Landsvirkjun

LV-2021-004

Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2019-2020

Lykilsíða

Landsvirkjun

Skýrsla LV nr: LV-2021-004 **Dags:** 12.01.2021

Fjöldi síðna: 26 **Upplag:** 1 **Dreifing:**

- [x] **Birt á vef LV**
- [x] **Opin**
- [ ] **Takmörkuð til**

Titill: Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2019-2020

Höfundar/fyrirtæki: Finnur Pálsson

Verkefnisstjóri: Andri Gunnarsson

Unnið fyrir:

Samvinnuaðilar: Jarðvísindastofnun Háskólans

Útdráttur: Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2019-2020 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. Rýrnun nú var þó með minnsta móti einungis 44% þess sem verið að meðaltali mælitímann (frá 1996-1997). Afkoman reyndist nú -0,47 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn. Vetrarafkoma 2019-20 mældist 1.81 m sem er um 2% umfram meðallag. Sumarrýrnun, 2,37 m, var með minnsta móti aðeins um 78 % af rýrnun meðalsumars. Þetta ár voru fyrningar eftir jökulárið á um 48 % yfirborðsins; hæð jafnvægislínu á suðurhluta jökulsins (vestari Hagafellsjökli) var ~1045 m en ~1260 m á norðurhvelinu (Baldjökli). Meðalársafrennsli leysingarvatns (metið eftir sumarafkomu) var um 63 m3s-1 eða 75 ls-1km-2 jafnað yfir heilt ár. Skriðhraðamælingar á Vestari-Hagfellsjökli benda enn til að framhlaup sé í aðsigi, skriðhraði sumarið 2020 var verulega umfram meðaltal nærri og neðan jafnvægislínu þó hann hafi lækkað nokkuð frá hinu mikla leysingasumri í fyrra.

Lykilorð: Langjökull, mass balance, afkoma

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra Landsvirkjunar

Andri Gunnarsson

LV-2021-004

Landsvirkjun

Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2019-2020

Jarðvísindastofnun Háskólans
og Landsvirkjun

Finnur Pálsson
Andri Gunnarsson
Hlynur Skagfjörð Pálsson
Sveinbjörn Steinþórsson

Desember 2020
RH-8-20

Janúar 2021

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 2019-2020 12
B. Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2019-2020 13
C. Hnit hraðamælipunkta 2020 og lega yfirborðshæðarsniða 14
D. Mældur láréttur yfirborðsskriðhraði 2020 16
E. Afrennsli leysingar sumarið 2020 17
F. Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2020. 23
G. Færslur á mælistöðvum L04 og L26 skv. óleiðréttum mælingum með L1 GPS 25

Myndir:

1. mynd. Lega afkomu- og skriðmælistaða Langjökli 2020. 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 2019-2020. 3
5. mynd. Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2019-2020 og meðalvetrar-afkomu frá 1996-97(rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægri kortið sýnir mismun sumarafkomu 2020 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði). 4
6. mynd. Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2019-2020. 4
7. mynd. Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrkoma (október - maí) á Hvera-völlum jökulárin 1960-61 til 2019-2020. 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, 2019-2020. 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 1997-2020. 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 2020) og mældur láréttur yfirborðshraði í afkomumælistöðum á því sniði haustin 1998 og 1999, sumurin 1997 til 2020 og 3 skipti veturinn 2018-19. Vel sést að sumarhraði 2017, 2018, 2019 og 2020 er aukinn, nærri L05, L04, L03 og L02 miðað við áratuginn á undan. 8
13. mynd. Meðaltal lárétts yfirborðsskriðhraða sumarið 2020. 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 2020. 10

Tafla I.: Afrennsli leysingavatns frá Langjökli til helstu vatnasviða. 7

1. Inngangur.

Á árinu 2020 vann jöklahópur Jarðvísindastofnunar að afkomumælingum á Langjökli í samvinnu við Landsvirkjun. Dagana 22. - 23. 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 og L26.
Á 1. mynd sést lega afkomumælistaða, sem dreift er þannig að sem best mynd fáist 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 aksturleiðum milli mælipunkta, auk snóþykktarsniða víða um jökul með 500 MHz radar (sjá grænar línur á myndi í viðauka C.). Að vormælingum unnu Finnur Pálsson, Sveinbjörn Steinþórsson (JH) og Hlynur Skagfjörð Pálsson (HSSR) en Andri Gunnarsson vann að snjóradamælingunni. Farartæki voru snjóbíll HSSR og vélsleði LV. Haustmælingarnar voru unnar 20. október á snjóbíl HSSR og tveimur vélsleðum LV. Örfáar plaststikur höfðu lagst niður í nýsnjóinn og sáust ekki, en þær fundust með RECCO leitartæki. Leiðangursmenn haustmælinga voru Andri Gunnarsson (LV), Finnur Pálsson og Sveinbjörn Steinþórsson (JH) og Hlynur Skagfjörð Pálsson og Stefán Freyr (HSSR). Finnur Pálsson vann úrvinnslu og túlkun mæligagna auk ritunar skýrslu.

1. mynd. Lega á afkomu- og skriðmælistaða á Langjökli 2020. Í bakgrunni er skuggamynd maí 2015 unnið eftir gögnum úr ArcticDem hæðarlíkanasafn. Hæðarlínur eru úr eru úr hæðarlíkani sem gert var eftir ofangreindu ArcticDem og GPS yfirborðssniðmælingum 22-23. apríl 2020 (sjá mynd í viðauka C.).

(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 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 meðallagi ofan 1000 m, en verulega meiri en í meðalagi þar fyrir neðan.

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

Leysing sumars var nær allstaðar um einu staðalfraáviki (~ 0,8 m) minni en í meðalári, sumarið í kaldara og votara lagi. Ársafkoman speglar þessu litlu leysingu og er nær alls staðar ~1 staðalfráviki minna neikvæð en í meðalári nema allra efst, þar sem hún var nærri því.

3. mynd. Afkoma jökulárið 2019-20 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 línum og staðalfrávik mæliraðar í hverjum punkti með láréttum línum.

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 2019-2020 var:

B_w = 1,51 km^3 eða **b_w = 1,81** m
B_s = -1,98 km^3 eða **b_s = -2,37** m
B_n = -0,47 km^3 eða **b_n = -0,56** 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
2018-19	1,79	-4,02	-2,23
Meðaltal	***1,76***	***-3,03***	***-1,27***

4. mynd. Kort sem sýna dreifingu vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2019-2020.

Vetrarsnjór veturinn 2018-19 á Langjökli var um 2% yfir meðallagi (sem varla er marktækt) (myndir 4, 5 og 6). Heldur meiri snjór var neðantil en að jafnaði og heldur meiri að sunnan og austan en minni vestan og norðvestan. 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 örlitla hneigð uppá við á mælitímanum frá 1996-1997.

5. mynd. Vinstra kortið sýnir mismun vetrar-afkomu 2019-2020 og meðalvetrarafkomu frá 1996-97(rauður litur er minni vetrarsnjór en að jafnaði). Hægra kortið sýnir mismun sumarafkomu 2020 og meðalsumarafkomu frá 1997 (rauður litur er meiri sumarleysing en að jafnaði).

6. mynd. Afkoma jökuláranna 1996_97 til 2019_20. Brotalínur sýna meðaltal mælitímans.

7. mynd. Vetrarúrkoma (október - maí) og sumarhiti (maí - september) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2019-2020. Heildregnu línurnar eru 11 ára keðjumeðaltöl (þríhyrnings-vægi) og brotalínur sýna hneigð. Veðurgögn eru frá Veðurstofu Íslands.

Sumarrýrnun var með minnsta móti einungis 78% af meðalagi mælitímans (5. mynd), sumarið var með kaldara móti og sólarlítið á þessum slóðum. Vætutíð dró úr vindbornu ryki á jökulyfirborðið sem í venjulegu ári veldur aukinni leysingu. 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) 2020 var 5.1 °C, sem er 0.5 °C undir meðaltali 1997 til 2019 (7. mynd, mælingar Veðurstofu Íslands).

Á jökulárinu var ársafkoman -0,56 m sem er einungis ~44% meðalrýrnunar frá því mælingar hófust (meðalrýrnun er 1,27 m).

Á 8. mynd er sýnd flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu 2019-20 með hæð. Flatardreifingar eru unnar eftir yfirborðskorti Langjökuls fyrir vorið 2020; nýtt hæðarlíkan var unnið eftir hæðarlíkunum úr ArcticDem hæðarlíkana-safni, (mest frá maí 2015, en einnig hausti 2014 og 2013) og GPS sniðmælingum frá afkomumælileiðangrinum í apríl 2020. 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 nálga 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 km^2. Þessar einföldu nálganir benda til að AAR væri nærri 56 % (nú 48 %) og hæð jafnvægislínu á sunnanverðum jöklinum um 1000 m (nú 1045 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 vetrar-afkoma og sumarrýrnun að vera 2,03 m vatns.

Afkoma Langjökuls hefur verið neikvæð allan tímann sem hún hefur verið mæld frá 1996-97

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). Punktar jökulársins 2019-20 eru á öllum myndunum merktir með x.*

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 ~30 m eða 26,4 km^3 (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 29,3 km^3 af ís, sem er nærri 15,5 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,64 % ári.

4. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli sumarið 2020.

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). 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. Þetta á ekki við um sumarið 2019, sem var mjög þurrt og leysing með mesta móti, en á örugglega við sumarið 2020, afrennsli vegna sumarrýrnunar þá vanmat á heildarafrennsli.

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

Jökulleysing (metin eftir sumarafkomu) skilaði að jafnaði 150 m^3/s frá Langjökli sumarið 2020 eða 63 m^3/s jafnað yfir heilt ár. Frá jöklinum runnu því að jafnaði um 75 $ls^{-1}km^{-2}$ 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 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 sumarleysingavatn frá jöklinum til helstu vatnasviða: Hagavatns og Sandvatns (eystra), vatnasviðs Þingvallavatns, Hvítár í Borgarfirði og Hvítárvatns, Hvítár í Árnessýslu. Í töflu I. eru settar fram tölur um leysingavatn sumurin 1997 til 2020. Meðalafrennsli á flatareiningu sumarið 2020 var breytilegt milli vatnasviða, um 68-92 $ls^{-1}km^{-2}$, hæst á norðurjöklinum.Töflur um afrennsli leysingarvatns frá helstu vatnsviðum eftir hæðarbilum eru í viðauka E. Meðalafrennsli á flatareiningu hefur verið á bilinu 55-158 $ls^{-1}km^{-2}$ 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 leysingarvatns Q_a. Meðalársafrennsli leysingar allt tímabilið (11. mynd brotin lína) er: a: Vatnasvið Þingvallavatns (I) 6,7 m^3s^{-1} ; b: Vatnasvið Þingvallavatns (II) 8,8 m^3s^{-1}; c: Hvítá í Borgarfirði 21,0 m^3s^{-1}; d: Hvítárvatn, Hvítá 21,12 m^3s^{-1}; e: Hagavatn, Sandvatn 13,0 m^3s^{-1}.

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 leysingavatns 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***	*97*	*98*	*99*	*00*	*01*	*02*	*03*	*04*	*05*	*06*	*07*	*08*	*09*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*	*17*	*18*	*19*	***20***
A	100	95	91	89	**86**	284	326	248	277	269	351	390	355	262	298	312	366	271	496	294	258	184	324	211	322	313	135	377	**210**
B	146	139	135	133	**129**	326	435	331	377	357	456	526	467	353	394	425	488	358	690	406	356	242	430	275	433	416	165	511	**278**
C	315	305	295	288	**284**	957	796	663	927	771	1002	1248	1007	768	928	830	1104	629	1433	807	825	632	1058	551	989	989	567	1157	**662**
D	295	294	289	289	**280**	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**	627	634	488	560	526	631	738	652	507	567	630	709	533	989	593	537	381	609	407	658	623	283	773	**408**

Meðalrennsli sumars (maí-september, 5 mánuðir)													Q_s (m^3s^{-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***
					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***
					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**
					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**
					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**
					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**

Meðalrennsli (dreift yfir eitt ár)													Q_a (m^3s^{-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***
					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**
					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**
					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	**21,0**
					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	**21,1**
					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	**13,0**

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***
					A	90	103	79	88	85	111	124	113	83	95	105	123	91	167	103	90	64	113	74	113	111	48	134	**77,9**
					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**
					C	96	80	67	93	78	101	126	101	77	93	86	114	65	149	87	89	68	114	59	106	109	63	128	**73,8**
					D	100	88	71	91	81	100	138	102	79	106	100	124	71	151	91	93	73	102	63	106	102	51	123	**75,3**
					E	101	102	79	90	85	102	119	105	82	91	105	118	89	165	102	92	65	105	70	113	108	49	134	**74,4**

A: Þingvallavatn-I; B: Þingvallavatn-II, C:Hvítá í Borgarfirði, D: Hvítárvatn, Hvítá, E: Hagavatn, Sandvatn.
(ath: flatarmál vatnsviða árið 2020 eru unnin eftir stafrænu hæðarlíkani af Langjökli fyrir vorið 2020)

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 2020. Á 13. mynd eru sýndir hraðavigrar 2020 í öllum mælistikum. Árið 2016 varð vart við lítillega aukinn skriðhraða mælistöðva L04 og L03 og þarna varð líka vart við sprungumyndun í mælileiðangri 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 hæðarlínum 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 lítils

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 og 2020 er aukinn, einkum 2017og 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 2020. Hægri: Þróun skriðhraða á Vestari Hagafellsjökli frá sumri 2017 til hausts 2020.

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, 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.

Hnit allra hraðamælipunkta eru gefin í viðauka C og hraði í viðauka D.
Vegna líklegs framhlaups var vorið 2019 komið fyrir nokkrum síritandi GPS tækjum við nokkra afkomumælistaði og svo endurtekið 2020. Í L05 var Trimble landmælingatæki og í L04 og L26 eins fasa EMLID (NV08C-CSM móttakari) tæki með möguleika á um ~dm nákvæmni með eftirá leiðréttingu. Mælingar á færslum 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 miðjan júní. Þá tekur leysing við sér og hraði vex, verður mestur í annarri viku ágúst, en fellur síðan aftur í sama horf. Þegar mælingu lauk vegna rafmagnsleysis (26. september) er hraðinn enn ekki dottinn niður í vetrarhraða.

14. mynd. Færslur í vestur-austur, suður-norður og lóðrétt á mælistað L05 mælt með landmælinga GPS (eftirá leiðrétt) frá lokum apríl til fjórðu viku september 2020. GPS tækinu var komið fyrir á veðurstöðvamastrinu, GPS-loftnetið sést vel á ljósmyndinni. Efst til hægri er sýnd færsla stöðvarinnar frá vori til hausts.

6. Lokaorð.

Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2019-2020 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 minnsta móti einungis 44% þess sem verið að meðaltali mælitímann (frá 1996-1997). Afkoman reyndist nú -0,47 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn; ~840 km^2).
Samtals hefur jökullinn á 24 árum rýrnað um 30 m eða 26,4 km^3 (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 29,3 km^3 af ís, sem er nærri 15,05 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0,64 % á ári.
Vetrarafkoma 2019-20 mældist 1.81 m sem er um 2% umfram meðallag.
Sumarrýrnun, 2,37 m, var með minnsta móti aðeins um 78 % af rýrnun meðalsumars.
Þetta ár voru fyrningar eftir jökulárið á um 48 % yfirborðsins; hæð jafnvægislínu á suðurhluta jökulsins (vestari Hagafellsjökli) var ~1045 m en ~1260 m á norðurhvelinu (Baldjökli). Meðalársafrennsli leysingarvatns (metið eftir sumarafkomu) var um 63 m^3s^{-1} eða 75 $ls^{-1}km^{-2}$ jafnað yfir heilt ár. Skriðhraðamælingar á Vestari-Hagfellsjökli benda enn til að framhlaup sé í aðsigi, skriðhraði sumarið 2020 var verulega umfram meðaltal nærri og neðan jafnvægislínu þó hann hafi lækkað nokkuð frá hinu mikla leysingasumri í fyrra.

Viðauki A : Afkoma í mælipunktum 2019-2020.

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	30,975	20	26,765	590	20200422	20201019	0,700	-7,153	-6,453	0,000
L02	64	31,891	20	25,862	737	20200422	20201019	1,540	-4,816	-3,276	0,053
L03	64	33,030	20	24,403	876	20200422	20201019	1,745	-3,203	-1,458	0,053
L04	64	34,160	20	23,440	980	20200422	20201019	1,640	-2,450	-0,810	0,140
L05	64	35,689	20	22,472	1102	20200423	20201019	2,250	-1,530	0,720	0,245
L06	64	36,587	20	17,924	1198	20200423	20201019	2,500	-1,140	1,360	0,245
L07	64	38,795	20	15,814	1285	20200424	20201019	2,650	-0,928	1,722	0,308
L08	64	40,501	20	16,062	1407	20200424	20201019	1,640	-0,944	0,696	0,396
L09	64	37,628	20	27,465	1376	20200422	20201019	1,870	-1,010	0,860	0,424
L10	64	36,588	20	32,576	1124	20200422	20201019	1,620	-2,025	-0,405	0,175
L11	64	38,671	20	31,169	980	20200422	20201019	1,910	-3,620	-1,710	0,070
L12	64	34,560	20	1,999	818	20200423	20201019	1,590	-3,930	-2,340	0,070
L13	64	36,370	20	1,505	874	20200423	20201019	2,050	-2,887	-0,837	0,105
L14	64	38,956	20	1,325	1151	20200423	20201019	2,080	-1,600	0,480	0,200
L15	64	40,788	20	4,138	1182	20200423	20201019	2,090	-1,514	0,576	0,270
L16	64	38,518	20	10,134	1261	20200424	20201019	2,610	-0,906	1,704	0,235
L17	64	45,152	19	59,105	1358	20200423	20201019	1,660	-0,808	0,852	0,308
L18	64	49,874	19	55,579	1434	20200423	20201019	2,390	-0,656	1,734	0,378
L19	64	50,309	19	59,063	1277	20200423	20201019	1,550	-1,352	0,198	0,280
L20	64	50,565	20	1,421	1084	20200423	20201019	0,820	-3,511	-2,691	0,133
L21	64	50,568	19	49,907	1147	20200423	20201019	1,280	-2,360	-1,080	0,315
L22	64	50,476	19	46,683	938	20200423	20201019	1,580	-3,740	-2,160	0,105
L23	64	36,474	20	6,967	1161	20200423	20201019	2,390	-1,562	0,828	0,315
L24	64	45,078	20	10,860	762	20200423	20201019	0,390	-5,214	-4,824	0,000
L25	64	37,618	20	29,290	1267	20200422	20201019	2,580	-1,404	1,176	0,350

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 2019-2020.

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

Hæðarbil (m y. s.)			**ΔS (km^2)**	**$\sum\Delta S$ (km^2)**	**bw (mm)**	**bs (mm)**	**bn (mm)**	**ΔB_w ($10^6 m^3$)**	**$\sum\Delta B_w$ ($10^6 m^3$)**	**ΔB_s ($10^6 m^3$)**	**$\sum\Delta B_s$ ($10^6 m^3$)**	**ΔB_n ($10^6 m^3$)**	**$\sum B_n$ ($10^6 m^3$)**
1400	1450	1425	5,8	5,8	2273	-703	1569	13,1	13,1	-4,1	-4,1	9,1	9,1
1350	1400	1375	25,6	31,4	2243	-854	1389	57,5	70,6	-21,9	-25,9	35,6	44,7
1300	1350	1325	53,2	84,6	2300	-1018	1282	122,4	193	-54,2	-80,1	68,2	112,9
1250	1300	1275	76	160,6	2378	-1133	1245	180,9	373,9	-86,2	-166,3	94,7	207,6
1200	1250	1225	95,1	255,7	2320	-1329	991	220,8	594,7	-127	-292,8	94,3	301,9
1150	1200	1175	99,6	355,3	2054	-1682	372	204,7	799,4	-168	-460,4	37,1	339
1100	1150	1125	97,9	453,2	1840	-1995	-155	180,2	979,6	-195	-655,8	-15,2	323,8
1050	1100	1075	86,4	539,6	1629	-2410	-780	140,8	1120,4	-208	-864	-67,4	256,4
1000	1050	1025	74,3	613,9	1534	-2764	-1229	114,1	1234,5	-206	-1069,5	-91,4	165
950	1000	975	53,2	667,1	1434	-3178	-1743	76,3	1310,8	-169	-1238,5	-92,7	72,2
900	950	925	46,6	713,7	1365	-3473	-2108	63,6	1374,4	-162	-1400,5	-98,3	-26,1
850	900	875	37,4	751,1	1353	-3702	-2348	50,6	1425	-138	-1538,8	-87,7	-113,8
800	850	825	28	779,1	1212	-4172	-2959	33,9	1458,9	-117	-1655,5	-82,8	-196,6
750	800	775	22,5	801,6	1088	-4726	-3637	24,5	1483,4	-106	-1761,9	-81,9	-278,5
700	750	725	15,5	817,1	947	-5390	-4442	14,6	1498,1	-83,3	-1845,2	-68,6	-347,1
650	700	675	9	826,1	838	-6209	-5370	7,6	1505,6	-55,9	-1901,2	-48,4	-395,5
600	650	625	7	833,1	729	-6962	-6232	5,1	1510,7	-48,4	-1949,5	-43,3	-438,8
550	600	575	4,1	837,2	606	-7577	-6970	2,5	1513,2	-31,2	-1980,8	-28,7	-467,6
500	550	525	0,7	837,9	548	-7853	-7304	0,4	1513,6	-5,2	-1985,9	-4,8	-472,4
450	500	475	0	837,9	506	-5947	-5441	0	1513,6	-0,2	-1986,2	-0,2	-472,6

Viðauki C: Hnit hraðamælipunkta jökulárið 2019-2020.

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_l er hæð yfir ellipsóíðu (ISNET-93, NKG96 Geoíða), ΔL loftnetshæð og N áætlaður mismunur ellipsóíðu og geóíðuhæðar, ($H=h_l-N-\Delta L$).

Stika	Dags.	Dagur árs	Ár			Breiddar-gráða		Lengdar-gráða		h_l (m y. e.)	ΔL (m)	N (m)	H (m y. s.)	
L01-20	16,6	22	4	113	2020	64	30,9755	20	26,7651	657,53	0	-67,1	590,46	K
L01-20	15,4	19	10	293	2020	64	30,9749	20	26,7691	649,37	0	-67,1	582,3	K
L02-20	15,9	22	4	113	2020	64	31,8912	20	25,8624	804,42	0	-67,1	737,3	K
L02-20	14,5	19	10	293	2020	64	31,8835	20	25,8698	798,03	0	-67,1	730,92	K
L03-20	15,3	22	4	113	2020	64	33,0298	20	24,4035	942,82	0	-67,2	875,66	K
L03-20	13,9	19	10	293	2020	64	33,0126	20	24,4219	935,94	0	-67,2	868,77	K
L04-20	17,7	22	4	113	2020	64	34,1598	20	23,44	1047,7	0	-67,2	980,49	K
L04-20	13,3	19	10	293	2020	64	34,1401	20	23,4635	1040,5	0	-67,2	973,25	K
L05-20	7,83	23	4	114	2020	64	35,689	20	22,4719	1168,9	0	-67,3	1101,68	K
L05-20	17,5	19	10	293	2020	64	35,6752	20	22,4829	1162,9	0	-67,3	1095,69	K
L06-20	9,17	23	4	114	2020	64	36,5874	20	17,9238	1264,9	0	-67,3	1197,63	K
L06-20	18,6	19	10	293	2020	64	36,5819	20	17,9288	1260,2	0	-67,3	1192,91	K
L07-20	9,61	24	4	115	2020	64	38,7946	20	15,8138	1352,2	0	-67,3	1284,9	K
L07-20	12,8	19	10	293	2020	64	38,7912	20	15,8116	1347,5	0	-67,3	1280,21	K
L08-20	10,4	24	4	115	2020	64	40,501	20	16,0622	1474,4	0	-67,3	1407,1	K
L08-20	12,5	19	10	293	2020	64	40,5005	20	16,0621	1470,9	0	-67,3	1403,65	K
L09-20	12,9	22	4	113	2020	64	37,6285	20	27,4648	1443,1	0	-67,2	1375,9	K
L09-20	11,8	19	10	293	2020	64	37,6284	20	27,4642	1439,4	0	-67,2	1372,2	K
L10-20	13,7	22	4	113	2020	64	36,5876	20	32,5758	1191,3	0	-67,2	1124,1	K
L10-20	12,2	19	10	293	2020	64	36,5875	20	32,5759	1187	0	-67,2	1119,81	K
L11-20	11,4	22	4	113	2020	64	38,6707	20	31,1687	1047,4	0	-67,2	980,28	K
L11-20	11,2	19	10	293	2020	64	38,6712	20	31,1724	1041,8	0	-67,2	974,63	K
L12-20	11,3	23	4	114	2020	64	34,5604	20	1,99902	884,89	0	-67,2	817,73	K
L12-20	18	19	10	293	2020	64	34,5587	20	1,99501	879,29	0	-67,2	812,13	K
L13-20	12,2	23	4	114	2020	64	36,3699	20	1,50506	940,8	0	-67,2	873,61	K
L13-20	17,7	19	10	293	2020	64	36,3628	20	1,4885	934,97	0	-67,2	867,77	K
L14-20	13	23	4	114	2020	64	38,9562	20	1,32512	1218,7	0	-67,2	1151,45	K
L14-20	17,4	19	10	293	2020	64	38,956	20	1,32332	1214	0	-67,2	1146,78	K
L15-20	13,8	23	4	114	2020	64	40,7876	20	4,13792	1249,1	0	-67,3	1181,83	K
L15-20	13,4	19	10	293	2020	64	40,7882	20	4,13444	1244,4	0	-67,3	1177,13	K
L16-20	8,83	24	4	115	2020	64	38,5176	20	10,1336	1328,3	0	-67,3	1260,97	K
L16-20	13,2	19	10	293	2020	64	38,517	20	10,1315	1323,5	0	-67,3	1256,26	K
L17-20	21,8	23	4	114	2020	64	45,1522	19	59,1049	1425,3	0	-67,3	1357,99	K
L17-20	13,8	19	10	293	2020	64	45,1521	19	59,1048	1420,9	0	-67,3	1353,68	K
L18-20	18,7	23	4	114	2020	64	49,8739	19	55,5788	1501,1	0	-67,2	1433,88	K
L18-20	15,1	19	10	293	2020	64	49,874	19	55,5789	1497,9	0	-67,2	1430,61	K
L19-20	18	23	4	114	2020	64	50,3085	19	59,0633	1344	0	-67,2	1276,75	K
L19-20	14,7	19	10	293	2020	64	50,3099	19	59,0699	1339,4	0	-67,2	1272,15	K
L20-20	17,3	23	4	114	2020	64	50,5648	20	1,42123	1151,4	0	-67,2	1084,2	K
L20-20	14,4	19	10	293	2020	64	50,5659	20	1,42832	1146,6	0	-67,2	1079,43	K

L21-20	19,4	23	4	114	2020	64	50,5676	19	49,9072	1214,6	0	-67,2	1147,36	K
L21-20	16,1	19	10	293	2020	64	50,5673	19	49,8915	1210,5	0	-67,2	1143,22	K
L22-20	20,1	23	4	114	2020	64	50,4764	19	46,6829	1005,2	0	-67,2	937,96	K
L22-20	15,7	19	10	293	2020	64	50,4758	19	46,6818	999,08	0	-67,2	931,89	K
L23-20	10,3	23	4	114	2020	64	36,4744	20	6,96689	1227,9	0	-67,3	1160,62	K
L23-20	18,2	19	10	293	2020	64	36,471	20	6,96064	1222,5	0	-67,3	1155,2	K
L24-20	15,7	23	4	114	2020	64	45,0781	20	10,8601	829,65	0	-67,2	762,43	K
L24-20	16,8	19	10	293	2020	64	45,0818	20	10,8659	824,06	0	-67,2	756,85	K
L25-20	12,3	22	4	113	2020	64	37,6182	20	29,2904	1333,9	0	-67,2	1266,7	K
L25-20	11,8	19	10	293	2020	64	37,6192	20	29,2965	1328,5	0	-67,2	1261,25	K
L26-20	8,57	23	4	114	2020	64	37,0086	20	21,0075	1258,5	0	-67,3	1191,23	K
L26-20	18,9	19	10	293	2020	64	37,0014	20	21,0104	1254,8	-2	-67,3	1185,52	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 2020 með nákvæmum (~10 cm) GPS tækjum, snið mæld í afkomuleiðöngrum í apríl til vinstri en í október til hægri. Grænu línurnar eru frá mælingum GPS tækis á vélsleða sem dró snjóradar.

Viðauki D: Mældur láréttur yfirborðshraði sumars á Langjökli 2020.

Stika	dags.	dagur árs	dags.	dagur árs	daga fjöldi	færsla (m)	láréttur (°)	hraði (cm/dag)	(m/ári)
L01-20	200422	113	201019	293	180	3,4	251	1,89	6,88
L02-20	200422	113	201019	293	180	15,57	202	8,65	31,57
L03-20	200422	113	201019	293	180	35,05	205	19,47	71,08
L04-20	200422	113	201019	293	180	41,05	207	22,81	83,24
L05-20	200423	114	201019	293	179	26,95	199	15,06	54,96
L06-20	200423	114	201019	293	179	10,94	201	6,11	22,31
L07-20	200424	115	201019	293	178	6,52	164	3,66	13,36
L08-20	200424	115	201019	293	178	0,9	170	0,51	1,85
L09-20	200422	113	201019	293	180	0,5	94	0,28	1
L10-20	200422	113	201019	293	180	0,3	191	0,17	0,61
L11-20	200422	113	201019	293	180	3,1	289	1,72	6,29
L12-20	200423	114	201019	293	179	4,49	135	2,51	9,16
L13-20	200423	114	201019	293	179	18,62	135	10,4	37,97
L14-20	200423	114	201019	293	179	1,48	105	0,83	3,03
L15-20	200423	114	201019	293	179	3,03	66	1,69	6,17
L16-20	200424	115	201019	293	178	2,06	127	1,16	4,23
L17-20	200423	114	201019	293	179	0,09	113	0,05	0,19
L18-20	200423	114	201019	293	179	0,08	283	0,05	0,17
L19-20	200423	114	201019	293	179	5,73	295	3,2	11,68
L20-20	200423	114	201019	293	179	5,95	290	3,32	12,13
L21-20	200423	114	201019	293	179	12,44	93	6,95	25,37
L22-20	200423	114	201019	293	179	1,46	143	0,81	2,97
L23-20	200423	114	201019	293	179	8,09	142	4,52	16,49
L24-20	200423	114	201019	293	179	8,32	327	4,65	16,97
L25-20	200422	113	201019	293	180	5,2	291	2,89	10,54
L26-20	200423	114	201019	293	179	13,45	190	7,51	27,42

Viðauki E: Afrennsli vegna jökulleysingar sumarið 2020:

ΔS: flatarmál á gefnu hæðarbili, ΔQ_s: afrennsli á gefnu hæðarbili, $\sum Q_s$: 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.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s $(10^6 m^3)$	$\sum Q_s$ $(10^6 m^3)$
1400	1450	6,0	6,0	4,2	4,2
1350	1400	26,0	32,1	22,3	26,6
1300	1350	53,3	85,4	54,3	80,8
1250	1300	75,9	161,3	85,6	166,5
1200	1250	93,2	254,4	123,5	290,0
1150	1200	97,6	352,0	163,0	453,0
1100	1150	95,8	447,8	189,0	642,0
1050	1100	84,9	532,8	202,1	844,1
1000	1050	74,6	607,4	204,0	1048,2
950	1000	53,5	660,8	167,7	1215,8
900	950	46,4	707,3	159,4	1375,3
850	900	37,9	745,2	139,5	1514,8
800	850	29,1	774,3	119,1	1633,9
750	800	22,5	796,8	103,8	1737,7
700	750	16,6	813,4	86,1	1823,8
650	700	9,6	823,0	56,7	1880,5
600	650	7,1	830,1	47,2	1927,6
550	600	5,4	835,4	39,0	1966,6
500	550	2,4	837,8	18,5	1985,1
450	500	0,1	837,9	1,1	1986,2

Vatnasvið Þingvallavatns (I)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1350	1400	1,2	1,2	1,2	1,2
1300	1350	5,4	6,6	5,5	6,7
1250	1300	6,8	13,4	7,4	14,0
1200	1250	6,6	20,0	7,9	22,0
1150	1200	6,8	26,7	9,2	31,2
1100	1150	8,2	34,9	13,2	44,3
1050	1100	7,6	42,6	14,0	58,4
1000	1050	7,2	49,8	15,3	73,7
950	1000	6,1	55,9	14,9	88,6
900	950	6,4	62,4	17,5	106,1
850	900	6,4	68,7	20,1	126,2
800	850	5,3	74,0	20,1	146,3
750	800	4,6	78,6	20,5	166,8
700	750	3,1	81,7	16,0	182,8
650	700	1,7	83,4	10,5	193,3
600	650	1,5	84,9	10,3	203,6
550	600	0,8	85,8	5,9	209,5
500	550	0,0	85,9	0,8	210,3

Vatnasvið Þingvallavatns (II)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1400	1450	0,0	0,0	0,0	0,0
1350	1400	3,5	3,6	3,4	3,4
1300	1350	12,1	15,7	11,6	15,0
1250	1300	13,9	29,6	14,0	29,0
1200	1250	17,0	46,6	18,5	47,5
1150	1200	12,2	58,8	15,7	63,2
1100	1150	11,2	70,0	17,5	80,7
1050	1100	9,4	79,4	17,0	97,7
1000	1050	8,6	88,0	18,1	115,8
950	1000	6,8	94,9	16,7	132,5
900	950	7,1	101,9	19,3	151,8
850	900	6,9	108,9	21,9	173,7
800	850	5,7	114,6	21,9	195,6
750	800	5,0	119,6	22,4	218,0
700	750	3,6	123,2	18,5	236,5
650	700	2,2	125,4	13,6	250,0
600	650	2,0	127,5	13,6	263,6
550	600	1,4	128,9	10,3	273,9
500	550	0,5	129,4	3,7	277,6

Hvítá í Borgarfirði

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1400	1450	2,6	2,6	2,0	2,0
1350	1400	13,5	16,1	11,5	13,4
1300	1350	26,5	42,6	26,9	40,3
1250	1300	35,2	77,8	40,6	80,9
1200	1250	35,3	113,1	50,7	131,7
1150	1200	34,0	147,1	65,2	196,9
1100	1150	31,8	178,9	73,9	270,8
1050	1100	32,9	211,8	92,7	363,6
1000	1050	22,9	234,6	77,2	440,8
950	1000	16,1	250,7	61,4	502,2
900	950	12,6	263,3	53,3	555,4
850	900	7,9	271,1	37,0	592,5
800	850	5,3	276,5	26,9	619,4
750	800	3,7	280,2	19,6	639,0
700	750	2,8	283,1	15,7	654,7
650	700	1,2	284,3	7,2	661,8
600	650	0,0	284,3	0,2	662,1

Hvítárvatn, Hvítá í Árnessýslu

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1400	1450	3,2	3,2	2,1	2,1
1350	1400	7,6	10,8	6,2	8,3
1300	1350	12,1	22,9	13,5	21,8
1250	1300	16,1	39,0	21,0	42,8
1200	1250	25,5	64,4	36,0	78,8
1150	1200	37,4	101,8	60,9	139,7
1100	1150	36,5	138,3	68,0	207,7
1050	1100	27,5	165,8	59,8	267,5
1000	1050	30,8	196,7	81,0	348,6
950	1000	21,5	218,1	66,6	415,1
900	950	18,9	237,0	64,6	479,7
850	900	15,8	252,9	57,3	537,0
800	850	11,3	264,1	45,2	582,2
750	800	7,7	271,9	35,4	617,6
700	750	4,8	276,7	24,8	642,4
650	700	1,8	278,5	11,1	653,5
600	650	1,0	279,6	7,0	660,5
550	600	0,5	280,1	3,8	664,3
500	550	0,2	280,3	1,4	665,8
450	500	0,0	280,3	0,2	666,0

Hagavatn (og Sandvatn)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1400	1450	0,1	0,1	0,1	0,1
1350	1400	3,8	3,9	3,4	3,6
1300	1350	9,3	13,3	8,4	12,0
1250	1300	17,1	30,4	15,6	27,6
1200	1250	23,4	53,8	24,2	51,8
1150	1200	16,7	70,4	20,7	72,5
1100	1150	16,4	86,9	24,7	97,2
1050	1100	13,9	100,8	24,8	122,0
1000	1050	12,9	113,7	27,0	149,0
950	1000	9,4	123,0	22,8	171,9
900	950	8,4	131,4	23,4	195,2
850	900	7,8	139,2	24,8	220,0
800	850	7,1	146,3	26,6	246,6
750	800	6,5	152,8	28,4	274,9
700	750	5,8	158,6	29,6	304,6
650	700	4,8	163,4	27,9	332,5
600	650	4,5	167,8	29,6	362,0
550	600	4,0	171,8	29,2	391,3
500	550	2,1	173,9	16,3	407,5
450	500	0,0	174,0	0,8	408,4

Blanda

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	S km^2	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\sum Q_s$ ($10^6 m^3$)
1300	1350	0,0	0,0	0,0	0,0
1250	1300	0,6	0,7	1,0	1,1
1200	1250	2,4	3,1	4,7	5,7
1150	1200	2,8	5,9	7,0	12,7
1100	1150	2,9	8,8	9,1	21,8
1050	1100	2,9	11,7	10,7	32,5
1000	1050	0,8	12,5	3,5	36,0
950	1000	0,3	12,9	1,5	37,4

Viðauki F: Hæðarbreytingar og meðalhraðar í mælistöðvum 1997 – 2020.

Elevation change (m)
Langjökull - southeast section
~1400 m (L16) ~1285 m (L15) ~1200 m (L14)
~1100 m (L13) ~990 m (L12) ~1165 m (L23)
Surface velocity (ma-1)
1998
2000
2002
2004
2006
2008
2010
2012
2014
2016
2018
2020

Viðauki G: Færslur á mælistöðvum L26 og L04 eftir óleiðréttum mælingum með L1 GPS.

Site L04 2020
Hagafellsjökull ~975 m a.s.l.
Emlid L1-GPS (NMEA 1sek 5min avearge)
Antenna on a "floating" mast
Red line: 4 day running average
Blue line: 1 day running average
Elevation (m a.s.l.)
980
979
978
977
976
975
x-i93 (m)
433348
433344
433340
y-i93 (m)
452724
452720
452716
452712
452708
452704
53m a-1
80m a-1
120
140
160
180
200
220
DOY