

**Framburður svifaus í Hverfisfljóti við brú
1982-2000**

**Svanur Pálsson,
Guðmundur H. Vigfússon,
Jórunn Harðardóttir**

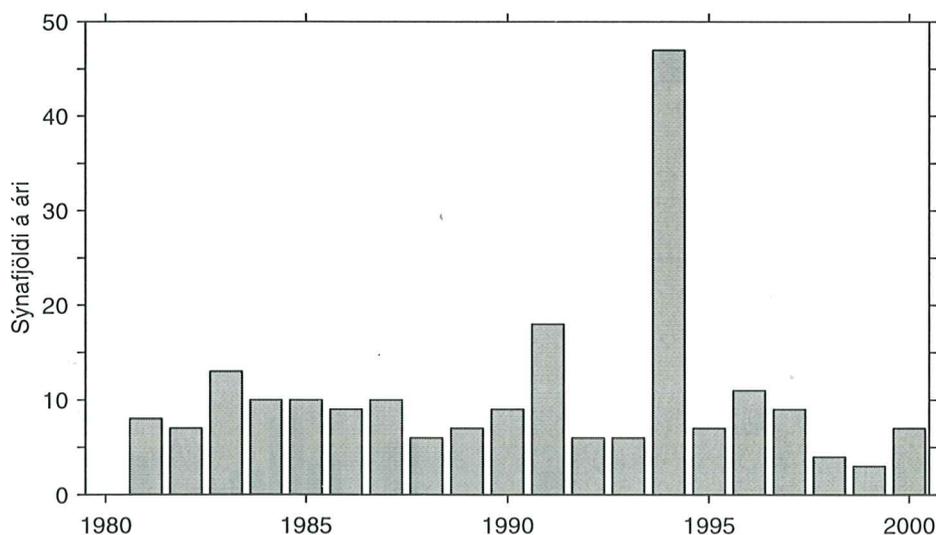
Greinargerð SvP-GVH-JHa-2002-01

Framburður svifaurs í Hverfisfljóti við brú 1982–2000

Fyrsta svifaursýnið var tekið úr Hverfisfljóti árið 1964, en þá var gangur í Síðujökli. Næsta sýni var tekið 1969, en sýni hafa verið tekin árlega síðan 1971. Upplýsingar um rennsli, þegar sýni voru tekin, eru engar eða ófullnægjandi þar til vorið 1981. Hér er gerð grein fyrir útreikningum á framburði svifaurs á árunum 1982–2000, þ. e. þau ár, sem samfelldar upplýsingar um dagsmeðalrennsli eru til fyrir heil ár. Byggt er á sýnum teknum á því tímabili ásamt sýnum teknum 1981 eftir að upplýsingar um rennsli við sýnatöku komust í gott horf í júní það ár. Við útreikningana er þessum tíma skipt í þrjú tímabil vegna framhlaups Síðujökuls árið 1994 og gerðir sérstakir svifaurslyklar byggðir á sýnum frá hverju þeirra um sig.

1. Árin 1982–1993, þ. e. tímabilið fyrir framhlaup Síðujökuls.
2. Árið 1994, árið, sem Síðujökull hljóp fram.
3. Árin 1995–2000, þ. e. tímabilið eftir framhlaup Síðujökuls.

Á fyrsta tímabilinu voru alls tekin 119 sýni, nær öll S2-sýni, þ. e. tekin á einum stað í þversniðinu við brúna, en þó eru þar á meðal eitt S1-sýni og eitt S3-sýni. S3-sýni eru gjarna talin vafasöm að gæðum, en þau eru tekin í handsýnataka við árbakkann. Þetta sýni er tekið með, þar sem mæligildi þess fellur nánast á svifaurslykilinn.



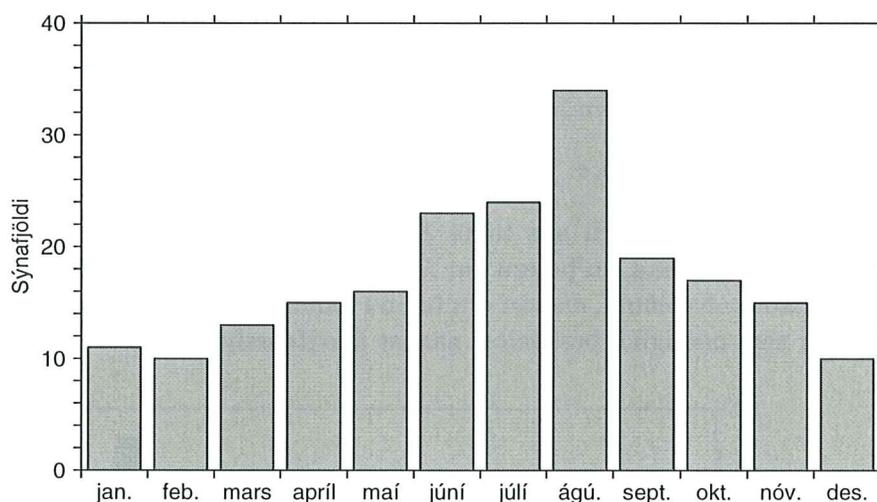
MYND 1. Sýnafjöldi eftir árum.

Vart varð við mikið rask í Síðujökli í ársbyrjun 1994, en liturinn á Hverfisfljóti dökknaði í byrjun febrúar (Oddur Sigurðsson 1995). Framskriði jökulsins var að mestu lokið um vorið. Þar sem framburður í janúar skiptir nánast engu máli, eru skilin á milli tímabila höfð um áramótin 1993–94. Á árinu 1994 voru tekin 53 sýni, langflest S3-sýni. Eðlilegt þótti, að gera svifaurslykla byggða eingöngu á sýnum frá þessu ári, enda sýnin nægilega mörg til þess. Einu sýni var sleppt, vegna þess að mæligildi þess vék mjög frá lyklinum og aurinn, sem

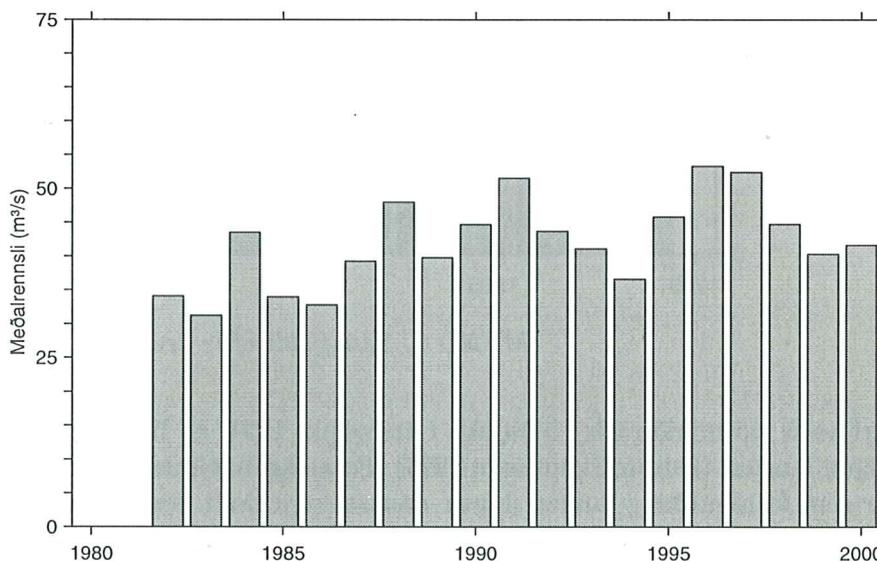
mældist aðeins 1 mg/l, lenti allur í einum kornastærðarflokki. Einnig var sleppt fimm sýnum, sem tekin voru í hlaupi úr Vestari-Skaftárkatli, en þessir útreikningar eru ekki látnir ná til framburðar þá daga, sem hlaupa úr Skaftárkötlum hefur gætt, en um framburð í þeim hefur áður verið fjallað (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996). Hér var því byggt á 47 sýnum.

Á síðasta tímabilinu voru tekin 47 sýni. Fimm voru úr hlaupi úr Eystri-Skaftárkatli 1995 og var því sleppt. Einnig varð að sleppa einu sýni, vegna þess að upplýsingar vantaði um rennsli við sýnatöku. Þá var eftir 41 sýni til lykklagerðar.

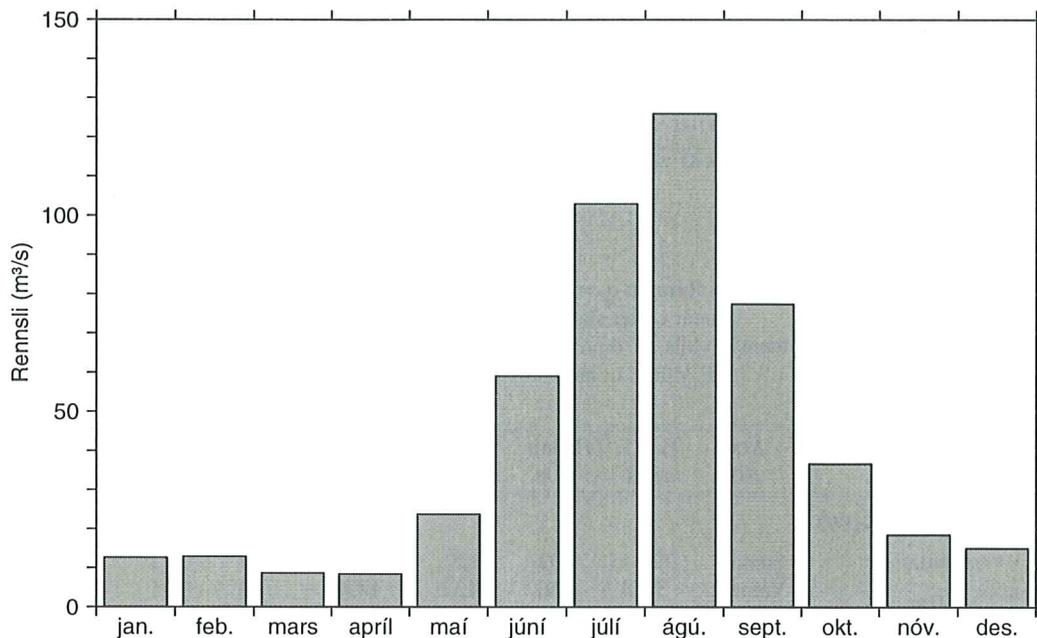
Á mynd 1 er sýnt, hvernig sýnin dreifast á ár. Árið 1994 sker sig mjög úr, en þá voru tekin mörg sýni til þess að fylgjast með áhrifum framhlaupsins í Síðujökli á framburðinn. Vert er að ítreka það, að sýnin voru flest S3-sýni, svo að gera verður ráð fyrir, að framburður grófs svifaurs sé hér vanreiknaður. Mynd 2 sýnir, hvernig sýnin dreifast á mánuði. Þar kemur fram, að þau dreifast tiltölulega vel á árið.



MYND 2. Sýnafjöldi eftir mánuðum.



MYND 3. Meðalrennsli eftir árum.



MYND 4. Meðalrennsli eftir mánuðum 1982–2000.

Á mynd 3 er sýnt meðalrennsli eftir árum. Rennsli í hlaupum úr Skaftárkötlum 1994 og 1995 er talið með. Á mynd 4 er sýnt meðalrennsli mánaða. Þar kemur fram, að rennslið er mjög mismikið eftir árstíðum. Það er mest í ágúst, þegar jökulleysingar gættir mest, en verður mjög lítið að vetrinum. Rennsli í hlaupum úr Skaftárkötlum 1994 og 1995 er talið með.

Í töflu 1 er yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslyklanna, sem notaðir voru við útreikningana. Gerðir voru svifaurslyklar bæði fyrir heildarsvifaur og hvern kornastærðarflokk. Hér er fylgt sömu reglu og notuð hefur verið við útreikninga á svifaursframburði undanfarin ár, að skilgreina júlí, ágúst og september sem sumar og hina mánuðina sem vetur. Ekki virtist ástæða til þess að víkja frá því hér, þar sem upptök jökulvatnsins eru hátt yfir sjó. Eingöngu voru gerðir árslyklar fyrir framburð á árinu 1994. Vegna framhlaups jökulsins barst vatn með miklu af fnum jökulaur til árinna utan venjulegs jökulleysingartíma, svo að árstíðaskiptingu til þess að greina frá tímum, sem jökulleysingar gætti, varð ekki við komið.

Lyklarnir hafa nær allir góða eða sæmilega fylgni og veldisvísar þeirra eru aldrei tortryggilega háir, svo að ekki ætti að vera hætt á, að framburður reiknist allt of mikill við hárennsli. Sýnin dreifast tiltölulega vel á árið, eins og kemur fram á mynd 2. Lítil hluti framburðarins reiknast við rennsli, sem er hærra en hæstu rennsligildi svifaurslyklanna, nema á tímabili vetrarlykla, sérstaklega á tímabilinu eftir framhlaup Síðujökuls, 1995–2000. Þar sem tiltölulega lítil hluti framburðarins er á tímabili vetrarlyklanna, skiptir þessi óvissuþáttur varla miklu máli. Þegar á heildina er lítið, verða lyklarnir að teljast tiltölulega góðir.

Niðurstöður útreikninganna eru sýndar á mynd 5 og í töflu 2. Framburðurinn reiknast um 1,5 milljónir tonna að meðaltali á ári á tímabilinu fyrir framhlaup Síðujökuls. Lítil munur er á niðurstöðum hvort heldur gengið er út frá árstíðalyklum eða árslykli. Almenn er talið, að árstíðalyklar gefi trúverðugri niðurstöður en árslyklar, en hér er munurinn svo lítil (4%), að hann skiptir ekki máli.

Framburðurinn reiknast 2,3 milljónir tonna árið 1994, en þá er ekki talinn með framburður þá daga, sem hlaups úr Vestari-Skaftárkatli gætti, 12. – 18. ágúst. Talið hefur verið, að

framburður þá daga hafi verið um 1 milljón tonn, þar af 0,8 milljónir tonna eiginlegur hlaupframburður, þ. e. sú aukning á framburði, sem varð vegna hlaupsins (Snorri Zóphón-íasson og Svanur Pálsson 1996). Þar sem svifaurislykillinn fyrir 1994 byggist að langmestu leyti á S3-sýnum, verður að gera ráð fyrir, að framburðurinn sé vanreiknaður, en hætt er við, að slík sýni nái ekki sem skyldi til grófs svifauris.

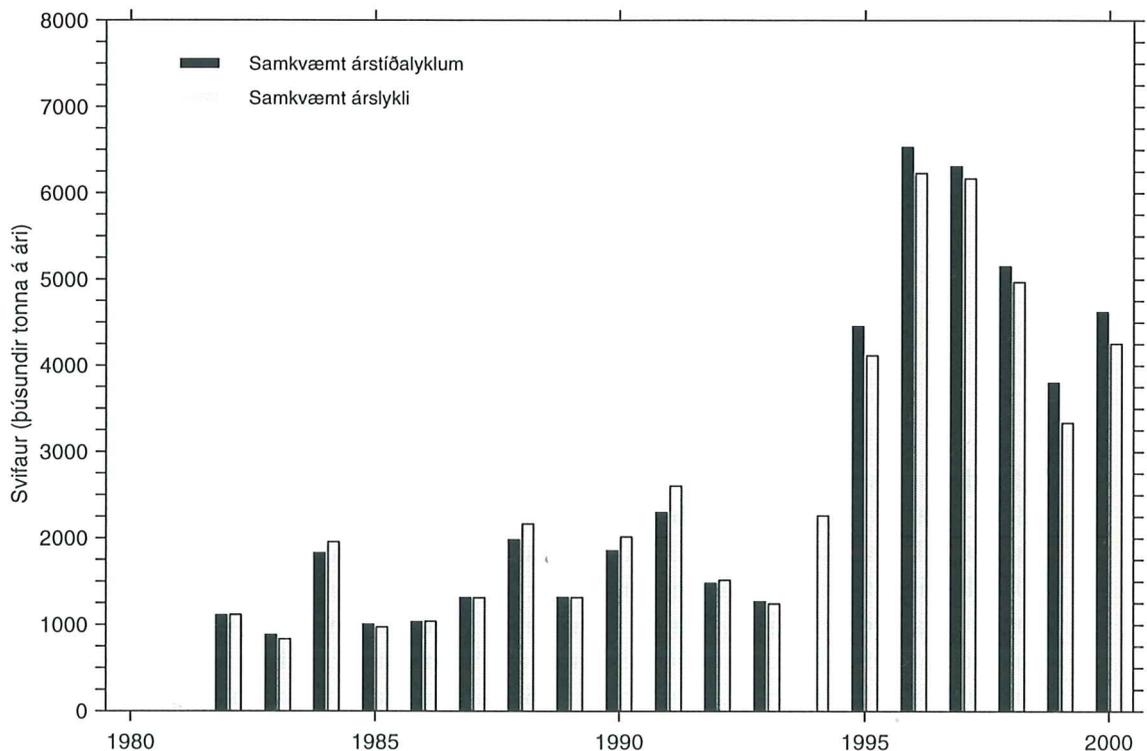
TAFLA 1. Svifaurislyklar.

Lyklarnir eru á forminu $q_s = k \times Q^n$, q_s : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m^3/s), n: veldisvísir
 Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní
 H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils
 F. y. h. r. l.: hundraðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykilsins

Korna- stærð	Árs- tíð	H. r. l. m^3/s	H. dmr. m^3/s	L. r. l. m^3/s	F. y. h. r. l. %	Sýna- fjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull $k \times 10^6$	Veldisvísir n
Árin 1982-1993									
Heildar- svifaur	Sumar	226	302	21,5	3,3	37	0,92	59000	1,70
	Vetur	98,4	136	4,12	14,4	82	0,91	11400	2,02
	Allt árið	226	302	4,12	3,4	119	0,95	10400	2,07
Sandur (> 0,2 mm)	Sumar	226	302	21,5	2,4	37	0,79	63300	1,34
	Vetur	98,4	136	4,12	13,6	82	0,83	5330	1,94
Grófmór (0,06-0,2 mm)	Sumar	226	302	21,5	4,1	37	0,88	4190	1,98
	Vetur	98,4	136	4,12	15,9	82	0,87	1330	2,17
Fínmór (0,02-0,06 mm)	Sumar	226	302	21,5	4,2	37	0,88	2500	2,02
	Vetur	98,4	136	4,12	18,4	82	0,91	242	2,41
Méla (0,002-0,02 mm)	Sumar	226	302	21,5	3,4	37	0,92	10300	1,76
	Vetur	98,4	136	4,12	15,4	82	0,93	1120	2,12
Leir (< 0,002 mm)	Sumar	226	302	21,5	3,5	37	0,87	3130	1,77
	Vetur	98,4	136	4,12	12,7	82	0,87	1080	1,84
Árið 1994									
Heildarsvifaur		183	194	4,90	4,1	47	0,94	18800	2,08
Sandur (> 0,2 mm)		183	194	4,90	2,8	47	0,75	10300	1,53
Grófmór (0,06-0,2 mm)		183	194	4,90	4,8	47	0,91	849	2,33
Fínmór (0,02-0,06 mm)		183	194	4,90	5,8	47	0,95	166	2,69
Méla (0,002-0,02 mm)		183	194	4,90	5,4	47	0,96	693	2,57
Leir (< 0,002 mm)		183	194	4,90	3,5	47	0,89	12300	1,84
Árin 1995-2000									
Heildar- svifaur	Sumar	291	349	82,0	2,5	23	0,90	163000	1,67
	Vetur	81,9	169	5,75	38,6	18	0,92	21700	2,17
	Allt árið	291	349	5,75	2,6	41	0,97	38100	1,96
Sandur (> 0,2 mm)	Sumar	291	349	82,0	2,1	23	0,70	77800	1,44
	Vetur	81,9	169	5,75	38,2	18	0,89	7280	2,15
Grófmór (0,06-0,2 mm)	Sumar	291	349	82,0	2,8	23	0,86	26500	1,83
	Vetur	81,9	169	5,75	41,6	18	0,90	3460	2,33
Fínmór (0,02-0,06 mm)	Sumar	291	349	82,0	2,5	23	0,89	32900	1,67
	Vetur	81,9	169	5,75	42,0	18	0,88	1450	2,35
Méla (0,002-0,02 mm)	Sumar	291	349	82,0	2,3	23	0,91	56200	1,54
	Vetur	81,9	169	5,75	36,6	18	0,92	4180	2,07
Leir (< 0,002 mm)	Sumar	291	349	82,0	2,0	23	0,78	35500	1,38
	Vetur	81,9	169	5,75	38,0	18	0,93	1100	2,14

Á tímabilinu 1995–2000 reiknast framburðurinn að meðaltali 5,1 milljón tonn samkvæmt árstíðalyklum, en 4,8 milljónir tonna samkvæmt árslykli. Munurinn er um 6%. Ekki er talinn með framburður dagana 26. júlí – 3. ágúst 1995, en þá gætti hlaups úr Eystri-Skaftárkatli í ánni. Talið er, að framburður þá daga hafi verið um 2,5 milljónir tonna, þar af 2,2 milljónir tonna eiginlegur hlaupframburður (Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996).

Greinilega kemur fram á mynd 5, að mikil aukning hefur orðið í framburði eftir framhlaupsárið 1994. Stafar það bæði af auknum svifaursstyrk og auknu rennsli. Aukningin er ekki eins áberandi á árinu 1994, enda var rennsli þá töluvert undir meðallagi og líklega er svifaurslykillinn ekki byggður á nægilega góðum sýnum, eins og áður hefur komið fram. Þar sem sömu svifaurslyklarnir eru notaðir fyrir sex ár, 1995–2000, má búast við, að framburðurinn sé vanreiknaður framan af tímabilinu, en að sama skapi ofreiknaður, þegar leið á það. Komast hefði mátt nær raunveruleikanum, hvað þetta snertir, ef þessu árabili hefði verið skipt í styttri tímabil, en sýnin voru ekki nægilega mörg til þess. Lyklar byggðir á mjög fáum sýnum eru varasamir.



MYND 5. Heildarframburður svifaurs eftir árum.

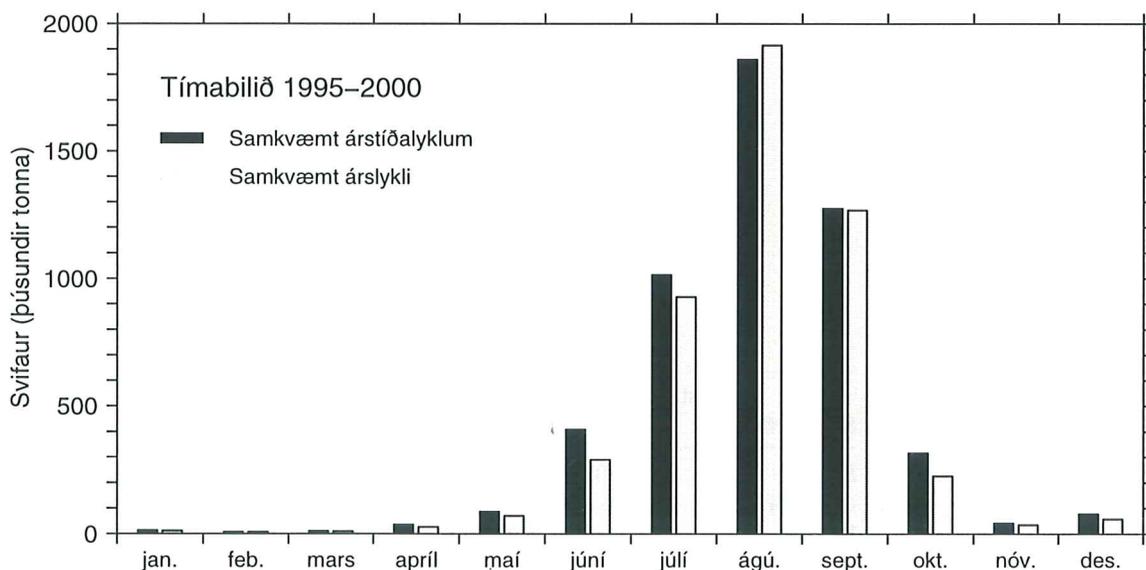
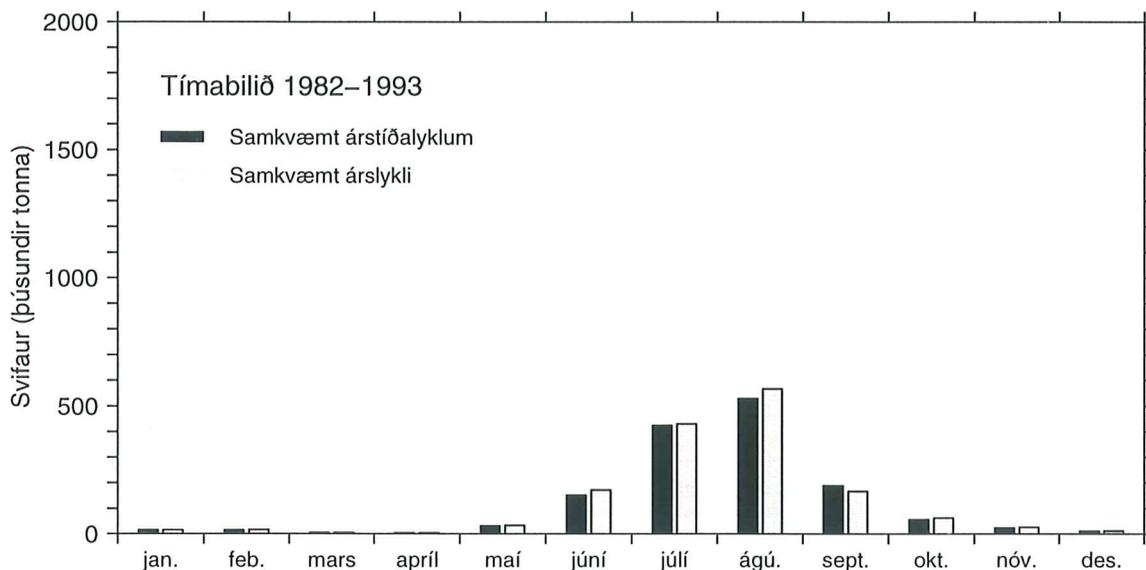
Nauðsynlegt er að hafa í huga við mat á þessum niðurstöðum, að gögn um rennsli í Hverfisfljóti eru ekki eins áreiðanleg og æskilegt væri. Enginn aðgengilegur og góður staður er fyrir vatnsborðsmælingar í fljótinu. Árbotninn er óstöðugur vegna framburðar og keyrði um þverbak eftir framhlaup Síðujökuls 1994, þá hefur síritabrunnurinn haft tilhneigingu til að stíflast af sandi. Af þessum sökum eru rennslislyklar ekki eins áreiðanlegir og æskilegt væri. (Bjarni Kristinsson, munnlegar upplýsingar.)

TAFLA 2. Framburður svifaurs á ári.

Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Ár	Meðalrennsli m ³ /s	Svifaur í þúsundum tonna á ári samkvæmt sumar- lykli	vetrar- lykli	sumar + vetur	árs- lykli
1982	34,1	858	249	1107	1115
1983	31,2	666	214	880	832
1984	43,5	1550	278	1828	1956
1985	34,0	718	284	1002	973
1986	32,8	824	207	1031	1037
1987	39,2	1089	222	1311	1311
1988	48,0	1580	401	1981	2165
1989	39,7	987	330	1317	1315
1990	44,7	1569	288	1857	2015
1991	51,5	2039	260	2299	2603
1992	43,6	948	531	1479	1515
1993	41,1	850	415	1265	1242
Meðaltöl 1982-1993	40,3	1140	306	1446	1507
1994	36,6				2262
1995	45,8	3290	1163	4453	4115
1996	53,3	5046	1483	6529	6231
1997	52,4	5210	1097	6307	6169
1998	44,7	4356	791	5147	4966
1999	40,3	3044	755	3799	3338
2000	41,6	3931	687	4618	4252
Meðaltöl 1995-2000	46,4	4146	996	5142	4845

Mynd 6 er tvískipt. Efri smámyndin er fyrir tímabilið 1982–93 og sú neðri fyrir tímabilið 1995–2000. Sýndur er framburður svifaurs eftir mánuðum, bæði samkvæmt árstíðalyklum og árslykli. Þar kemur greinilega fram, að framburðurinn er að langmestu leyti bundinn við jökulleysingatímann í júlí–september og júnímánuð, en í júní er mikið rennsli sbr. mynd 4 væntanlega vegna snjóleysinga á hálendinu. Einnig kemur greinilega fram, að framburður er miklu meiri eftir framhlaup jökulsins en á árunum þar á undan. Sérstaklega á það við um þá mánuði, sem framburðurinn er mestur. Stafar það bæði af því, að aurstyrkur jókst mikið við framhlaupið og rennslið var töluvert meira á árunum 1995–2000 en á tímabilinu 1982–1993, enda er vitað að jökulleysing eykst eftir framhlaup vegna stærra yfirborðs jökulíssins.



MYND 6. Framburður svifaurs eftir mánuðum 1982-93 og 1995-2000.

Í töflu 3 er sýnt, hvernig framburðurinn skiptist í kornastærðarflokka. Taflan skiptist raunar í þrjár undirtöflur, eina fyrir hvert tímabil. Miðað er við skiptingu í fimm stærðarflokka og notaðir árstíðalyklar fyrir tímabilin 1982-1993 og 1995-2000. Fyrir árið 1994 eru notaðir árslyklar. Samanlagður framburður aurs af einstökum stærðarflokkum er nálægt 6% undir tilsvareandi gildum fyrir meðalframburð í töflu 2, og á það við um öll þrjú tímabilin. Telja verður gildin í töflu 2 trúverðugri. Trúverðugleikinn varðandi heildarframburð minnkar, þegar skipt er í kornastærðarflokka, enda hafa lyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka að jafnaði minni fylgni en lyklar fyrir heildarframburð. Þegar undirtaflan fyrir árið 1994 er borin saman við hinar má ljóst vera, að grófur aur er vanreiknaður það ár, eins og áður hefur verið bent á.

TAFLA 3. Framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum.

Svifaur í þúsundum tonna á ári
Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Árin 1982-1993

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur	> 0,2	226	104	330	24
Grófmór	0,06-0,2	305	66	371	27
Fínmór	0,02-0,06	220	33	253	19
Méla	0,002-0,02	264	45	309	23
Leir	< 0,002	84	14	98	7
Samtals allir stærðarflokkar		1099	262	1361	100

Árið 1994

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Allt árið	Hundraðs- hluti
Sandur	> 0,2	102	5
Grófmór	0,06-0,2	329	15
Fínmór	0,02-0,06	356	17
Méla	0,002-0,02	837	40
Leir	< 0,002	491	23
Samtals allir stærðarflokkar		2115	100

Árin 1995-2000

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
Sandur	> 0,2	635	307	942	19
Grófmór	0,06-0,2	1494	311	1805	37
Fínmór	0,02-0,06	837	142	979	20
Méla	0,002-0,02	751	127	878	18
Leir	< 0,002	216	45	261	6
Samtals allir stærðarflokkar		3933	932	4865	100

Samantekt

Framburður svifaurs í Hverfisfljóti við brú reiknast um 1,5 milljónir tonna á ári á tímabilinu 1982–93 og munar litlu hvort notaðir eru árstíðalyklar eða árslykill. Um 2,3 milljónir tonna reiknast árið 1994 samkvæmt árslykli. Á tímabilinu 1995–2000 reiknast framburðurinn 5,1 milljónir tonna á ári samkvæmt árstíðalyklum, en 4,8 milljónir samkvæmt árslykli. Við þetta þarf að bæta framburði þá daga, sem hlaup úr Skaftárkötlum stóðu yfir, en þau náðu til Hverfisfljóts bæði 1994 og 1995. Samkvæmt útreikningum, sem áður hafa birtst í skýrslu Orkustofnunar, voru það talin vera um 1 milljón tonn árið 1994, þar af 0,8 milljónir

eiginlegur hlaupframburður, og 2,5 milljónir tonna árið 1995, þar af 2,2 milljónir eiginlegur hlaupframburður.

Um 80% framburðarins berst fram á þeim tíma, sem skilgreindur er sem sumar, þ.e. á jökulleysingartímanum júlí–september. Þetta á við bæði fyrir og eftir framhlaup jökulsins. Dagarnir, sem hlaup úr Skaftárkötlum hafa staðið yfir, eru ekki taldir með.

Þegar frá er talið árið 1994, en þá er framburður grófs svifaurs vafalaust vanreiknaður vegna þess, að sýnin voru ekki nægilega góð, virðast þessar niðurstöður nokkuð traustar, þar sem svifaurslyklarnir eru tiltölulega góðir. Þeir eru byggðir á sýnum, sem dreifast vel á árið. Sýnin hafa verið tekin við mjög mismikið rennsli og lítill hluti framburðarins reiknast við rennsli, sem er yfir hæstu rennslisgildum lyklanna nema á tímabili vetrarlyklanna. Þó verður að hafa í huga, að rennslisgögn eru ekki eins áreiðanleg og æskilegt væri vegna erfiðleika við gerð áreiðanlegra rennslislykla, þar sem árbotninn er sfbreytilegur vegna mikils setflutnings.

Gera verður ráð fyrir, að áhrif framhlaups Síðujökuls á framburð hafi farið minnkandi á árunum eftir framhlaupið. Þar sem sömu svifaurslyklarnir eru notaðir fyrir sex ár, 1995–2000, má búast við, að framburðurinn sé vanreiknaður framan af tímabilinu, en að sama skapi ofreiknaður, þegar leið á það.

Æskilegt er að halda svifaursmælingum áfram, svo að unnt sé að komast að því, hvenær áhrifum framhlaups Síðujökuls á framburð lýkur. Þá þarf að hafa í huga, að vetrarsýnin nái til herra rennslis en áður og reyna að ná sýnum úr vetrarflóðum.

Þess má geta, að framburður í Hverfisfljóti og Djúpá á tímabilinu 1982–2000 er borinn saman í greinargerð um framburð í Djúpá (Svanur Pálsson o. fl. 2002).

Heimildir

Oddur Sigurðsson 1995: Síðujökull á flugferð. *Jökull* 43, 72.

Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996: *Rennsli í Skaftárhlaupum og aur- og efnastyrkur í hlaupunum 1994, 1995 og 1996*. Orkustofnun, OS-96066/VOD-07, 79 s.

Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir 2002: *Framburður svifaurs í Djúpá í Fljótshverfi við brú 1969–2000*, 11 s.