður afkomumælinga í einstökum mælipunktum eru sýndar á 2. mynd og töflu í viðauka A. Á 3. mynd er sýnd afkoma á sniði frá sporði V-Hagafellsjökuls upp á miðja suðurbungu jökulsins og einnig frá vestursporði norðurhvels Langjökuls upp á hábungu hans.

Vetrarafkoma var nærri meðal-lagi efst og neðst en talsvert undir um miðbikið en í meðalagi þar fyrir neðan.

Leysing sumars var nær allstaðar heldur meiri en í meðalári nema neðst, verulega meiri norðatil á jöklinum. Ársafkoman er ofan 900 m ~1 staðalfrávik neikvæðari en í meðalári, en allra neðst, var tapið undir meðalagi. Skítur í yfirborði efri hlutanum og sólríkur og hlýr ágúst skýra þetta.



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



3. mynd. Afkoma jökulárið 2020-21 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 2018-19 er sýnt með brotnum línunum og staðalfrávik mæliraðar í hverjum punkti með láréttum línunum.

3. Samandregnar niðurstöður afkomumælinga.

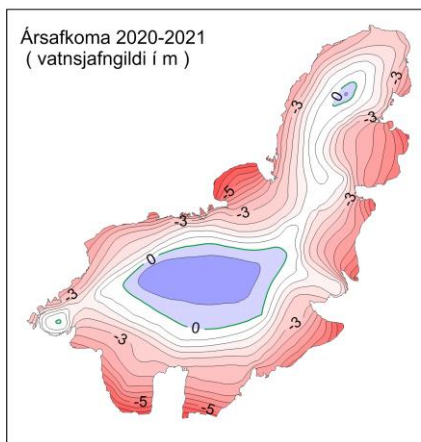
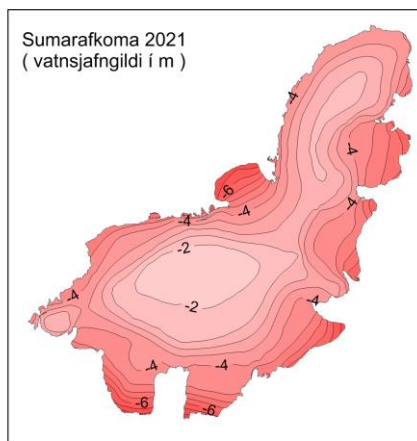
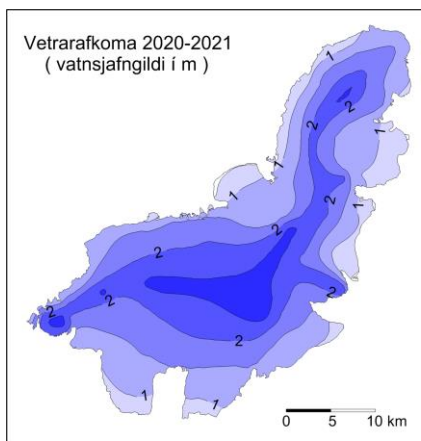
Eftir mæligildum í afkomumælipunktunum voru gerð stafræn kort til reikninga á rúmmáli afkomu og til að lýsa sumarleysingu á einstökum vatnasviðum. Afkoma Langjökuls 2020-2021 var:

$$\begin{aligned} B_w &= 1,39 \text{ km}^3 \text{ eða } b_w = 1,69 \text{ m} \\ B_s &= -2,87 \text{ km}^3 \text{ eða } b_s = -3,48 \text{ m} \\ B_n &= -1,48 \text{ km}^3 \text{ eða } b_n = -1,79 \text{ m} \end{aligned}$$

(**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:

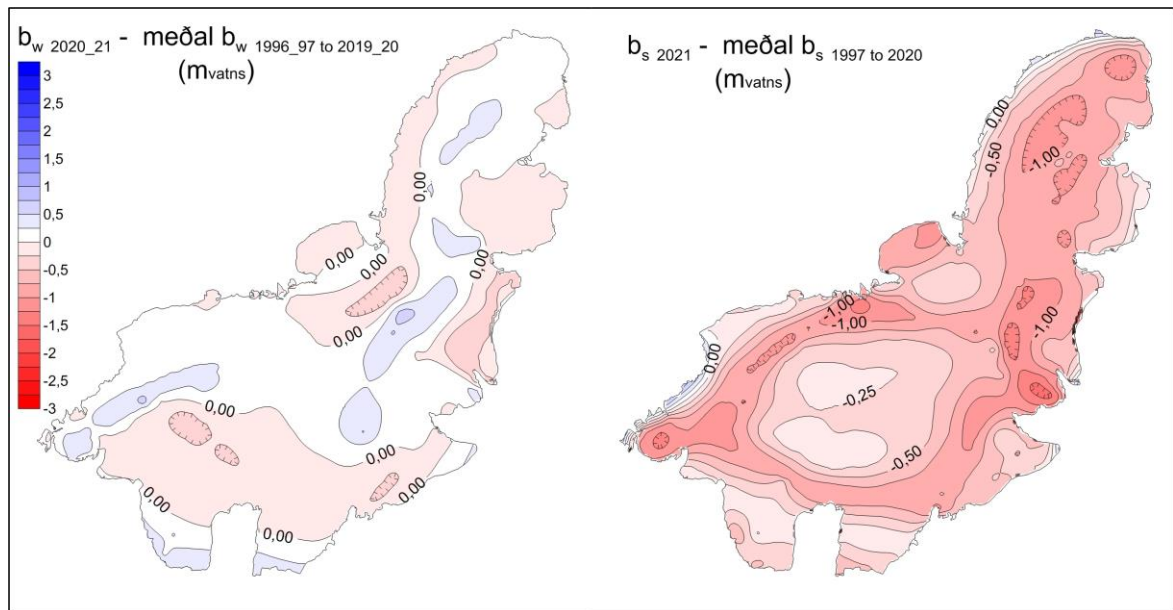
	b_w (m)	b_s (m)	b_n (m)
1996-97	1,90	-3,20	-1,30
1997-98	1,12	-2,82	-1,70
1998-99	1,50	-2,27	-0,77
1999-00	2,13	-2,88	-0,75
2000-01	1,27	-2,55	-1,28
2001-02	1,57	-3,22	-1,65
2002-03	2,11	-4,05	-1,94
2003-04	1,79	-3,28	-1,49
2004-05	1,62	-2,51	-0,89
2005-06	1,69	-2,97	-1,28
2006-07	1,65	-3,06	-1,41
2007-08	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



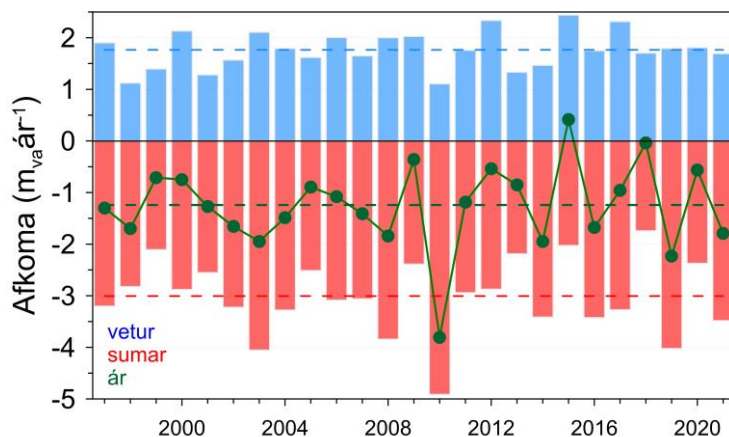
Meðaltal 1,76 -3,01 -1,24

4. mynd. Kort sem sýna dreifingu vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2020-2021.

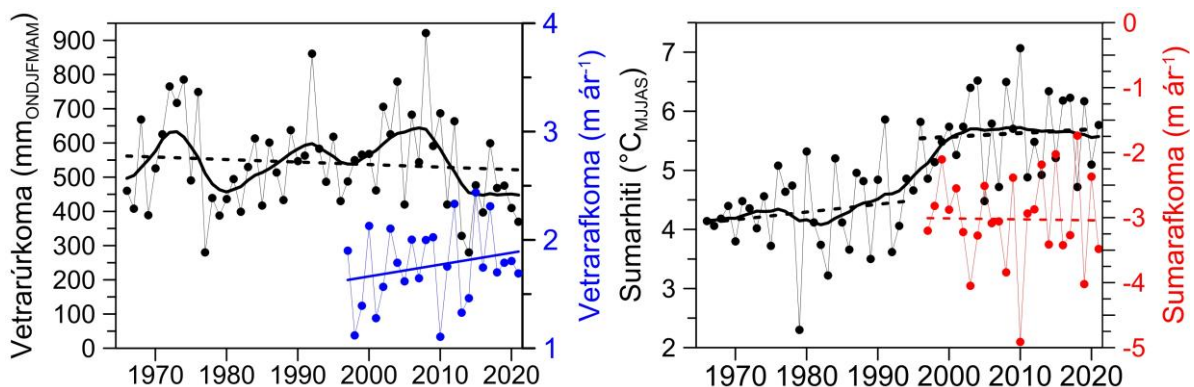
Vetrarsnjór veturinn 2020-21 á Langjökli var um 4% undir meðallagi (myndir 4, 5 og 6). Heldur meiri snjór var efst og neðst en að jafnaði en minni umhverfið jafnvægislínu. Á 7. mynd er vetrarafkoma Langjökuls sýnd ásamt vetrarúrkomu á Hveravöllum (mælingar Veðurstofu Íslands). Ekki er einfalt samband milli úrkomu á Hveravöllum og vetrarafkomu Langjökuls (7. mynd); hitastig þegar úrkoma fellur og úrkomuáttir skipta miklu máli. Vetrarúrkomun á Hveravöllum frá 1960 sýnir 10-12 ára sveiflu en snjósöfnun á Langjökli sýnir hneigð uppá við á afkomumælitímanum frá 1996-1997.



5. mynd. Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2020-2021 og meðalvetrarafkomu frá 1996-97 (rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægra kortið sýnir mismun sumarafkomu 2021 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).



6. mynd. Afkoma jökuláranna 1996_97 til 2020_21. Brotalínur sýna meðaltal mælitímans.



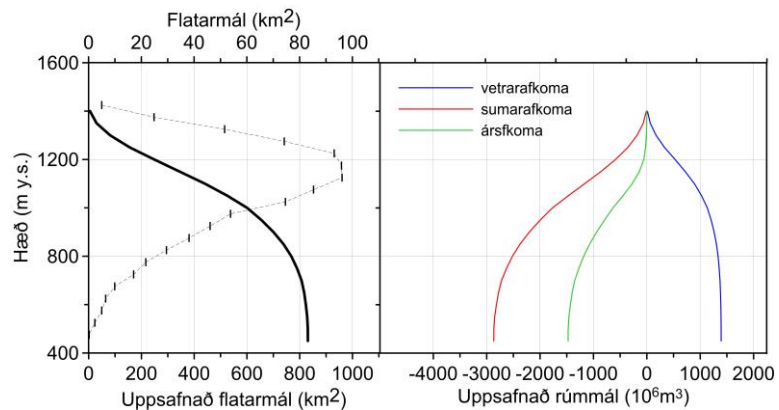
7. mynd. Vetrarúrkoma (október - maí) og sumarhit (maí - september) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2020-2021. Heildregnu línurnar eru 11 ára keðjumeðaltöl (þríhyrnings-vægi) og brotalínur sýna hneigð. Veðurgögn eru frá Veðurstofu Íslands.

Sumarrýrnun var með meira móti, um 16% umfram meðalagi mælitímans (5. mynd). Þó sumarið hafi verið með kaldara móti og sólarlítið framanaf bættu hlýindi og þurrkar (með ryki sem barst í snjófirborðið) seinni hluta ágúst úr. Þetta á eimkum við um norður hluta jökulsins Leysing á blásporðum sem var 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) 2021 var 5,8 °C, sem er 0.2 °C yfir meðaltali 1997 til 2020 (7. mynd, mælingar Veðurstofu Íslands).

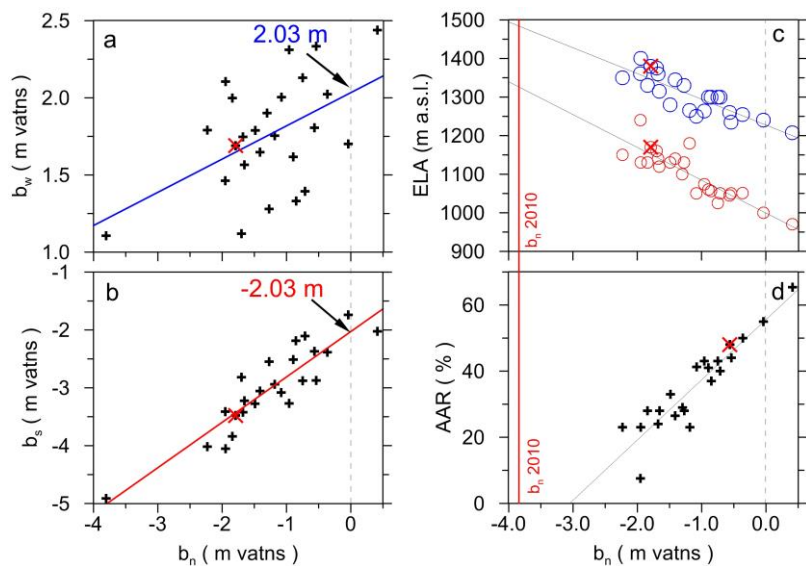
Á jökulárinu var ársafkoman -1,79 m sem er ~44% (0.5m) umfram meðalrýrnun frá því mælingar hófust (meðalrýrnun er 1,24 m).

Á 8. mynd er sýnd flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu 2020-21 með hæð. Flatardreifingar eru unnar eftir yfirborðskorti Langjökuls fyrir síðsumar 2021; nýtt hæðarlíkan var unnið eftir hæðarlíkanum úr gerfihnattamyndum og GPS sniðmælingum frá sumarafkomumælileiðangrinum. 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 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 0 km². Þessar einföldu nálganir benda til að AAR væri nærri 56 % (nú 15 %) og hæð jafnvægislínu á sunnanverðum jöklinum um 1000 m (nú 1170 m) ef afkoma Langjökuls væri í jafnvægi miðað við núverandi lögun (ársafkoman 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 2,03 m vatns.



8. mynd. Flatardreifing Langjökuls með hæð (yfirborð apríl 2020) og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð, 2019-2020.

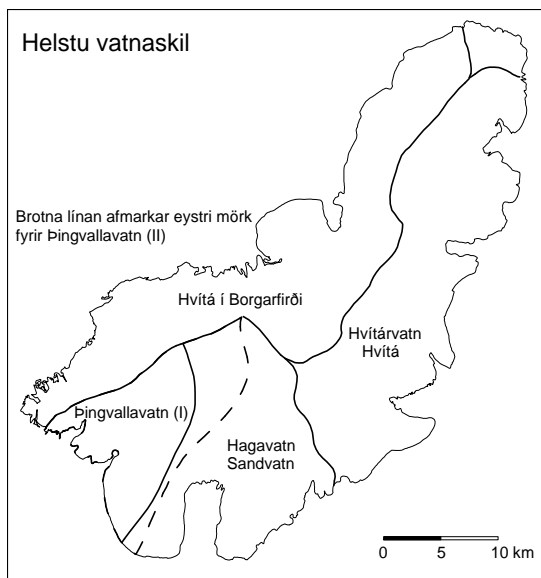


9. mynd. Samhengi ársafkomu og: a. Vetrarafkomu, b. Sumarafkomu, c. Hæð jafnvægislínu (rautt suðurhvel, blátt norðurhvel), d. Hlutfall safnsvæðis af heildarflatarmáli (AAR). Punktur jökulársins 2020-21 eru á öllum myndunum merktir með X.

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) og 2017-18 var hún mjög nærri núlli. Samtals hefur jökullinn á 24 árum rýrnað um ~31,6 m eða 27,9 km³ (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 31,0 km³ af ís, sem er nærri 15,9 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,64 % ári.

4. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli sumarið 2021.

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 jökullinn 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, og varla við sumarið 2021 sem að mestu leyti var þurrt þarna, og afrennsli vegna sumarrýrnunar þá aðeins lítillega vanmat á heildarafrennsli.



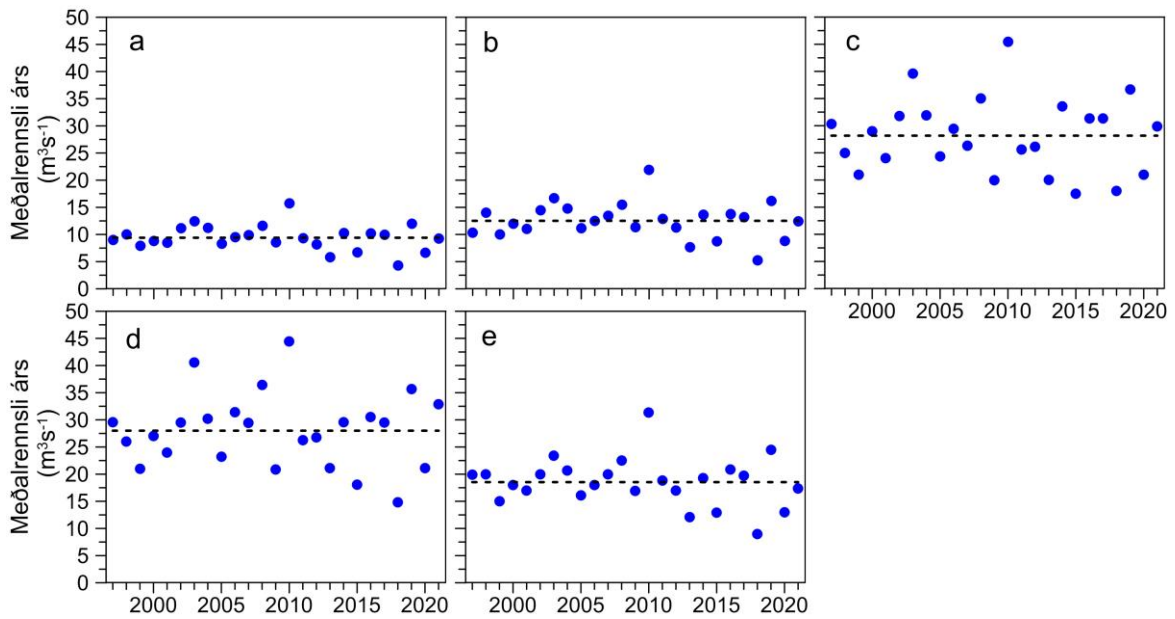
10. mynd. Helstu vatnasvið og vatnaskil á Langjökli. Vatnsvæði Þingvallavatns er afmarkað á tvo vegu, I og II, sjá texta.

sumarleysingavatn frá jöklinum til helstu vatnasviða: Hagavatns og Sandvatns (eystra), vatnasviðs Þingvallavatns, Hvítár í Borgarfirði og Hvítárvatns, Hvítár í Arnessýslu. Í töflu I. eru settar fram tölur um leysingavatn sumurin 1997 til 2021. Meðalafrennsli á flatareiningu sumarið 2021 var breytilegt milli vatnasviða, um 97-117 ls⁻¹km⁻². Töflur um afrennsli leysingarvatns frá helstu vatnsviðum eftir hæðarbilum eru í viðauka E. Meðalafrennsli á flatareiningu hefur verið á bilinu 55-158 ls⁻¹km⁻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 leysingarvatns Q_a . Jafnað yfir árið var afrennsli leysingar: a: Vatnasvið Þingvallavatns (I) 9,3 m³s⁻¹; b: Vatnasvið Þingvallavatns (II) 12,5 m³s⁻¹; c: Hvítá í Borgarfirði 29,9 m³s⁻¹; d: Hvítárvatn, Hvítá 32,9 m³s⁻¹; e: Hagavatn, Sandvatn 18,5 m³s⁻¹, Blanda 1,4 m³s⁻¹.

Jökulleysing (metin eftir sumarafkomu) skilaði að jafnaði 216 m³/s frá Langjökli sumarið 2021 eða 91 m³/s jafnað yfir heilt ár. Frá jöklinum runnu því að jafnaði um 109 ls⁻¹km⁻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 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 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



11. mynd. Meðalársafrennsli leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2020 metið eftir sumarafkomu. a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn.

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

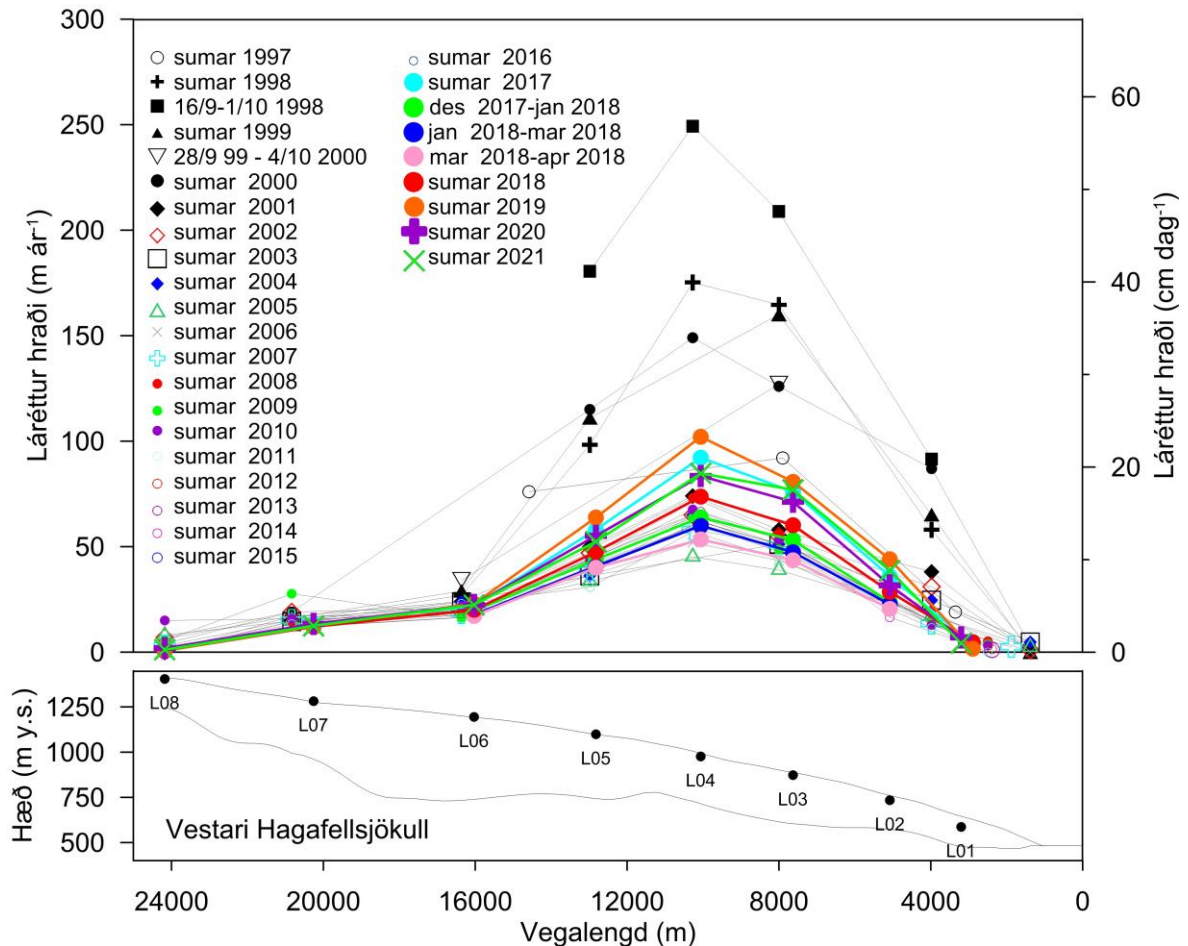
Flatarmál (km ²)		Heildarafrennsli metið eftir sumarafkomu																				ΣQ _s (10 ⁶ m ³)									
Ár:	96-06	07	12	15	20	21	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
A	100	95	91	89	86	85	284	326	248	277	269	351	390	355	262	298	312	366	271	496	294	258	184	324	211	322	313	135	377	210	293
B	146	139	135	133	129	128	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
C	315	305	295	288	284	281	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
D	295	294	289	289	280	279	934	816	660	842	751	931	1280	952	733	991	929	1149	658	1402	829	845	666	934	570	962	931	468	1125	666	###
E	197	190	184	182	174	173	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
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	20	21						
A	22	25	19	21	20	27	30	27	20	23	24	28	20	38	22	20	14	25	16	24	24	10	29	16	22						
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						
C	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						
D	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						
E	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						
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	20	21						
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	6,7	9,3						
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						
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	###	29,9						
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	###	32,9						
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	###	17,4						
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	20	21						
A	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						
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						
C	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						
D	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						
E	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						

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

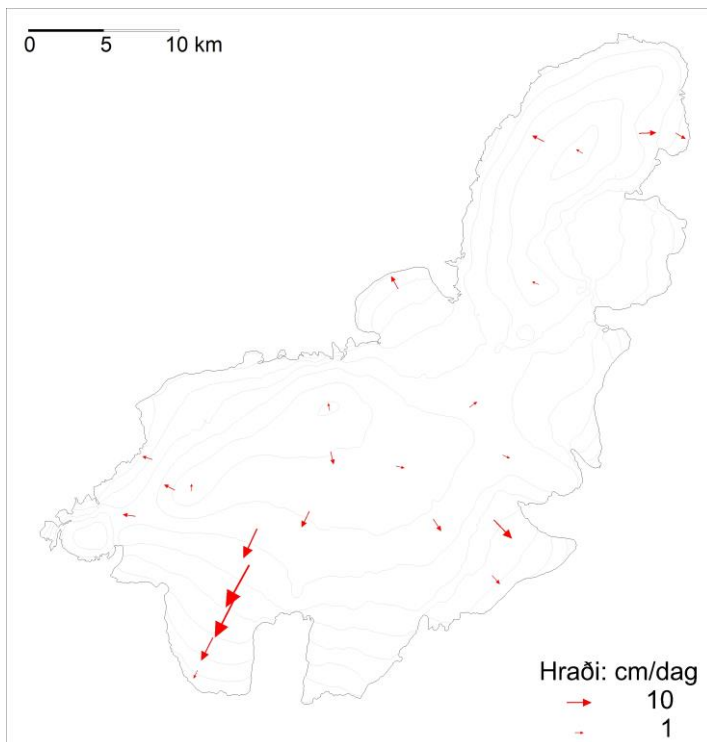
5. Hraðamælingar.

Yfirborðshreyfing jökulsins var mæld í öllum afkomumælistöðvum, með nákvæmri GPS mælingu á staðsetningu stika og víra 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 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 2021. Árið 2016 varð vart við lítillega 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 hæðarlínnum voru greinilegar í leiðangri 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.



12. mynd. Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari (yfirborð 1997, punktar sýna yfirborðshæð 2020) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðvum 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 og 2021 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. Meðaltal lárétts yfirborðshraða sumarið 2021.

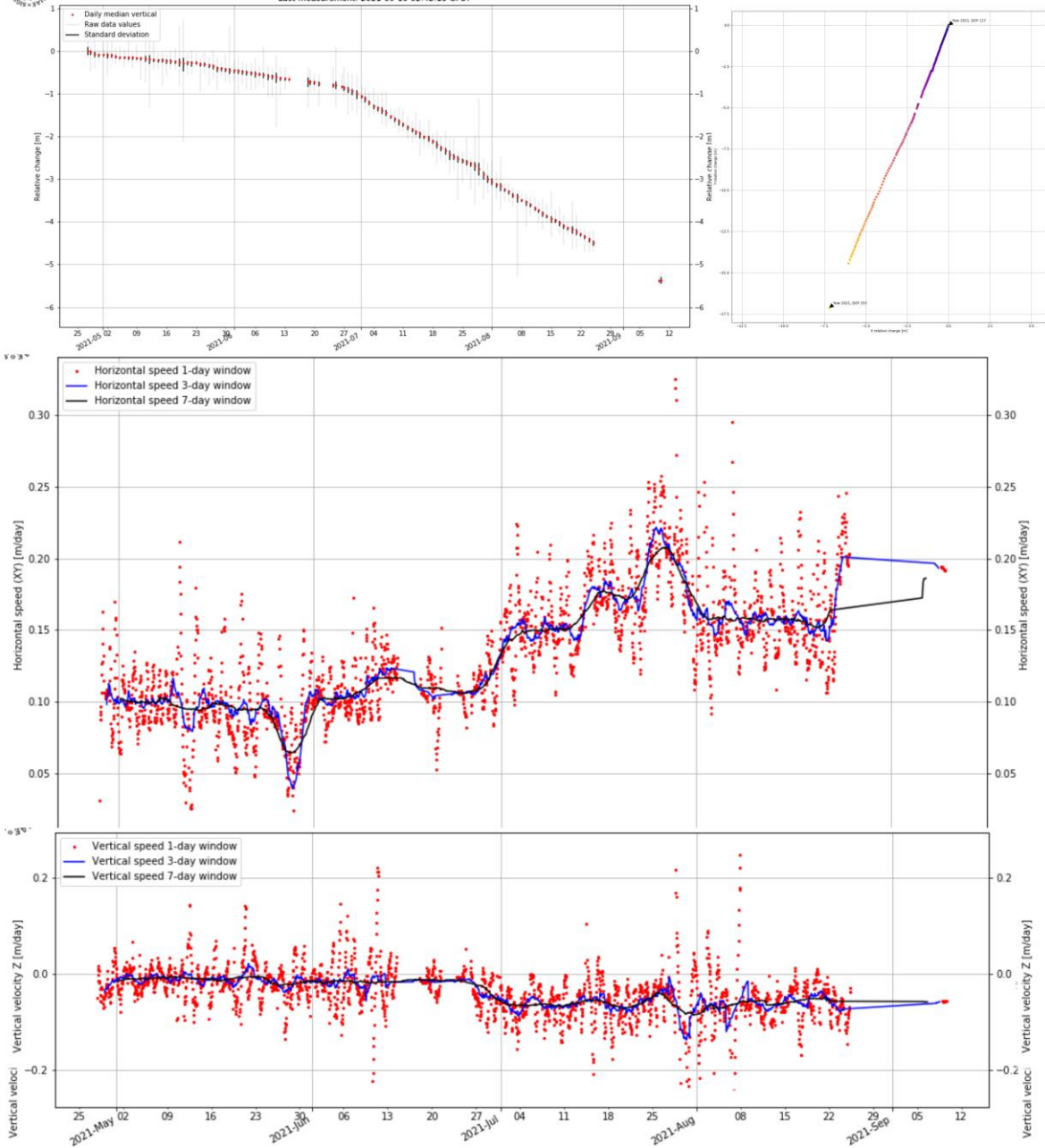
Hraðinn tók aftur við sér sumarið 2019, var nær tvöfaldur meðalhraðinn við mælistaði L02 til L05, en nú sumarið 2020 hefur hraðinn lækkað frá hinu óvenju vatnsmikla sumri 2019. Hraðinn er þó enn verulega aukinn miðað við meðaltal, og þannig enn vísbending um að framhlaup sé í aðsigi.

Á 13. mynd eru sýndir hraðavigrar sumars 2021 í öllum mælistöðvum.

Mæld staðsetning allra mælistaða 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.

Vegna líklegs framhlaups var vorið 2019 komið fyrir nokkrum síritandi GPS tækjum við nokkra afkomumælistaði og endurtekið 2020 og 2021. Í L05 var Trimble landmælingatæki en í L04 og L26 eins fasa EMLID (NV08C-CSM móttakari) tæki með möguleika á um ~dm nákvæmni með eftirá leiðréttingu. Mælingar á láréttum og lóðréttum færslum og hraða í L05 er sýnd á mynd 14. Þar sést greinilega á hæðarbreytingum að leysing og samþjöppun er mjög lítil og svipuð frá apríl fram í þriðju viku júní. Þá tekur leysing við sér og hraði vex, verður mestur í þriðju viku júlí, fellur síðan í sama horf og áður, en virðist vera á uppleið aftur þegar rafmagn þverr seint í ágúst. Þegar mæling kom stuttlega inn aftur (9.-10. september) er hraðinn enn hár.



14. mynd. Efst: Færslur lóðrétt og lárétt á mælistað L05 mælt með landmælinga GPS (eftir á leiðrétt) frá lokum apríl til annarar viku september 2021. Miðja: hraði lárétrar hreyfingar og neðst hraði lóðrétrar hreyfingar, frá síðustu viku júní er stærstu hluti hreyfingarinnar vegna leysingar undan mastri GPS-tækisins.

6. Lokaorð.

Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2020-2021 var neikvæð eins og verið hefur frá því mælingar hófust 1996-97, að jökulárinum 2014-15 (þá jákvæð um 0,5 m) og 2017-18 (afkoma ~0 m) undanskildum.

En rýrnun nú var þó með meira móti um 44% umfram þess sem verið að meðaltali mælitímann (frá 1996-1997). Afkoman reyndist nú -1,79 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn; ~830 km²).

Samtals hefur jökullinn á 25 árum rýrnað um ~31,6 m eða 27,9 km³ (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 31,0 km³ af ís, sem er nærri 15,9 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,64 % á ári.

Vetrarafkoma 2020-21 mældist 1,69 m sem er um 4% undir meðallagi.

Sumarrýrnun -3,48 m, var með meira móti 44 % umfram rýrnun meðalsumars.

Þetta ár voru fyrningar eftir jökulárið á einungis um 15 % yfirborðsins; hæð jafnvægislínu á suðurhluta jökulsins (vestari Hagafellsjökli) var ~1170 m en ~1380 m á norðurhvelinu (Baldjökli).

Meðalársafrennsli leysingarvatns (metið eftir sumarafkomu) var um 91 m³s⁻¹ eða 109 ls⁻¹km⁻² jafnað yfir heilt ár. Skriðhraðamælingar á Vestari-Hagafellsjökli benda enn til að framhlaup geti verið í aðsigi, skriðhraði sumarið 2021 var verulega umfram meðaltal nærri og neðan jafnvægislínu þó hann hafi lækkað nokkuð frá hinu mikla leysingasumri 2019.

Viðauki A : Afkoma í mælipunktum 2020-2021.

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	30,977	20	26,759	586	20210427	20211112	0,807	-6,315	-5,508	0,070
L02	64	31,891	20	25,854	736	20210427	20211112	1,120	-4,720	-3,600	0,228
L03	64	33,031	20	24,416	876	20210427	20211112	1,205	-3,977	-2,772	0,263
L04	64	34,162	20	23,438	980	20210427	20211111	1,576	-3,574	-1,998	0,210
L05	64	35,691	20	22,472	1102	20210427	20211111	1,840	-2,463	-0,623	0,438
L06	64	36,589	20	17,923	1199	20210426	20211111	2,380	-2,098	0,282	0,455
L07	64	38,796	20	15,808	1285	20210426	20211111	2,480	-1,694	0,786	0,595
L08	64	40,611	20	16,157	1411	20210426	20211111	2,000	-2,000	0,000	0,539
L09	64	37,628	20	27,469	1377	20210426	20211111	2,020	-2,448	-0,428	0,497
L10	64	36,586	20	32,582	1125	20210427		2,100			0,350
L11	64	38,650	20	31,184	980	20210426	20211111	1,414	-4,024	-2,610	0,350
L12	64	34,559	20	2,001	817	20210426	20211112	1,120	-4,765	-3,645	0,322
L13	64	36,368	20	1,506	874	20210426	20211112	1,723	-3,991	-2,268	0,343
L14	64	38,954	20	1,321	1152	20210426	20211112	2,180	-2,750	-0,570	0,490
L15	64	40,790	20	4,136	1183	20210426	20211111	2,640	-2,835	-0,195	0,543
L16	64	38,519	20	10,128	1262	20210426	20211111	2,520	-1,776	0,744	0,543
L17	64	45,155	19	59,108	1359	20210427	20211111	2,220	-2,220	0,000	0,592
L18	64	49,874	19	55,583	1435	20210427	20211111	2,580	-1,962	0,618	0,644
L19	64	50,309	19	59,065	1278	20210427	20211112	1,560	-2,739	-1,179	0,455
L20	64	50,569	20	1,434	1083	20210427		0,801			0,350
L21	64	50,563	19	49,911	1148	20210427	20211112	1,340	-3,320	-1,980	0,455
L22	64	50,475	19	47,140	978	20210427	20211112	1,031	-4,613	-3,582	0,329
L23	64	36,472	20	6,965	1162	20210426	20211112	2,750	-2,750	0,000	0,508
L24	64	45,086	20	10,869	759	20210427	20211113	0,615	-6,267	-5,652	0,081
L25	64	37,618	20	29,284	1268	20210426	20211111	2,686	-2,851	-0,165	0,448

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/m³.

Viðauki B : Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2020-2021.

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	5,0	2366	-2219	146	11,8	11,8	-11,1	-11,1	0,7	0,7
1350	1400	1375	24,8	29,8	2138	-2264	-125	53	64,8	-56,1	-67,2	-3,1	-2,4
1300	1350	1325	51,6	81,4	2119	-2265	-145	109,4	174,1	-117	-184	-7,5	-9,9
1250	1300	1275	74,2	155,6	2129	-2325	-195	158	332,1	-173	-356,5	-14,5	-24,4
1200	1250	1225	93,1	248,7	2133	-2491	-358	198,5	530,7	-232	-588,4	-33,3	-57,7
1150	1200	1175	95,9	344,6	1979	-2850	-871	189,8	720,5	-273	-861,8	-83,5	-141,3
1100	1150	1125	96,1	440,7	1792	-3189	-1397	172,2	892,7	-306	-1168,2	-134	-275,5
1050	1100	1075	85,3	526,0	1565	-3587	-2022	133,6	1026,2	-306	-1474,3	-173	-448
1000	1050	1025	74,6	600,6	1437	-3957	-2520	107,3	1133,5	-295	-1769,6	-188	-636,1
950	1000	975	53,8	654,4	1325	-4233	-2907	71,3	1204,8	-228	-1997,4	-156	-792,5
900	950	925	46,1	700,5	1216	-4454	-3237	56,1	1260,9	-205	-2202,6	-149	-941,7
850	900	875	38,1	738,6	1139	-4578	-3439	43,4	1304,3	-174	-2377	-131	-1072,7
800	850	825	29,5	768,1	1035	-4802	-3766	30,5	1334,8	-142	-2518,5	-111	-1183,7
750	800	775	21,7	789,8	950	-5119	-4169	20,6	1355,4	-111	-2629,4	-90,3	-1274
700	750	725	17,1	806,9	912	-5433	-4521	15,6	1371	-92,7	-2722,1	-77,2	-1351,1
650	700	675	9,9	816,8	900	-5725	-4825	8,9	1379,9	-56,7	-2778,7	-47,7	-1398,9
600	650	625	6,5	823,3	917	-6019	-5101	6	1385,9	-39,3	-2818,1	-33,3	-1432,2
550	600	575	5	828,3	876	-6423	-5546	4,4	1390,2	-32,1	-2850,2	-27,7	-1459,9
500	550	525	2,4	830,7	836	-6815	-5978	2	1392,2	-16,2	-2866,3	-14,2	-1474,1
450	500	475	0,2	830,9	693	-6768	-6074	0,1	1392,3	-1,1	-2867,4	-1	-1475,1

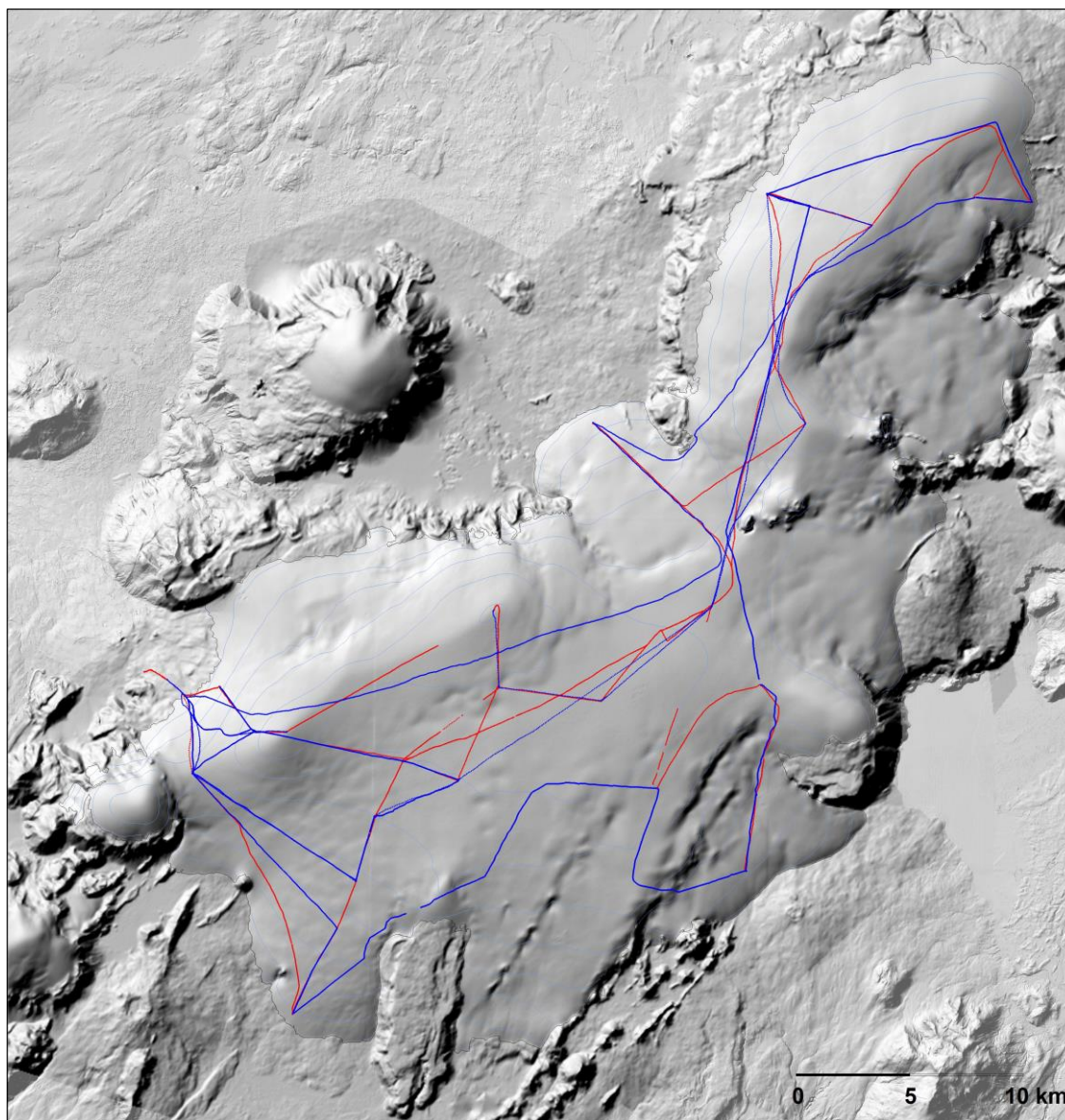
Viðauki C: Hnit hraðamælipunkta jökulárið 2020-2021.

Mæld staðsetning mælistika á Langjökli jökulárið 2019-2020, 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_1 er hæð yfir ellipsíóðu (ISNET-93, NKG96 Geoíða), ΔL loftnetshæð og N áætlaður mismunur ellipsíóðu og geóíðuhæðar, ($H=h_1-N-\Delta L$).

Stíka	Dagur		Breiddar-		Lengdar-		h_1 (m y. e.)	ΔL (m)	N (m)	H (m y. s.)				
	Dags.	árs	Ár	gráða	gráða									
L01-21	15,5	27	4	117	2021	64	30,9769	20	26,7592	652,96	0	-67,1	585,89	K
L01-21	15,4	12	11	316	2021	64	30,9758	20	26,7603	646,5	0	-67,1	579,43	K
L02-21	14,8	27	4	117	2021	64	31,8908	20	25,8545	803,23	0	-67,1	736,12	K
L02-21	15	12	11	316	2021	64	31,8806	20	25,8658	798,04	0	-67,1	730,93	K
L03-21	14	27	4	117	2021	64	33,0312	20	24,4163	943,08	0	-67,2	875,91	K
L03-21	14,6	12	11	316	2021	64	33,0108	20	24,4386	935,79	0	-67,2	868,62	K
L04-21	13,5	27	4	117	2021	64	34,1623	20	23,4378	1047,7	0	-67,2	980,46	K
L04-21	19,1	11	11	315	2021	64	34,1404	20	23,4644	1041,7	0	-67,2	974,45	K
L05-21	11,9	27	4	117	2021	64	35,6907	20	22,4722	1169,7	0	-67,3	1102,46	K
L05gps21	11,3	27	4	117	2021	64	35,6867	20	22,4696	1170,7	-1	-67,3	1102,49	K
L05gps21	2,9	10	9	235	2021	64	35,6783	20	22,478	1165,5	-1	-67,3	1097,22	K
L06-21	21,9	26	4	116	2021	64	36,5889	20	17,9226	1266	0	-67,3	1198,72	K
L06-21	15,1	11	11	315	2021	64	36,583	20	17,929	1261,3	0	-67,3	1194,05	K
L07-21	21,6	26	4	116	2021	64	38,7959	20	15,8076	1352,4	0	-67,3	1285,09	K
L07-21	11,8	11	11	315	2021	64	38,7924	20	15,8055	1348	0	-67,3	1280,73	K
L08-21	20,7	26	4	116	2021	64	40,6109	20	16,1568	1478,7	0	-67,3	1411,39	K
L08-21	11,2	11	11	315	2021	64	40,6112	20	16,157	1474,6	0	-67,3	1407,36	K
L09-21	19,4	26	4	116	2021	64	37,6277	20	27,4686	1443,8	0	-67,2	1376,57	K
L09-21	10,3	11	11	315	2021	64	37,628	20	27,4685	1440	0	-67,2	1372,78	K
L10-21	16,9	27	4	117	2021	64	36,5862	20	32,5817	1192,5	0	-67,2	1125,33	K
L10-21	20	11	11	315	2021	64	36,5866	20	32,5897	1187,6	0	-67,2	1120,49	K
L11-21	16,8	27	4	117	2021	64	38,65	20	31,1841	1047,6	0	-67,2	980,43	K
L11-21	10,8	11	11	315	2021	64	38,6506	20	31,1888	1041,2	0	-67,2	974,09	K
L12-21	16,8	26	4	116	2021	64	34,559	20	2,0005	884,24	0	-67,2	817,08	K
L12-21	18,2	12	11	316	2021	64	34,5569	20	1,996	878,43	0	-67,2	811,27	K
L13-21	17,5	26	4	116	2021	64	36,3679	20	1,50639	941,06	0	-67,2	873,86	K
L13-21	19	12	11	316	2021	64	36,3597	20	1,48749	934,62	0	-67,2	867,42	K
L14-21	18,3	26	4	116	2021	64	38,9536	20	1,32143	1219,6	0	-67,2	1152,36	K
L14-21	19,8	12	11	316	2021	64	38,9534	20	1,32013	1214,2	0	-67,2	1146,96	K
L15-21	20,1	26	4	116	2021	64	40,7902	20	4,13648	1250	0	-67,3	1182,71	K
L15-21	13,1	11	11	315	2021	64	40,7911	20	4,13368	1244,5	0	-67,3	1177,18	K
L16-21	21	26	4	116	2021	64	38,5189	20	10,1276	1329,3	0	-67,3	1262,05	K
L16-21	12,4	11	11	315	2021	64	38,5186	20	10,1252	1324,2	0	-67,3	1256,94	K
L17-21	11	27	4	117	2021	64	45,1547	19	59,108	1426,1	0	-67,3	1358,84	K
L17-21	14	11	11	315	2021	64	45,1547	19	59,1081	1420,8	0	-67,3	1353,49	K
L18-21	13,2	27	4	117	2021	64	49,8744	19	55,5834	1502,7	0	-67,2	1435,48	K
L18-21	15,6	11	11	315	2021	64	49,8747	19	55,5843	1497,4	0	-67,2	1430,14	K

L19-21	12,5	27	4	117	2021	64	50,3087	19	59,0645	1344,8	0	-67,2	1277,54	K
L19-21	21,4	12	11	316	2021	64	50,3104	19	59,0726	1339,1	0	-67,2	1271,83	K
L20-21	11,7	27	4	117	2021	64	50,5688	20	1,43355	1150,4	0	-67,2	1083,22	K
L21-21	14,4	27	4	117	2021	64	50,5626	19	49,9106	1215,4	0	-67,2	1148,14	K
L21-21	0,1	13	11	317	2021	64	50,5629	19	49,8959	1211,7	-1,49	-67,2	1143,02	K
L22-21	13,9	27	4	117	2021	64	50,4755	19	47,1401	1045,2	0	-67,2	978,01	K
L22-21	23,4	12	11	316	2021	64	50,4741	19	47,1342	1039,1	0	-67,2	971,93	K
L23-21	19,2	26	4	116	2021	64	36,4723	20	6,96454	1229	0	-67,3	1161,76	K
L23-21	17	12	11	316	2021	64	36,4686	20	6,95874	1223,4	0	-67,3	1156,13	K
L24-21	9,97	27	4	117	2021	64	45,0858	20	10,8688	826,7	0	-67,2	759,48	K
L24-21	1,47	13	11	317	2021	64	45,0899	20	10,8741	823,29	-1,23	-67,2	754,85	K
L25-21	18,7	26	4	116	2021	64	37,6178	20	29,2836	1335	0	-67,2	1267,82	K
L25-21	11,7	11	11	315	2021	64	37,6192	20	29,2903	1329,4	0	-67,2	1262,22	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 2021 með nákvæmum (~10 cm) GPS tækjum, snið mæld í afkomuleiðöngnum í apríl(rautt) og nóvember (blátt).

Viðauki D: Mældur láréttur yfirborðshraði sumars á Langjökli 2021.

Stika	dagur		dagur		daga fjöldi	færsla (m)	láréttur (°)	hraði	
	dags.	árs	dags.	árs				(cm/dag)	(m/ári)
L01-21	210427	117	211112	316	199	2,26	204	1,14	4,15
L02-21	210427	117	211112	316	199	20,99	206	10,55	38,51
L03-21	210427	117	211112	316	199	41,85	205	21,03	76,77
L04-21	210427	117	211111	315	198	45,83	208	23,15	84,48
L05gps21	210427	117	210910	235	118	16,90	203	14,32	52,28
L06-21	210426	116	211111	315	199	12,16	205	6,11	22,31
L07-21	210426	116	211111	315	199	6,78	166	3,41	12,44
L08-21	210426	116	211111	315	199	0,60	349	0,30	1,11
L09-21	210426	116	211111	315	199	0,46	5	0,23	0,85
L10-21	210427	117	211111	315	198	6,40	276	3,23	11,80
L11-21	210427	117	211111	315	198	3,92	286	1,98	7,22
L12-21	210426	116	211112	316	200	5,25	137	2,63	9,59
L13-21	210426	116	211112	316	200	21,41	135	10,70	39,07
L14-21	210426	116	211112	316	200	1,11	111	0,56	2,03
L15-21	210426	116	211111	315	199	2,77	53	1,39	5,08
L16-21	210426	116	211111	315	199	2,00	102	1,00	3,66
L17-21	210427	117	211111	315	198	0,11	290	0,06	0,20
L18-21	210427	117	211111	315	198	0,80	301	0,40	1,47
L19-21	210427	117	211112	316	199	7,08	296	3,56	12,98
L21-21	210427	117	211113	317	200	11,65	87	5,82	21,26
L22-21	210427	117	211112	316	199	5,33	119	2,68	9,78
L23-21	210426	116	211112	316	200	8,27	146	4,13	15,09
L24-21	210427	117	211113	317	200	8,55	330	4,27	15,60
L25-21	210426	116	211111	315	199	5,87	295	2,95	10,77

Viðauki E: Afrennsli vegna jökulleysingar sumarið 2021:

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 ⁶ m ³)	ΣQ_s (10 ⁶ m ³)
1400	1450	5,0	5,0	11,1	11,1
1350	1400	24,8	29,8	56,1	67,2
1300	1350	51,6	81,4	116,9	184,0
1250	1300	74,2	155,5	172,5	356,5
1200	1250	93,1	248,6	231,9	588,4
1150	1200	95,9	344,5	273,3	861,8
1100	1150	96,1	440,6	306,4	1168,2
1050	1100	85,3	525,9	306,1	1474,3
1000	1050	74,6	600,5	295,4	1769,6
950	1000	53,8	654,3	227,7	1997,4
900	950	46,1	700,4	205,3	2202,6
850	900	38,1	738,5	174,4	2377,0
800	850	29,5	767,9	141,5	2518,5
750	800	21,7	789,6	110,9	2629,4
700	750	17,1	806,7	92,7	2722,1
650	700	9,9	816,6	56,7	2778,7
600	650	6,5	823,1	39,3	2818,1
550	600	5,0	828,1	32,1	2850,2
500	550	2,4	830,5	16,2	2866,3
450	500	0,2	830,6	1,1	2867,4
400	450	0,0	830,6	0,0	2867,4

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	1,0	1,0	2,4	2,4
1300	1350	5,1	6,1	11,3	13,7
1250	1300	6,9	13,0	14,8	28,6
1200	1250	6,7	19,7	15,7	44,2
1150	1200	6,9	26,6	17,1	61,4
1100	1150	8,1	34,7	22,9	84,3
1050	1100	7,5	42,2	24,0	108,3
1000	1050	7,2	49,3	26,6	134,9
950	1000	6,1	55,5	24,2	159,1
900	950	6,3	61,8	25,4	184,5
850	900	6,2	68,0	25,9	210,4
800	850	5,3	73,3	22,9	233,3
750	800	4,5	77,8	20,7	254,0
700	750	3,2	81,0	16,2	270,2
650	700	1,7	82,7	9,6	279,7
600	650	1,2	83,9	7,0	286,7
550	600	0,8	84,7	5,2	292,0
500	550	0,0	84,8	0,6	292,6

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	3,3	3,4	6,4	6,5
1300	1350	11,8	15,1	22,1	28,6
1250	1300	13,8	29,0	26,4	55,0
1200	1250	17,2	46,2	35,4	90,5
1150	1200	12,2	58,4	28,3	118,7
1100	1150	11,3	69,8	30,1	148,9
1050	1100	9,2	79,0	28,8	177,7
1000	1050	8,6	87,5	31,6	209,3
950	1000	6,9	94,4	27,1	236,3
900	950	6,9	101,3	27,7	264,1
850	900	6,8	108,1	28,3	292,3
800	850	5,8	113,9	24,9	317,2
750	800	4,9	118,8	22,6	339,7
700	750	3,7	122,5	18,7	358,4
650	700	2,2	124,7	12,2	370,6
600	650	1,6	126,3	9,8	380,4
550	600	1,3	127,7	8,3	388,8
500	550	0,5	128,1	3,2	392,0
450	500	0,0	128,1	0,0	392,0

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	2,0	2,0	4,4	4,4
1350	1400	12,8	14,7	29,4	33,7
1300	1350	25,6	40,3	60,4	94,1
1250	1300	34,6	75,0	85,8	180,0
1200	1250	35,4	110,4	96,2	276,2
1150	1200	33,7	144,1	105,0	381,2
1100	1150	31,1	175,2	106,1	487,3
1050	1100	33,6	208,8	122,2	609,5
1000	1050	23,3	232,1	92,0	701,5
950	1000	15,8	248,0	67,5	769,0
900	950	12,3	260,3	57,1	826,1
850	900	7,9	268,2	39,4	865,5
800	850	5,1	273,3	28,5	894,1
750	800	3,6	276,9	22,1	916,1
700	750	2,6	279,5	17,3	933,4
650	700	1,3	280,9	9,0	942,4
600	650	0,0	281,0	0,5	942,9

Hvítárvatn, Hvítá í Árnassýslu

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	ΣQ_s (10^6m^3)
1400	1450	2,9	2,9	6,5	6,5
1350	1400	7,3	10,2	17,9	24,4
1300	1350	11,6	21,8	30,1	54,4
1250	1300	15,4	37,2	41,4	95,8
1200	1250	25,1	62,3	66,1	161,9
1150	1200	35,9	98,3	105,6	267,5
1100	1150	37,5	135,7	124,9	392,5
1050	1100	27,7	163,5	105,9	498,4
1000	1050	30,4	193,9	125,9	624,3
950	1000	21,9	215,8	96,3	720,6
900	950	19,1	234,9	88,2	808,8
850	900	15,9	250,8	75,4	884,1
800	850	11,7	262,4	58,1	942,2
750	800	7,5	270,0	40,1	982,3
700	750	5,3	275,3	29,7	1012,0
650	700	2,2	277,5	12,7	1024,7
600	650	1,0	278,5	6,4	1031,1
550	600	0,5	279,0	3,5	1034,6
500	550	0,3	279,3	1,8	1036,4
450	500	0,0	279,4	0,4	1036,7
400	450	0,0	279,4	0,0	1036,7

Hagavatn (og Sandvatn)

Hæðarbil		ΔS	S	ΔQ_s	ΣQ_s
m y. s.		km²	km²	(10⁶m³)	(10⁶m³)
1400	1450	0,1	0,1	0,2	0,2
1350	1400	3,7	3,9	6,4	6,6
1300	1350	9,2	13,1	15,1	21,7
1250	1300	16,8	29,9	29,0	50,7
1200	1250	23,4	53,4	45,9	96,7
1150	1200	16,6	70,0	35,9	132,5
1100	1150	16,5	86,4	41,7	174,3
1050	1100	13,6	100,1	43,1	217,4
1000	1050	12,9	112,9	47,8	265,2
950	1000	9,6	122,5	38,5	303,7
900	950	8,2	130,7	33,4	337,1
850	900	7,9	138,6	33,1	370,2
800	850	7,3	145,9	31,6	401,8
750	800	6,1	152,0	28,0	429,8
700	750	5,9	157,9	29,6	459,4
650	700	4,7	162,5	25,3	484,7
600	650	4,3	166,8	25,5	510,2
550	600	3,6	170,4	23,4	533,5
500	550	2,0	172,4	13,8	547,3
450	500	0,0	172,5	0,7	548,0

Blanda

Hæðarbil		ΔS	S	ΔQ_s	ΣQ_s
m y. s.		km²	km²	(10⁶m³)	(10⁶m³)
1250	1300	0,5	0,5	1,4	1,4
1200	1250	2,3	2,8	7,9	9,3
1150	1200	2,7	5,5	9,6	19,0
1100	1150	2,9	8,4	10,6	29,5
1050	1100	2,9	11,3	10,8	40,3
1000	1050	0,8	12,1	3,0	43,3
950	1000	0,2	12,3	0,8	44,0
900	950	0,0	12,3	0,0	44,0

Viðauki F: Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2021.

