

Afkomu- og hraðamælingar á Langjökli jökulárið 2007-2008

Finnur Pálsson
Helgi Björnsson

Jarðvísindastofnun Háskólans
og Landsvirkjun

janúar 2010
RH-05-2010

Efnisyfirlit:

1. Inngangur	1
2. Afkomumælingar	2
3. Samandregnar niðurstöður afkomumælinga	3
4. Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli	5
5. Hraðamælingar	7
6. Lokaorð	8

Viðaukar:

A. Afkoma í mælipunktum jökulárið 2007-2008	9
B. Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2007-2008	10
C. Hnit hraðamælipunkta 2008	11
D. Mældur láréttur yfirborðsskriðhraði 2008	13
E. Afrennsli leysingar sumarið 2008	15

Myndir:

1. mynd.	Lega afkomumælipunkta 2008.	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.	Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2007-2008.	3
5. mynd.	Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrkoma (október - maí) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2007-2008. Heildregnu línurnar eru 10 ára vegin (þríhyrningur) keðjumeðaltöl. (Veðurgögn frá Veðurstofu Íslands).	3
6. mynd.	Kort sem sýna vetrar-, sumar- og ársafkomu Langjökuls jökulárið 2007-2008.	4
7. mynd.	Flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð, 2007-2008.	4
8. mynd.	Samhengi ársafkomu og hlutfalls ákomsvæðis af heildarflatarmáli (AAR). Sýnd er besta beina lína gegnum gagnasafnið (einum punkti sleppt).	4
9. mynd.	Helstu vatnasvið og vatnaskil á Langjökli.	5
10. mynd.	Meðaltal ársafrennslis leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2008. a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn.	5
11. mynd.	Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari og mældur yfirborðshraði á því sniði sumurin 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 og einnig haustið 1998.	7
12. mynd.	Meðaltal lárétts yfirborðshraða sumarið 2008.	7

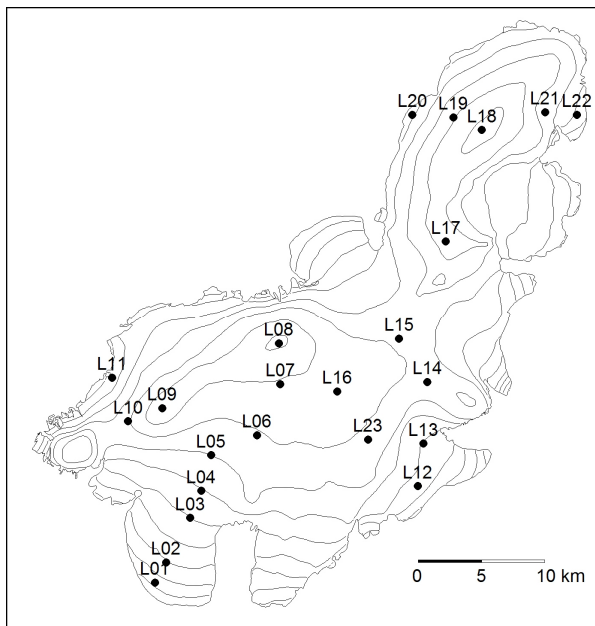
Töflur:

I. Afrennsli leysingarvatns frá Langjökli til helstu vatnasviða.	6
--	---

1. Inngangur.

Árið 2008 vann Jarðvísindastofnun að afkomumælingum á Langjökli í samvinnu við Landsvirkjun. Í lok apríl var vetrarafkoma mæld á 23 stöðum á jöklinum og komið fyrir stikum eða vírum til að mæla sumarleysingu. Einnig voru settar upp tvær veðurstöðvar á Hagafellsjökul vestari, en grein verður gerð fyrir niðurstöðum veðurmælinganna annars staðar. Á 1. mynd sést lega mælipunkta, sem dreift var þannig að sem best mynd fengist af breytileika afkomu frá norðri til suðurs eftir jöklinum og á suðurhveli jökulsins. Hreyfing var mæld með DGPS-tækjum eða Kinematic-GPS í öllum afkomumælinga punktum.

Að vormælingum 18-21. apríl unnu Hlynur Skagfjörð Pálsson, Sveinbjörn Steinþórsson og



1. mynd. Lega afkomumælipunkta 2008.

Eyjólfur Magnússon. Farartæki var snjóbjóll HSSR. Færið á jökli var ágætt og veður gott.

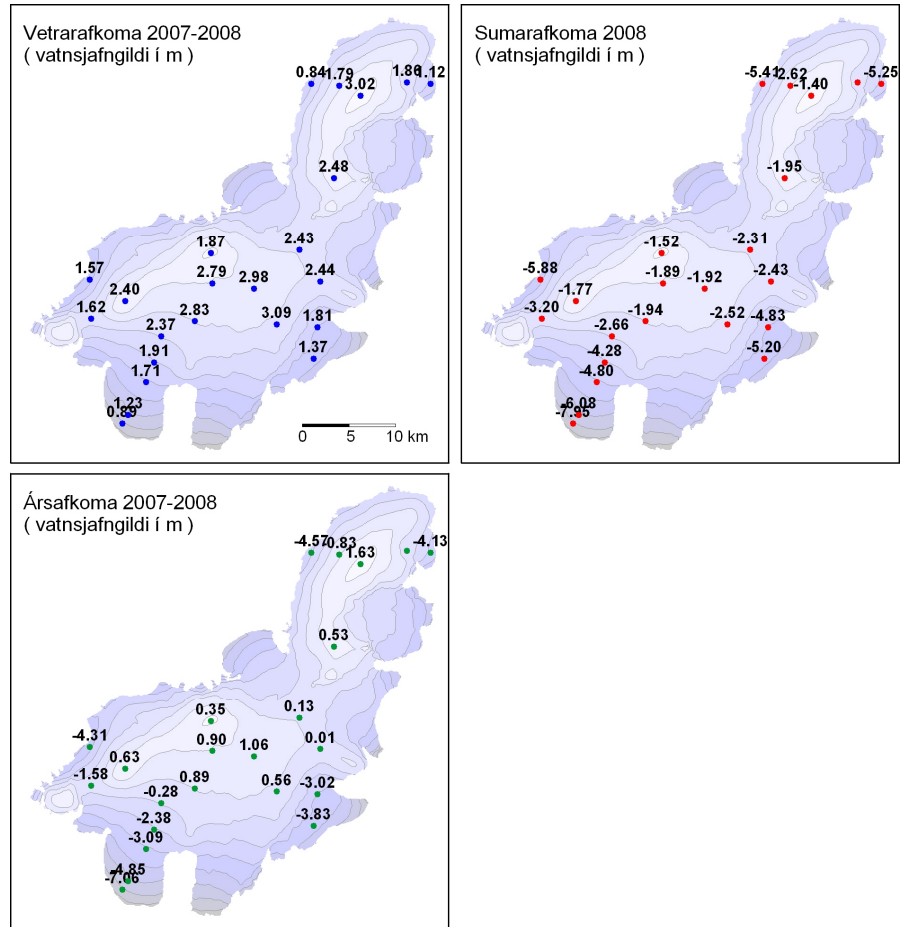
Veður var risjótt að hausti og vetrarbyrjun, og fara þurfti margar ferðir til að ná haustaflestri af öllum afkomumælistöðvum. Lesið var af öllum stikum á safnsvæði jökulsins 31. ágúst í æfingaferð HSSR (vélsleðar), einni stiku (L11) 25. september, af allmörgum stikum í þyrluferð 3. október, og loks af nokkrum stikum 21. nóvember (2 bílar og 3 vélsleðar).

Að haustmælingum komu Finnur Pálsson, Þorsteinn Jónsson, Hlynur Skagfjörð Pálsson, Sverrir Guðmundsson, Hrafnhildur Hannesdóttir, Jón Kjartan Björnsson þyrluflugmaður og nokkrir félagar í HSSR. (Þyrla þyrluþjónustunnar, Toyota Hiluxbílar JH og vélsleðar RH, HSSR og LV).

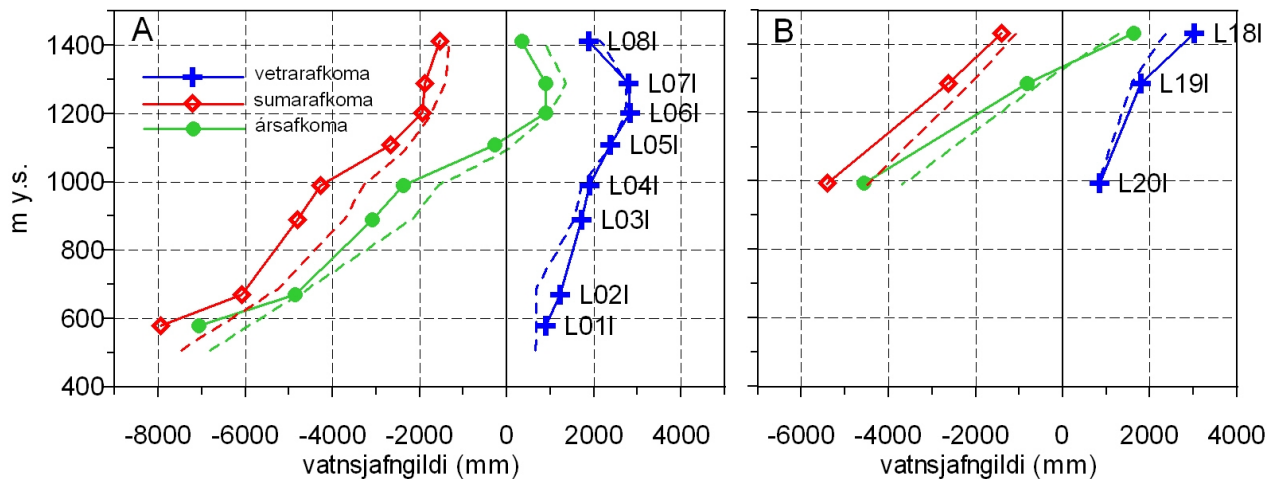
Finnur Pálsson vann að úrvinnslu og túlkun mæligagna.

2. Afkomumælingar.

Afkoma var mæld á hefðbundinn hátt. Að vori var tekinn kjarni með rafknúnum kjarnabor niður gegnum árlagið og eðlismassi snævarins fundinn. Á ákomusvæðum voru settar bambusstikur en á leysingarsvæðum vírar niður í holur sem boraðar voru með gufubor. Sumarleysing fannst 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 viðauka A. Á 3. mynd er afkomusnið frá sporði V-Hagafellsjökuls upp á miðja suðurbungu jökulsins og einnig frá sporði upp hábungu norðurhvels Langjökuls.



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



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). Meðatal mælitímabilsins 1996-97 til 2007-08 er sýnt með brotnum línum.

3. Samdregnar niðurstöður afkomumælinga.

Eftir mæligildum í afkomumælipunktunum voru gerð stafræn kort til reikninga á rúmmáli afkomu og til að lýsa sumarleysingu á einstökum vatnasviðum. Heildarafkoma Langjökuls 2007-2008 var:

$B_w = 1.80 \text{ km}^3$ eða $b_w = 1999 \text{ mm}$

$B_s = -3.45 \text{ km}^3$ eða $b_s = -3840 \text{ mm}$

$B_n = -1.65 \text{ km}^3$ eða $b_n = -1842 \text{ mm}$

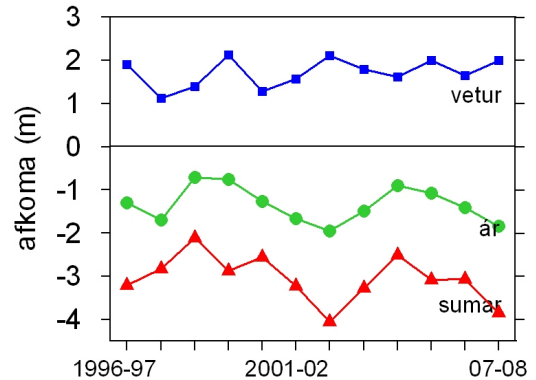
(B er heildarrúmmál vatnsgildis, en b þykkt vatnsgildis jafndreift yfir jökulinn, w , s og n stendur fyrir vetur, sumar og ár).

Til samanburðar voru gildi fyrri ára:

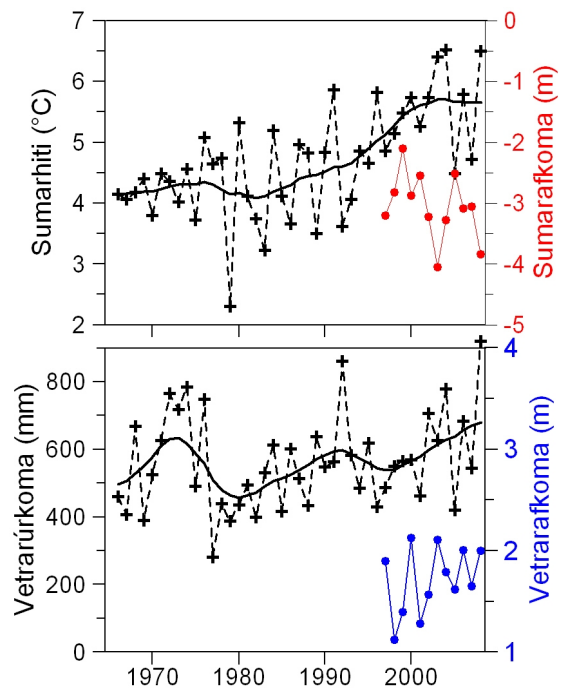
	b_w	b_s	b_n (mm)
1996-1997	1900	-3200	-1300
1997-1998	1120	-2820	-1700
1998-1999	1502	-2270	-768
1999-2000	2130	-2880	-750
2000-2001	1273	-2550	-1271
2001-2002	1566	-3222	-1656
2002-2003	2105	-4051	-1946
2003-2004	1789	-3276	-1487
2004-2005	1617	-2511	-894
2005-2006	1690	-2970	-1279
2006-2007	1647	-3058	-1411
Meðaltal₍₉₆₋₀₈₎	1667	-2982	-1315

Snjósöfnun vetrinn 2007-2008 var sú þriðja mesta á mælitímanum (frá 1996). Snjósöfnun var nærri meðallagi á safnsvæðinu en meira safnaðist fyrir á leysingasvæðinu en að jafnaði (3. og 4. mynd). Ekki er einfalt samband milli úrkomu á Hveravöllum og vetrarafkomu Langjökuls (5. mynd); hitastig þegar úrkoma fellur og úrkomuáttir skipta miklu máli. Sumarleysing var mun meiri en að meðaltali á öllum hæðarbilum, enda sumarið með endemum hlýtt og sólríkt. Meðalsumarhitinn var rúmlega $1 \text{ }^\circ\text{C}$ hærri en að meðaltali yfir mælitímabilið (5. mynd). Leysing var mikil frá byrjun júní en sýnu mest frá miðjum júlí fram í fyrstu daga ágúst, sem var óvenju hlýr og sólríkur tími. Eftir það dró hratt úr leysingu enda breyttist veður, komin vætutíð. Ársafkoma var sú næst neikvæðasta frá upphafi mælinga; um 40% neikvæðari en að meðaltali yfir mælitímabilið.

Flatarmál safnsvæðis var 250 km^2 , eða um 28% af heildarflatarmáli jökulsins. Hæð jafnvægislínu á sunnanverðum jöklinum (vestari Hagafellsjökli) var í um 1130 m, en um 1330 m á Baldjökli. Á 6. mynd eru sýnd stafræn kort af afkomu Langjökuls 2007-2008. Á 7. mynd er sýnd flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð. Flatardreifingar eru unnar eftir

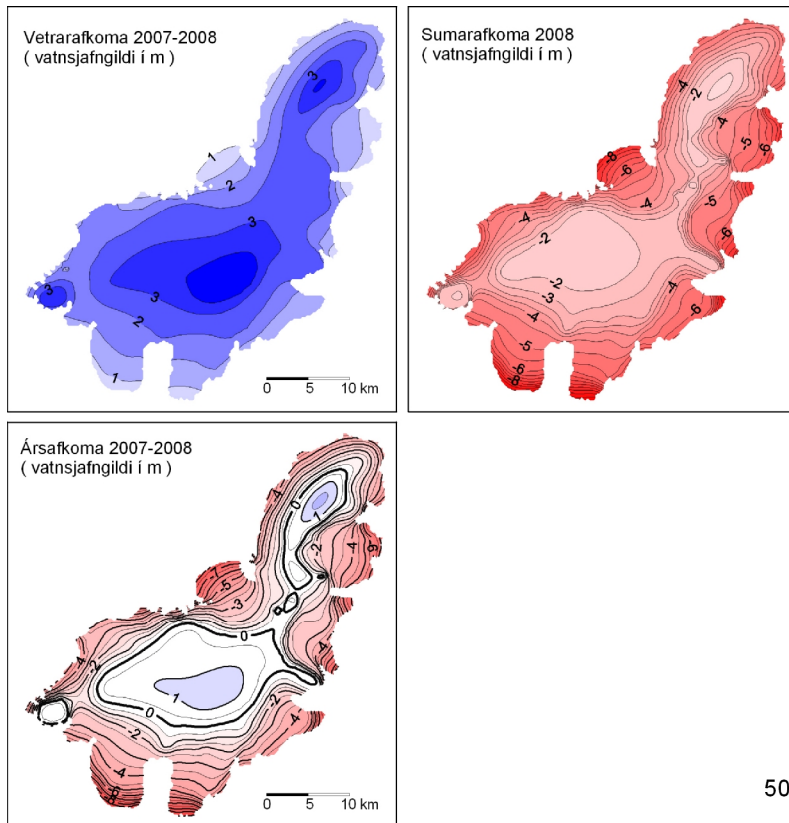


4. mynd. Afkoma jökuláranna 1996-97 til 2007-2008.

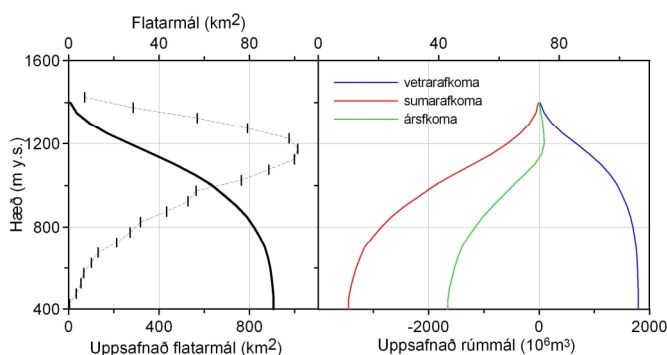


5. mynd. Sumarhiti (maí - september) og vetrarúrkoma (október - maí) á Hveravöllum jökulárin 1960-61 til 2007-2008. Heildregnu línurnar eru 11 ára keðjumeðaltöl (vegið meðaltal, þrihyrningsvog). (Veðurgögn frá Veðurstofu Íslands).

nýju yfirborðskorti Langjökuls fyrir árið 2007 sem byggt er á korti unnu eftir gerfitunglamyndum frá 2004, lagað eftir GPS hæðarsniðum sem mæld voru vítt og breytt um jökulinn vorið 2007. Á 8. mynd er sýnt sambandið milli ársafkomu og hlutfalls ákomusvæðis af heildarflatarmáli jökulsins (AAR). Samhengi milli þessara stærða má nálgast með beinni línu eins og sýnt er á myndinni og nota til að nálgast gildi ársafkomu ef AAR er þekkt, t.d. fundið með myndatöku úr lofti eða utan úr geimnum. Við mat bestu beinu línu er árinu 1997-98 sleppt; það sumar var efri hluti jökulsins



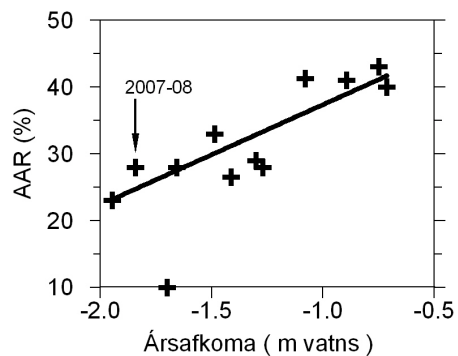
6. mynd. Kort sem sýna vetrar-, sumar- og ársafkomu



7. mynd. Flatardreifing Langjökuls með hæð og uppsöfnuð dreifing afkomu með hæð, 2007-2008.

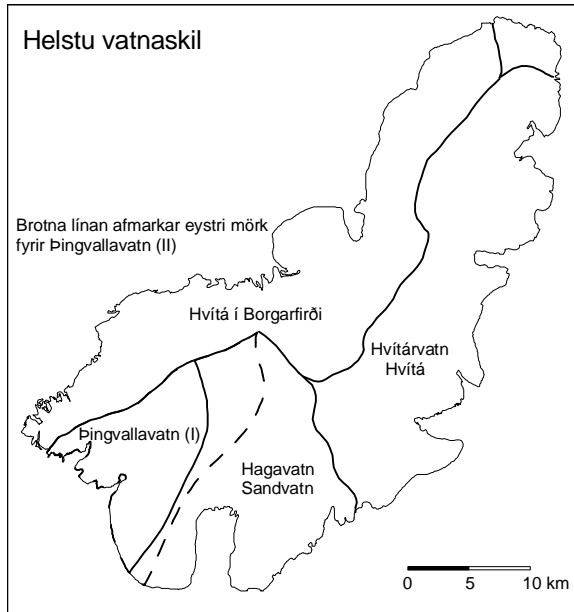
óvanalega skítugur vegna ryks sem barst yfir hann af hálandinu (veður þurr og hvasst á tímabili). Þetta magnaði leysingu, einkum á efri hluta jökulsins. Þessar einföldu nálganir benda til að AAR væri nærri 53% og hæð jafnvægislínu um 975 m ef Langjökull væri í jafnvægi (heildarársafkoman væri 0).

Afkoma Langjökuls hefur verið neikvæð allan tímann sem hún hefur verið mæld, frá 1996-97. Samtals hefur jökullinn á 12 árum rýrnað um 16.05 m eða 14.45 km³ (vatnsjafngildi). Þetta svarar til 16.05 km³ af ís, sem er 8.45 % rýrnun rúmmáls alls jökulsins eða 0.7 % á ári.



8. mynd. Samhengi ársafkomu og hlutfalls ákomusvæðis af heildarflatarmáli (AAR). Sýnd er besta beina lína gegnum gagnasafnið (einum punkti 1997-98 er sleppt).

4. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli.

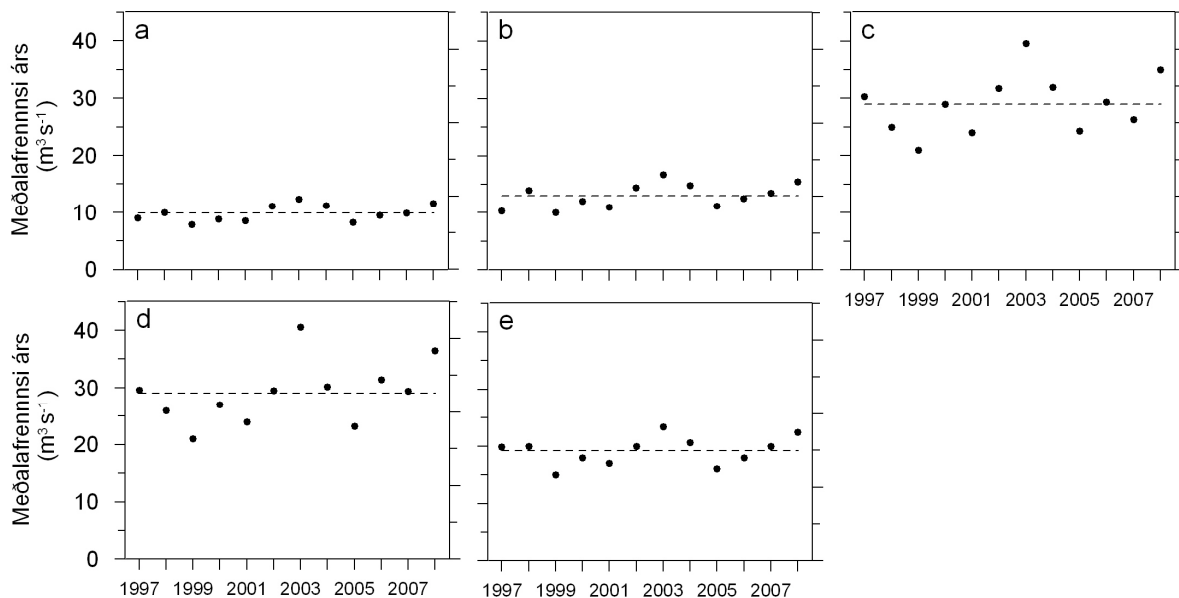


9. mynd. Helstu vatnasvið og vatnaskil á Langjökli. Vatnsvæði Þingvallavatns er afmarkað á tvo vegu, I og II, sjá texta.

Jökulleysing skilaði að jafnaði 261 m³/s frá Langjökli tímabilið 1. maí til 30. september 2008, eða 109 m³/s jafnað yfir heilt ár. Frá jöklinum runnu því að jafnaði um 122 ls⁻¹km⁻² af jökulbráð. Til mats á heildarafrennsli frá jöklinum þarf að bæta við regni sem fellur á hann og rennur af honum.

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 9. 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 9. mynd) upp frá jökuljaðrinum að tillögu Freysteins Sigurðssonar, Orkustofnun, en vatnaskil undir jökli dregin með sömu aðferðum og fyrir önnur vatnaskil (vatnasvið

Þingvallavatns (II)). Reiknað var sumarleysingavatn frá jöklinum til nokkurra 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 2008. Meðalafrennsli á flatareiningu sumarið 2008 var svipað á öllum vatnasviðunum, um 111-124 ls⁻¹km⁻².



10. mynd. Meðalársafrennsli leysingarvatns frá vatnasviðum helstu vatnsfalla frá Langjökli 1997-2008. a: Vatnasvið Þingvallavatns (I); b: Vatnasvið Þingvallavatns (II); c: Hvítá í Borgarfirði; d: Hvítárvatn, Hvítá; e: Hagavatn, Sandvatn. Meðalársafrennsli leysingar allt tímabilið er sýnt með brotinni línu.

Töflur um afrennsli eru í viðauka E.

Meðalafrennsli á flatareiningu hefur verið á bilinu 71-128 $\text{ls}^{-1}\text{km}^{-2}$ frá því mælingar hófust 1997. Meðalafrennsli á flatareiningu vegna leysingar sumarsins 2008 var 122 $\text{ls}^{-1}\text{km}^{-2}$. Á 10. mynd er sýndur breytileiki meðal-ársafrennsli leysingarvatns Q_a . Meðalársafrennsli leysingar allt tímabilið (10. mynd brotin lína) er: a: Vatnasvið Þingvallavatns (I) 9,9 m^3s^{-1} ; b: Vatnasvið Þingvallavatns (II) 13,0 m^3s^{-1} ; c: Hvítá í Borgarfirði 29,0 m^3s^{-1} ; d: Hvítárvatn, Hvítá 29,0 m^3s^{-1} ; e: Hagavatn, Sandvatn 19.2 m^3s^{-1} .

Tafla I. Afrennsli leysingavatns frá Langjökli til helstu vatnasviða.

A (km^2)	ΣQ_s (10^6m^3)														Q_s (m^3s^{-1})													
	96-06	07	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08		
A	100	95	284	326	248	277	269	351	390	355	262	298	312	366	22	25	19	21	20	27	30	27	20	23	24	28		
B	146	139	326	435	331	377	357	456	526	467	353	394	425	488	25	33	25	29	27	35	40	35	27	30	32	37		
C	315	305	957	796	663	927	771	1002	1248	1007	768	928	830	1104	72	60	50	70	58	76	94	76	58	70	63	84		
D	295	294	934	816	660	842	751	931	1280	952	733	991	929	1149	71	62	50	64	57	70	97	72	55	75	70	87		
E	197	190	627	634	488	560	526	631	738	652	507	567	630	709	47	48	37	42	40	48	56	49	38	43	48	54		

A	Q_a (m^3s^{-1})														q_s ($\text{ls}^{-1}\text{km}^{-2}$)													
	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08				
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	90	103	79	88	85	111	124	113	83	95	105	123				
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	71	94	72	82	78	99	114	102	76	86	97	111				
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	96	80	67	93	78	101	126	101	77	93	86	114				
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	100	88	71	91	81	100	138	102	79	106	100	124				
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	101	102	79	90	85	102	119	105	82	91	105	118				

A: Þingvallavatn-I; **B:** Þingvallavatn-II; **C:** Hvítá í Borgarfirði; **D:** Hvítárvatn, Hvítá; **E:** Hagavatn, Sandvatn.

A: Flatarmál vatnasviðs undir jökli

ΣQ_s : heildarafrennsli leysingavatns

Q_s : meðalafrennsli (maí-september, 5 mánuðir)

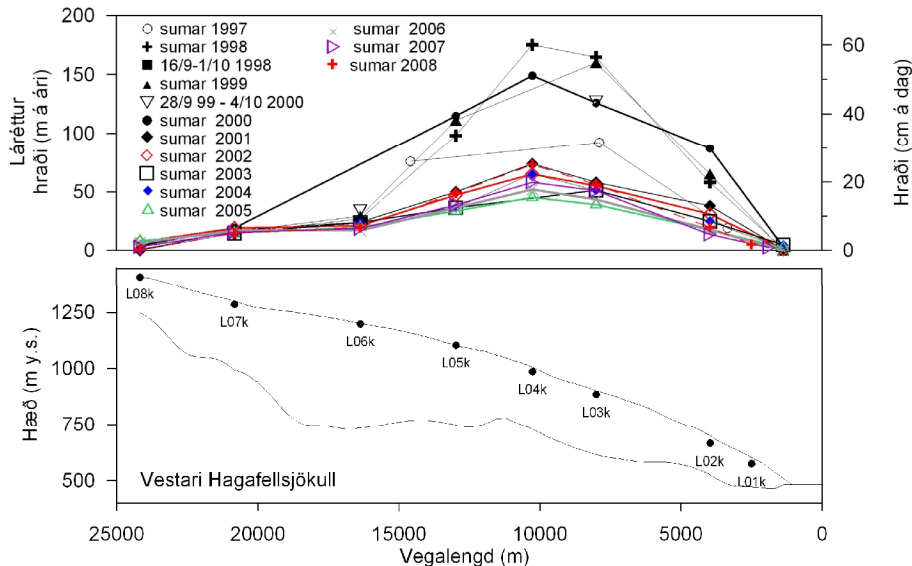
Q_a : meðalafrennsli (12 mánuðir)

q_s : meðalafrennsli á flatareiningu jökuls (12 mánuðir)

(ath: flatarmál vatnsviða árið 2008 eru unnin eftir hæðarkorti af Langjökli fyrir árið 2007)

5. Hraðamælingar.

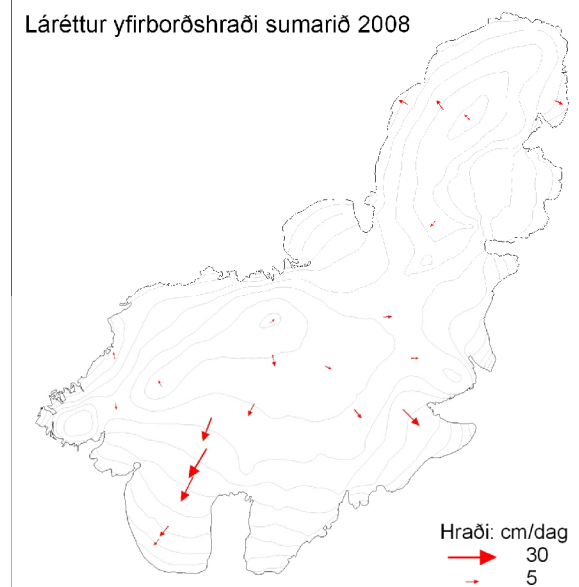
Yfirborðshreyfing jökulsins var mæld í öllum afkomumæli-punktum, með nákvæmri GPS staðsetningu stíka að vori og hausti. Þessar mælingar eru gerðar til að kanna flutning fyrninga frá ákomusvæði til leysingasvæðis. Ef jökullinn er í jafnvægi flyst jafnmikið niður á leysingasvæðin



11. mynd. Þversnið niður miðjan Hagafellsjökul vestari (yfirborð 1997, punktar sýna yfirborðshæð 2007) og mældur yfirborðshraði á því sniði sumurinn 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008 og haustið 1998.

og safnast á ákomusvæðin og hraðinn sem til þarf kallast jafnvægishraði. Með samanburði mælds yfirborðshraða og reiknaðs jafnvægishraða sést hvort jökullinn hreyfist nægilega hratt til að bera fram afkomu sem á hann safnast. Ef jafnvægishraðinn er hærri en mældur hraði safnast fyrningar á ákomusvæði, jökullinn verður æ brattari og stefnir í framhlaup.

Á 11. mynd sést hvernig hraði hefur breyst á Vestari Hagafellsjökli frá sumrinu 1997 til sumarsins 2008. Lárétti hraðinn er svipaður og síðustu ár. Á 12. mynd eru sýndir hraðavigrar í öllum mælistikum. Engar vísbendingar eru um að framhlaup sé í aðsigi á skriðjökum Langjökuls. Hnit allra hraðamælipunkta eru sýnd í viðauka C og hraði í viðauka D.



12. mynd. Meðaltal lárétts yfirborðshraða sumarið 2008.

6. Lokaorð.

Afkoma Langjökuls á jökulárinu 2007-2008 var neikvæð um 1.84 m (vatnsgildi, jafndreift yfir allan jökulinn (~900 km²)). Afkoma hefur verið neikvæð öll þau 12 ár sem hún hefur verið mæld, samtals um 16.05 m að vatnsgildi jafndreift yfir jökulinn eða ísþynning um 17.8 m. Á þessu 12 ára tímabili hefur Langjökull tapað um 8,5% massa.

Vetrarafkoman var 2.00 m sem er um 20% meira en að meðaltali yfir mælitímabilið og sumarleysing 3.84 m eða 40% yfir meðallagi frá 1996-97 til 2007-08.

Þetta ár var ákomusvæði Langjökuls 28 % af flatarmáli hans og jafnvægislína í 1330 m á Baldjökli en 1130 m á suðurhluta jökulsins (Bláfellsjökli). Afrennsli leysingarvatns frá jöklinum var um 109 m³s⁻¹ eða 122 ls⁻¹km⁻² að jafnaði yfir árið.

Viðauki A : Afkoma í mælipunktum 2007-2008.

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 (mm)	b_s (mm)	b_n (mm)	nýsnjór að hausti (mm)		
L01	64	30.634	20	27.473	570	080419	081121	889	-7945	-7056	0
L02	64	31.131	20	26.712	660	080419	081003	1225	-6076	-4851	0
L03	64	33.024	20	24.438	888	080419	081003	1714	-4801	-3087	30
L04	64	34.166	20	23.406	990	080419	081003	1905	-4281	-2376	60
L05	64	35.689	20	22.512	1108	080421	081121	2373	-2658	-285	1100
L06	64	36.587	20	18.005	1201	080421	080831	2832	-1940	892	96
L07	64	38.782	20	15.799	1287	080420	080831	2790	-1891	899	36
L08	64	40.518	20	16.040	1412	080420	080831	1872	-1525	347	84
L09	64	37.650	20	27.471	1381	080419	080831	2400	-1768	632	78
L10	64	36.606	20	31.989	1141	080419	081121	1623	-3198	-1575	588
L11	64	38.849	20	32.298	866	080419	080925	1574	-5885	-4311	0
L12	64	34.555	20	1.976	844	080421	-	1366	-5200	-3834	0
L13	64	36.379	20	1.490	891	080421	081003	1810	-4834	-3024	60
L14	64	39.005	20	1.214	1161	080421	080831	2445	-2433	12	0
L15	64	40.812	20	4.101	1190	080421	080831	2433	-2306	127	0
L16	64	38.518	20	10.142	1268	080421	080831	2983	-1923	1060	12
L17	64	45.001	19	59.591	1347	080420	080831	2479	-1954	525	42
L18	64	49.769	19	56.194	1432	080420	080831	3024	-1399	1625	96
L19	64	50.305	19	59.052	1285	080420	081121	1794	-2620	-826	600
L20	64	50.388	20	2.848	993	080420	081121	842	-5414	-4572	200
L21	64	50.571	19	49.896	1153	080420	-	1863			0
L22	64	50.489	19	46.696	971	080420	081121	1122	-5251	-4129	332
L23	64	36.501	20	6.994	1168	080421	081003	3087	-2523	564	120

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 vatnsgildi nýsnævis í mælipunktum; snjórinn var ekki mjög þéttur og eðlismassi metinn $300-400 \text{ kg/m}^3$.

Viðauki B : Dreifing afkomu með hæð jökulárið 2007 - 2008

ΔS : flatarmál á hverju hæðarbili, $\dot{\Delta S}$: uppsafnað flatarmál ofan gefinnar hæðar, bw: vetrarafkoma, bs: sumarafkoma, bn: ársafkoma, ΔB_w : vetrarafkoma á hæðarbili, $\dot{\Delta B}_w$: uppsöfnuð vetrarafkoma ofan hæðarbils, ΔB_s : sumarafkoma á hæðarbili, $\dot{\Delta B}_s$: uppsöfnuð sumarafkoma ofan hæðarbils, ΔB_n : ársafkoma á hæðarbili, $\dot{\Delta B}_n$: uppsöfnuð ársafkoma ofan hæðarbils.

Hæðarbil (m y. s.)	ΔS (km^2)	$\dot{\Delta S}$ (km^2)	bw (mm)	bs (mm)	bn (mm)	ΔB_w (10^6m^3)	$\dot{\Delta B}_w$ (10^6m^3)	ΔB_s (10^6m^3)	$\dot{\Delta B}_s$ (10^6m^3)	ΔB_n (10^6m^3)	$\dot{\Delta B}_n$ (10^6m^3)
1400 1450 1425	7.1	7.1	2813	-1486	1326	19.9	19.9	-10.5	-10.5	9.4	9.4
1350 1400 1375	28.5	35.6	2515	-1692	823	71.7	91.7	-48.3	-58.8	23.5	32.9
1300 1350 1325	56.9	92.5	2418	-1938	479	137.6	229.3	-110.3	-169.1	27.3	60.2
1250 1300 1275	79.2	171.7	2496	-2205	290	197.6	426.9	-174.6	-343.7	23.0	83.2
1200 1250 1225	97.6	269.3	2549	-2441	107	248.9	675.8	-238.4	-582.1	10.5	93.7
1150 1200 1175	101.0	370.3	2344	-2827	-483	237.6	913.4	-286.6	-868.8	-49.0	44.7
1100 1150 1125	99.7	470.0	2088	-3347	-1258	208.7	1122.1	-334.5	-1203.2	-125.8	-81.1
1050 1100 1075	88.3	558.3	1871	-4001	-2130	165.8	1287.8	-354.6	-1557.8	-188.8	-269.9
1000 1050 1025	76.0	634.3	1738	-4424	-2686	132.7	1420.6	-337.9	-1895.7	-205.2	-475.1
950 1000 975	55.6	689.9	1628	-4851	-3223	91.8	1512.4	-273.4	-2169.1	-181.7	-656.7
900 950 925	51.2	741.1	1533	-5161	-3628	80.9	1593.3	-272.3	-2441.4	-191.4	-848.2
850 900 875	42.4	783.5	1445	-5416	-3970	62.7	1655.9	-234.8	-2676.3	-172.2	-1020.3
800 850 825	30.9	814.4	1321	-5743	-4421	42.0	1698.0	-182.6	-2858.9	-140.6	-1160.9
750 800 775	26.1	840.5	1216	-6040	-4824	33.1	1731.1	-164.3	-3023.2	-131.2	-1292.2
700 750 725	20.3	860.8	1151	-6293	-5142	24.5	1755.5	-133.7	-3156.9	-109.2	-1401.4
650 700 675	12.6	873.4	1136	-6514	-5378	14.8	1770.3	-85.0	-3241.9	-70.1	-1471.5
600 650 625	9.6	883.0	1074	-7138	-6064	10.7	1781.0	-71.1	-3313.0	-60.4	-1531.9
550 600 575	6.5	889.5	966	-8046	-7079	6.5	1787.5	-54.1	-3367.0	-47.6	-1579.5
500 550 525	5.1	894.6	880	-8806	-7926	4.8	1792.3	-47.6	-3414.6	-42.8	-1622.3
450 500 475	3.2	897.8	792	-9356	-8564	2.7	1795.0	-31.8	-3446.4	-29.1	-1651.4
400 450 425	0.3	898.1	714	-9659	-8945	0.2	1795.2	-2.7	-3449.1	-2.5	-1653.9

Viðauki C: Hnit hraðamælipunkta 2008

Mæld staðsetning mælistika á Langjökli 2008, GPS mælingar. Nákvæmni er áætluð betri en 1 m lárétt og 2 m lóðrétt fyrir mælingar merktar I (submeter DGPS) og um 5 cm fyrir mælingar merktar K og FS (Kinematic eða faststatic GPS). h_1 er hæð yfir ellipsóíðu (ISNET-93, NKG96 Geoíða), ΔL loftnetshæð og N áætlaður mismunur ellipsóíðu og geóíðuhæðar, ($H=h_1-N-\Delta L$).

Stika	Dags.	Dagur	árs	Ár	Breiddar- gráða	Lengdar- gráða	h_1 (m y. e.)	ΔL (m)	N (m)	H (m y. s.)
L01l	19	4	110	2008	64 30.63365	20 27.47258	645.94	0.00	-67.05	578.89 K
L01l	21	11	326	2008	64 30.63231	20 27.47482	637.36	0.00	-67.05	570.31 K
L02l	19	4	110	2008	64 31.13091	20 26.71177	735.82	0.00	-67.08	668.75 K
L02l	3	10	277	2008	64 31.12713	20 26.71889	730.31	-0.70	-67.08	662.54 I
L03l	19	4	110	2008	64 33.02432	20 24.43769	955.23	0.00	-67.17	888.06 K
L03l	3	10	277	2008	64 33.01183	20 24.45104	948.62	-0.70	-67.16	880.76 I
L04l	19	4	110	2008	64 34.16586	20 23.40636	1056.85	0.00	-67.21	989.64 K
L04l	3	10	277	2008	64 34.15021	20 23.42714	1050.07	-0.70	-67.21	982.16 I
L05l	21	4	112	2008	64 35.68953	20 22.51245	1175.34	0.00	-67.25	1108.08 FS
L05l	21	11	326	2008	64 35.67496	20 22.52415	1169.58	-2.45	-67.25	1099.88 FS
L06l	21	4	112	2008	64 36.58654	20 18.00480	1268.53	0.00	-67.27	1201.26 FS
L06l	31	8	244	2008	64 36.58299	20 18.00825	1262.47	0.00	-67.27	1195.20 FS
L07l	20	4	111	2008	64 38.78218	20 15.79860	1355.10	0.00	-67.28	1287.82 FS
L07l	31	8	244	2008	64 38.77940	20 15.79722	1349.80	0.00	-67.28	1282.51 FS
L08l	20	4	111	2008	64 40.51811	20 16.03989	1479.22	0.00	-67.27	1411.95 FS
L08l	31	8	244	2008	64 40.51821	20 16.03962	1474.85	0.00	-67.27	1407.58 FS
L09l	19	4	110	2008	64 37.65016	20 27.47092	1448.23	0.00	-67.24	1381.00 FS
L09l	31	8	244	2008	64 37.65056	20 27.47143	1443.37	0.00	-67.24	1376.13 FS
L10l	19	4	110	2008	64 36.60586	20 31.98937	1207.78	0.00	-67.16	1140.62 FS
L10l	21	11	326	2008	64 36.60526	20 31.98920	1201.18	0.00	-67.16	1134.01 FS
L11l	19	4	110	2008	64 38.84911	20 32.29755	932.88	0.00	-67.12	865.76 FS
L11l	25	9	269	2008	64 38.84977	20 32.29787	925.89	-0.70	-67.12	858.07 I
L12l	21	4	112	2008	64 34.55532	20 1.97622	911.35	0.00	-67.16	844.19 FS
L12lx	3	10	277	2008	64 34.54660	20 1.99263	905.29	-0.70	-67.16	837.44 I
L13l	21	4	112	2008	64 36.37947	20 1.49031	958.68	0.00	-67.20	891.48 FS
L13l	3	10	277	2008	64 36.37199	20 1.47216	951.99	-0.70	-67.20	884.10 I
L14k	31	8	244	2008	64 39.00004	20 1.20969	1222.37	0.00	-67.24	1155.13 FS
L14l	21	4	112	2008	64 39.00505	20 1.21408	1228.02	0.00	-67.24	1160.78 FS
L15l	21	4	112	2008	64 40.81165	20 4.10139	1257.71	0.00	-67.27	1190.44 FS
L15l	31	8	244	2008	64 40.81177	20 4.09842	1252.97	0.00	-67.27	1185.70 FS
L16l	21	4	112	2008	64 38.51759	20 10.14203	1335.06	0.00	-67.28	1267.78 FS
L16l	31	8	244	2008	64 38.51731	20 10.14064	1329.64	0.00	-67.28	1262.36 FS
L17l	20	4	111	2008	64 45.00108	19 59.59111	1413.93	0.00	-67.26	1346.67 FS
L17l	31	8	244	2008	64 45.00057	19 59.59211	1409.12	0.00	-67.26	1341.86 FS
L18l	20	4	111	2008	64 49.76932	19 56.19413	1499.09	0.00	-67.25	1431.85 FS

L18l	31	8	244	2008	64	49.76978	19	56.19521	1494.40	0.00	-67.25	1427.15	FS
L19k	21	11	326	2008	64	50.30826	19	59.06062	1346.26	0.00	-67.23	1279.04	FS
L19l	20	4	111	2008	64	50.30527	19	59.05216	1351.90	0.00	-67.23	1284.68	FS
L20l	20	4	111	2008	64	50.38844	20	2.84755	1060.02	0.00	-67.18	992.84	FS
L20l	21	11	326	2008	64	50.38980	20	2.85472	1054.12	0.00	-67.18	986.94	K
L21l	20	4	111	2008	64	50.57055	19	49.89633	1220.20	0.00	-67.23	1152.97	FS
L22l	20	4	111	2008	64	50.48928	19	46.69627	1037.91	0.00	-67.19	970.72	FS
L22l	21	11	326	2008	64	50.48820	19	46.69056	1029.98	0.00	-67.19	962.79	K
L23d	21	4	112	2008	64	36.50076	20	6.99369	1234.80	0.00	-67.25	1167.55	FS
L23d	3	10	277	2008	64	36.49816	20	6.98855	1230.70	-0.70	-67.25	1162.74	I

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

Viðauki D: Mældur láréttur yfirborðshraði á Langjökli 2008

Stika	dags.	dagur árs	dags.	dagur árs	daga fjöldi	færsla (m)	(°)	láréttur (cm/dag)	hraði (m/ári)
L01l	080419	110	081121	326	216	3.06	216	1.42	5.17
L02l	080419	110	081003	277	167	9.03	219	5.40	19.73
L03l	080419	110	081003	277	167	25.47	205	15.25	55.67
L04l	080419	110	081003	277	167	33.40	210	20.00	72.99
L05l	080421	112	081121	326	214	28.55	199	13.34	48.70
L06l	080421	112	080831	244	132	7.13	203	5.40	19.71
L07l	080420	111	080831	244	133	5.26	168	3.96	14.45
L08l	080420	111	080831	244	133	0.28	49	0.21	0.78
L09l	080419	110	080831	244	134	0.84	331	0.63	2.30
L10l	080419	110	081121	326	216	1.12	173	0.52	1.89
L11l	080419	110	080925	269	159	1.25	348	0.79	2.87
L12l	080421	112	081003	277	165	20.79	219	12.60	46.00
L13l	080421	112	081003	277	165	20.03	134	12.14	44.32
L14k	070925	268	080831	244	341	2.56	89	0.75	2.74
L15l	080421	112	080831	244	132	2.37	85	1.80	6.56
L16l	080421	112	080831	244	132	1.22	115	0.93	3.38
L17l	080420	111	080831	244	133	1.23	220	0.93	3.38
L18l	080420	111	080831	244	133	1.21	315	0.91	3.31
L19k	070925	268	081121	326	423	16.87	324	3.99	14.55
L20l	080420	111	081121	326	215	6.20	294	2.88	10.53
L22l	080420	111	081121	326	215	4.94	114	2.30	8.38
L23d	080421	112	081003	277	165	6.32	140	3.83	13.99

Viðauki E: Afrennsli vegna jökulleysingar sumarið 2008:

ΔS : flatarmál á gefnu hæðarbili, ΔQ_s : afrennsli á gefnu hæðarbili, $\dot{a}Q_s$: uppsafnað afrennsli leysingarvatns af jökli ofan nefndrar hæðar.

Allur Langjökull

Hæðarbil m y. s.		ΔS km ²	ΔQ_s (10 ⁶ m ³)	$\dot{a}Q_s$ (10 ⁶ m ³)
1400	1450	7.1	10.5	10.5
1350	1400	28.5	48.3	58.8
1300	1350	56.9	110.3	169.1
1250	1300	79.2	174.6	343.7
1200	1250	97.6	238.4	582.1
1150	1200	101.4	286.6	868.8
1100	1150	99.9	334.5	1203.2
1050	1100	88.6	354.6	1557.8
1000	1050	76.4	337.9	1895.7
950	1000	56.4	273.4	2169.1
900	950	52.8	272.3	2441.4
850	900	43.4	234.8	2676.3
800	850	31.8	182.6	2858.9
750	800	27.2	164.3	3023.2
700	750	21.2	133.7	3156.9
650	700	13.0	85.0	3241.9
600	650	10.0	71.1	3313.0
550	600	6.7	54.1	3367.0
500	550	5.4	47.6	3414.6
450	500	3.4	31.8	3446.4
400	450	0.3	2.7	3449.1

Vatnasvið Þingvallavatns (I)

Hæðarbil		ΔS	ΔQ_s	$\dot{a}Q_s$
m y. s.		km²	(10⁶m³)	(10⁶m³)
1350	1400	1.5	2.9	2.9
1300	1350	5.8	11.0	13.8
1250	1300	6.6	13.0	26.8
1200	1250	7.3	15.3	42.1
1150	1200	7.3	17.6	59.7
1100	1150	8.2	23.4	83.1
1050	1100	8.0	26.9	110.0
1000	1050	7.3	29.2	139.2
950	1000	6.5	28.7	167.9
900	950	7.0	32.4	200.3
850	900	6.6	32.1	232.5
800	850	5.6	28.7	261.2
750	800	5.4	29.6	290.8
700	750	4.0	23.3	314.1
650	700	2.9	17.8	331.9
600	650	2.2	15.4	347.3
550	600	1.3	10.5	357.8
500	550	0.7	6.3	364.2
450	500	0.2	1.5	365.6

Vatnasvið Þingvallavatns (II)

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	$\dot{a}Q_s$ (10^6m^3)
1400	1450	0.1	0.2	0.2
1350	1400	4.1	7.3	7.5
1300	1350	12.5	23.3	30.8
1250	1300	13.6	26.3	57.1
1200	1250	17.9	35.8	92.9
1150	1200	12.4	28.2	121.2
1100	1150	11.1	30.7	151.9
1050	1100	9.9	32.9	184.8
1000	1050	8.4	33.5	218.3
950	1000	7.2	32.0	250.3
900	950	7.7	35.8	286.1
850	900	7.1	34.7	320.7
800	850	6.1	31.6	352.3
750	800	5.9	32.2	384.6
700	750	4.7	27.0	411.5
650	700	3.4	21.3	432.8
600	650	3.0	21.0	453.8
550	600	2.0	16.0	469.9
500	550	1.3	11.3	481.2
450	500	0.7	6.4	487.6

Hvítá í Borgarfirði

Hæðarbil m y. s.		ΔS km^2	ΔQ_s (10^6m^3)	$\dot{a}Q_s$ (10^6m^3)
1400	1450	3.3	5.0	5.0
1350	1400	14.6	24.7	29.7
1300	1350	28.6	55.8	85.5
1250	1300	36.6	82.4	167.9
1200	1250	36.6	96.3	264.2
1150	1200	34.4	109.3	373.5
1100	1150	35.9	132.9	506.4
1050	1100	31.9	136.2	642.6
1000	1050	24.4	114.8	757.4
950	1000	17.3	87.5	844.9
900	950	14.6	79.4	924.3
850	900	9.5	56.6	980.9
800	850	7.0	45.4	1026.2
750	800	4.7	33.3	1059.5
700	750	3.6	28.0	1087.5
650	700	1.6	13.5	1101.0
600	650	0.4	3.0	1104.1

Hvítárvatn, Hvítá í Árnassýslu

Hæðarbil m y. s.		ΔS km	ΔQ_s ($10^6 m^3$)	$\dot{a}Q_s$ ($10^6 m^3$)
1400	1450	3.5	5.1	5.1
1350	1400	8.2	13.5	18.6
1300	1350	12.9	26.0	44.5
1250	1300	18.0	44.2	88.7
1200	1250	28.2	73.5	162.2
1150	1200	40.2	112.0	274.2
1100	1150	36.2	122.2	396.4
1050	1100	29.9	126.8	523.2
1000	1050	29.2	132.0	655.2
950	1000	21.0	105.4	760.6
900	950	20.3	108.6	869.2
850	900	17.4	96.9	966.1
800	850	10.2	61.1	1027.3
750	800	8.2	52.1	1079.3
700	750	5.4	34.7	1114.1
650	700	1.9	12.6	1126.7
600	650	1.2	8.6	1135.3
550	600	0.7	5.9	1141.2
500	550	0.6	5.1	1146.2
450	500	0.3	2.4	1148.6
400	450	0.0	0.4	1149.0

Hagavatn (og Sandvatn)

Hæðarbil		ΔS	ΔQ_s	$\dot{a}Q_s$
m y. s.		km	($10^6 m^3$)	($10^6 m^3$)
1400	1450	0.3	0.4	0.4
1350	1400	4.2	7.2	7.6
1300	1350	9.6	17.7	25.3
1250	1300	17.1	32.5	57.7
1200	1250	22.9	44.8	102.5
1150	1200	16.4	36.3	138.8
1100	1150	16.6	43.3	182.1
1050	1100	15.2	47.3	229.4
1000	1050	12.8	48.8	278.2
950	1000	10.5	45.6	323.8
900	950	10.0	46.2	370.0
850	900	9.3	45.6	415.6
800	850	8.5	44.0	459.6
750	800	8.2	44.8	504.4
700	750	7.5	43.1	547.4
650	700	5.5	34.4	581.9
600	650	5.4	38.0	619.8
550	600	4.4	35.4	655.2
500	550	3.8	33.7	688.9
450	500	2.2	20.3	709.3

