



**ORKUSTOFNUN**

**Vatnamælingar**



# **Framburður svifaurs í Skaftá**

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

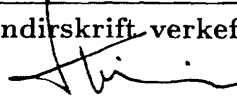
**Unnið fyrir Landsvirkjun og  
Auðlindadeild Orkustofnunar**

**2001**

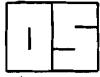
**OS-2001/068**

OS-2001/068



<b>Skýrsla nr:</b> OS-2001/068	<b>Dags:</b> Nóvember 2001	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Framburður svifaurs í Skaftá	<b>Upplag:</b> 60	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 57	
<b>Höfundar:</b> Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Jórunn Harðardóttir	<b>Verkefnisstjóri:</b> Kristinn Einarsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs	<b>Verknúmer:</b> 7-546823	
<b>Unnið fyrir:</b> Landsvirkjun og Auðlindadeild Orkustofnunar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Á tímabilinu 1973-94, þ.e. fyrir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls, reiknast meðalframburður Skaftár við Skaftárdal um 3,6 milljónir tonna á ári, þar af er um 1 milljón tonna í hlaupum úr Skaftárkötlum. Á sama tímabili reiknast framburður við Kirkjubæjarklaustur um 0,9 milljónir tonna á ári, þar af um 0,1 milljón í hlaupum úr Skaftárkötlum. Á tímabilinu 1995-2000, þ.e. eftir framhlaup Skaftárjökuls, reiknast meðalframburður við Skaftárdal um 6,6 milljónir tonna á ári, þar af um 2,7 milljónir í hlaupum. Við Kirkjubæjarklaustur reiknast framburður á sama tíma um 1,9 milljónir tonna, þar af um 0,3 milljónir í hlaupum. Framburður í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása reiknast um 2,0 milljónir tonn á ári að meðaltali utan hlaupa á tímabilinu 1998-2000. Á sama tímabili reiknast meðalframburður utan hlaupa 3,9 milljónir tonna við Skaftárdal og 1,7 milljónir við Kirkjubæjarklaustur. Lagt er til, að ýmsir þættir, er varða framburð, verði kannaðir nánar. Einkum þarf að taka fleiri sýni í hlaupum og þurfa þau að dreifðast vel á hlaup tímann.		
<b>Lykilorð:</b> Skaftá, Ása-Eldvatn, Skaftárdalur, Kirkjubæjarklaustur, Sveinstindur, Eystri-Ásar, jökulár, svifaursstyrkur, kornastærðarflokkar, rennsli, svifaurslyklar, árslyklar, árstíðalyklar, framburður.	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> ÁSn, KE, PI	





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

## **Framburður svifaus í Skaftá**

**Unnið fyrir Landsvirkjun og Auðlindadeild  
Orkustofnunar**

**OS-2001/068**

**Nóvember 2001**

ORKUSTOFNUN, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík  
Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 568 8896  
Netfang Vatnamælinga vm@os.is - Veffang <http://www.os.is/vatnam>



## Efnisyfirlit

<b>1 Inngangur</b>	<b>7</b>
<b>2 Sýnataka og úrvinnsla</b>	<b>10</b>
2.1 Sýnategundir og kornastærðarflokkun . . . . .	10
2.2 Svifaurslyklar . . . . .	11
<b>3 Framburður Skaftár við Skaftárdal</b>	<b>14</b>
3.1 Framburður á milli hlaupa úr Skaftáarkötlum . . . . .	16
3.2 Framburður í hlaupum úr Skaftáarkötlum . . . . .	25
3.3 Samantekt um framburð svifaurs við Skaftárdal . . . . .	30
<b>4 Framburður Skaftár við Kirkjubæjarklaustur</b>	<b>32</b>
4.1 Framburður á milli hlaupa úr Skaftáarkötlum . . . . .	34
4.2 Framburður í hlaupum úr Skaftáarkötlum . . . . .	43
4.3 Samantekt um framburð svifaurs við Kirkjubæjarklaustur . . . . .	46
<b>5 Framburður Ása-Eldvatns við Eystri-Ása</b>	<b>49</b>
<b>6 Framburður í hlaupinu 1997 við Sveinstind</b>	<b>52</b>
<b>7 Framburður í nokkrum hlaupum úr Skaftáarkötlum</b>	<b>53</b>
<b>8 Niðurstöður</b>	<b>54</b>
<b>9 Heimildir</b>	<b>57</b>

## Myndaskrá

1 Kort af vatnasviði Skaftár . . . . .	8
2 Árslykill fyrir heildarsvifaur í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1972-94	13
3 Meðalrennsli einstakra ára í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000 . . . . .	14
4 Langæi rennslis í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000 . . . . .	15
5 Mánaðarmeðalrennsli í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000 . . . . .	16
6 Tengsl rennslis og svifaursstyrks í Skaftá við Skaftárdal 1972-94 . . . . .	17

7	Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á ár milli hlaupa 1972-2000 . . . . .	18
8	Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á mánuði milli hlaupa 1972-2000 .	19
9	Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1952-2000 .	19
10	Framburður svifaurs við Skaftárdal á milli hlaupa eftir mánuðum . . . . .	21
11	Skaftá, Skaftárdal, skipting svifaurs í kornastærðarflokka 1952-2000 . .	24
12	Skaftá, Skaftárdal, framburður eftir árstíðum og kornastærð 1952-2000	24
13	Tengsl rennslis og svifaursstyrks í hlaupum við Skaftárdal og Ása 1964-94	25
14	Skaftá, Skaftárd., skipting svifaurs í kornastærðarfl. í hlaupum 1952-94	29
15	Meðalrennslis einstakra ára í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000 .	32
16	Langæi rennslis í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000 . . . . .	33
17	Mánaðarmeðalrennslis í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000 . . . .	33
18	Tengsl rennslis og svifaursstyrks í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1967-94	34
19	Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á ár milli hlaupa 1967-2000 . . . . .	36
20	Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á mánuði milli hlaupa 1967-2000 .	36
21	Framburður svifaurs í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa 1973-2000 . . . . .	38
22	Framburður svifaurs við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa eftir mán- uðum . . . . .	39
23	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, skipting svifaurs í kornastærðarflokka 1973- 2000 . . . . .	42
24	Skaftá, Kirkjubæjarkl., framburður eftir árstíðum og kornastærð 1973- 2000 . . . . .	42
25	Tengsl rennslis og svifaursstyrks í hlaupum við Kirkjubæjarklaustur 1964-94 . . . . .	43

## Töfluskrá

1	Kornastærðarflokkar svifaurs . . . . .	11
2	Skaftá, Skaftárdal, lyklar fyrir heildarsvifaur á milli hlaupa 1972-2000 .	18
3	Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1952-2000 .	20
4	Skaftá, Skaftárdal, lyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka milli hlaupa 1972-94 . . . . .	22
5	Framburður svifaurs eftir kornastærðarflokkum í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1952-94 . . . . .	22

6	Skaftá, Skaftárdal, lykjar fyrir einstaka kornastærðarflokka milli hlaupa 1995–2000 . . . . .	23
7	Framburður svifaurs eftir kornastærðarflokkum í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1995–2000 . . . . .	23
8	Skaftá, Skaftárdal, lykjar fyrir heildarsvifaur í hlaupum 1964–94 . . . . .	26
9	Skaftá, Skaftárdal, meðalframburður á ári í hlaupum 1952–94 . . . . .	26
10	Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal í hlaupum og yfirlit yfir hlaupin . . . . .	27
11	Skaftá, Skaftárdal, lykjar fyrir svifaur af einstökum kornastærðarflokkum í hlaupum 1964–94 . . . . .	28
12	Framburður svifaurs eftir kornastærð í Skaftá, Skaftárdal, í hlaupum 1952–94 . . . . .	28
13	Skaftá, Skaftárdal, framburður svifaurs í hlaupinu 1997 . . . . .	30
14	Skaftá, Skaftárdal, meginniðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs . . . . .	31
15	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykjar fyrir heildarsvifaur á milli hlaupa 1967–2000 . . . . .	35
16	Framburður svifaurs í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa 1973–2000 . . . . .	37
17	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykjar fyrir einstaka kornastærðarflokka milli hlaupa 1967–94 . . . . .	40
18	Framburður svifaurs eftir kornastærðarf. í Skaftá við Kirkjubklaustur á milli hlaupa 1973–94 . . . . .	40
19	Skaftá, Kirkjubæjarkl., lykjar fyrir einstaka kornastærðarf. milli hlaupa 1995–99 . . . . .	41
20	Framburður svifaurs eftir kornastærðarf. í Skaftá við Kirkjubkl. á milli hlaupa 1995–99 . . . . .	41
21	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykjar fyrir heildarsvifaur í hlaupum 1964–94	44
22	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, meðalframburður á ári í hlaupum 1973–94	44
23	Framburður svifaurs í Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, í hlaupum 1973–94 .	45
24	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykjar fyrir svifaur af einstökum kornastærðarflokkum í hlaupum 1964–94 . . . . .	45
25	Framburður svifaurs eftir kornastærð í Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, í hlaupum 1973–94 . . . . .	46
26	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, framburður svifaurs í hlaupunum 2000 . .	46



27	Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, meginniðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs . . . . .	47
28	Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, lyklar fyrir heildarsvifaur á milli hlaupa 1995–2000 . . . . .	49
29	Framburður svifaurs í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása á milli hlaupa 1998–2000 . . . . .	49
30	Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, framburður svifaurs í hlaupinu 1997 . . . . .	50
31	Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, framburður svifaurs í hlaupunum 2000 . . . . .	51
32	Skaftá við Sveinstind, framburður svifaurs í hlaupinu 1997 . . . . .	52
33	Framburður svifaurs í hlaupunum 1991, 1994, 1995, 1996, 1997 og 2000 . . . . .	53
34	Meðalframburður svifaurs á ári við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur 1973–1994 . . . . .	54
35	Meðalframburður svifaurs á ári við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur 1995–2000 . . . . .	55
36	Meðalrennsli og meðalframburður svifaurs á þremur mælistöðum utan hlaupa 1998–2000 . . . . .	55

## 1 Inngangur

Á síðustu misserum hefur komið fram endurnýjaður áhugi á því að virkja rennsli Skaftár. Í tengslum við þessar hugmyndir voru Vatnamælingar Orkustofnunar fengnar til að taka saman skýrslu um framburð svifaurs í Skaftá út frá þeim svifaursgögnum, sem safnast hafa síðustu áratugi. Skýrslan er unnið fyrir Landsvirkjun og Auðlindadeild Orkustofnunar og er hún hliðstæð skýrslum Orkustofnunar, sem komið hafa út á síðustu árum um framburð svifaurs í nokkrum ám.

Skaftá er lindá og jökulá og er hlutfall þessara þátta í heildarrennsli árinna mjög misjafnt þar sem jökulvatn rennur nær eingöngu í hana frá miðjum júní og fram eftir september í venjulegu árferði. Vatnasvið hennar við Skaftárdal er um 1470 km<sup>2</sup>. Þar af eru um 460 km<sup>2</sup> undir jökli. Við Sveinstind er vatnasviðið um 715 km<sup>2</sup>.

Neðan Skaftárdals skiptist áin í tvær meginkvíslar. Eystri hlutinn, sá sem heldur Skaftárnafninu, rennur til austurs á milli Eldhrauns og Síðu fram hjá Kirkjubæjarklaustri, sameinast Landbrotsvötnum austan við Landbrotið og fellur til sjávar um Skaftárós. Í Skaftá falla nokkrar ár á milli Skaftárdals og Kirkjubæjarklausturs, sem eru vatnsmiklar í leysingum. Helstar þeirra eru Holtsá og Fjaðrá. Vestari hlutinn, sem er vatnsmeiri, einkum þegar rennsli er mikið, rennur til suðurs á milli Skaftártungu og Eldhrauns og heitir Ása-Eldvatn. Það sameinast síðan Tungufljóti og fær þá nafnið Flögulón, en eftir að Hólmsá hefur sameinast Flögulóni heitir vatnsfallið Kúðafjót. Á milli þessara tveggja meginkvísla voru svokallaðar Ásakvíslar vestast, Árkvíslar nokkru austar, en austast eru Stapaáll og Skálaráll. Ásakvíslar eru ekki lengur til, þeim hefur verið veitt í Eldvatnið. Árkvíslar flæmast um hraunið misjafnlega langt, áður en þær síga niður í það. Rennslisleiðum þeirra hefur verið breytt í seinni tíð, og ganga þær nú undir nafninu Brestur.

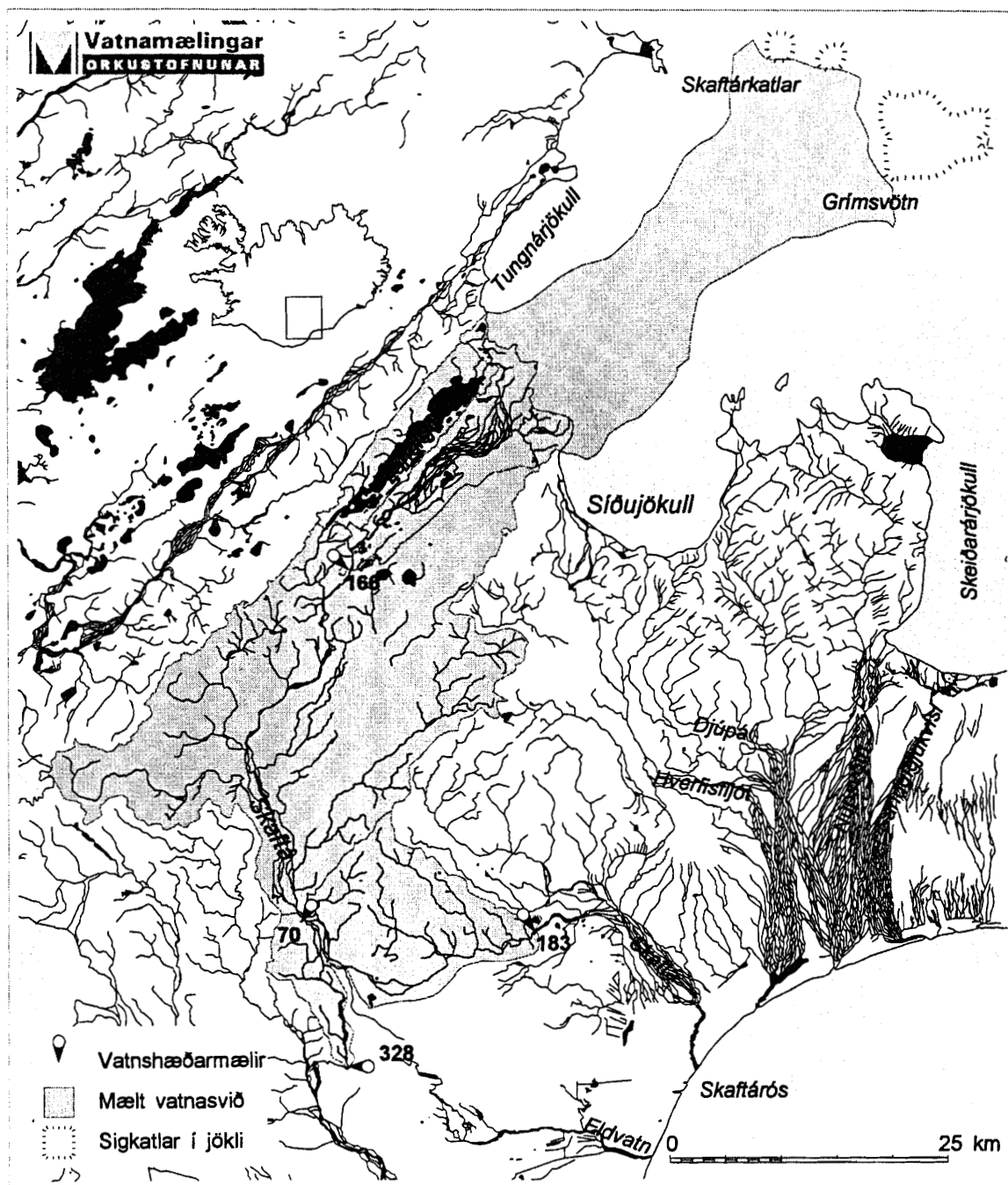
Fjórir sýnatökustaðir svifaurskýna eru í ánni og eru þeir jafnframt mælistaðir vegna mælinga á vatnshæð og rennsli. Þeir eru við Skaftárdal og Sveinstind í ánni óskiptri, við Kirkjubæjarklaustur í eystri hlutanum, Skaftá, og við Eystri-Ása í vestari hlutanum, Ása-Eldvatni.

Fyrstu sýni úr Skaftá til svifaursmælinga voru tekin á árunum 1956–58. Þau voru tekin við Skaftárdal, alls 21 sýni, á vegum Vatnamælinga Raforkumálastjóra (Haukur Tómasson o. fl. 1974). Í þeim var einungis mældur heildarsvifaursstyrkur, en ekki kornastærðardreifing. Auk þess voru sýnin af lélegum gæðaflokki (F-sýni). Einnig skortir upplýsingar um rennsli við sýnatöku. Mæligildi þeirra eru því ónothæf til þess að byggja á í þessum útreikningum.

Fyrstu sýnin til mælinga bæði á heildarsvifaursstyrk og kornastærð voru tekin í hlaupinu 1964. Þau voru tekin við Skaftárdal, Kirkjubæjarklaustur og úr Ása-Eldvatni. Í fyrstu var sýnataka mjög stopul og sýnin af of lélegum eða vafasömum gæðaflokkum til þess að á þeim sé byggt í þessum útreikningum. Sýni af viðunandi gæðum hafa verið tekin allt frá 1967 við Kirkjubæjarklaustur og frá 1972 við Skaftárdal. Við Sveinstind hefur sýnataka að mestu verið bundin við hlaup og voru nær engin sýni tekin fyrr en 1988. Úr Ása-Eldvatni var aðallega tekið í hlaupum nema síðustu árin.

Mælingar á vatnshæð, svo að hægt væri að fylgjast með rennsli, hófust við Skaftárdal 1951 og eru til samfelld gögn um dagsmeðalrennsli þar frá 1. september 1951 fram

á árið 2001. Samfelld gögn um dagsmeðalrennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur eru til frá 23. júlí 1972 fram á árið 2001. Gögn um dagsmeðalrennsli í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása eru ósamfelld. Mælingar hófust 29. maí 1993, en aðeins eru til gögn fyrir fjögur heil ár, 1994, 1998, 1999 og 2000.



Mynd 1: Kort af vatnasviði Skaftár (Þórarinn Jóhannsson).

Við Sveinstind eru gögn um dagsmeðalrennsli enn stopull, vegna þess að stöðin er hálandisstöð, aðeins tvö heil ár, 1988 og 1990. Hins vegar hefur Verkfræðistofan Vatna-skil sf. gert bráðabirgðalíkan fyrir rennsli þar, sem nær yfir 54 heil ár, árin 1941–94.

Sýni utan hlaupa úr Skaftárkötlum hafa nær engin verið tekin við Sveinstind fyrr en eftir framhlaupið í Skaftár- og Tungnárjökli veturinn 1994–95. Þar sem samfelld rennsligögn eða líkan yfir rennsli dag fyrir dag er ekki fyrir hendi frá tímanum eftir framhlaupið, var framburður ekki reiknaður fyrir Skaftá við Sveinstind utan hlaupa. Hins vegar var reiknaður framburður þar í hlaupinu 1997. Framburður var reiknaður fyrir Skaftá við Skaftárdal 1952–2000 og við Kirkjubæjarklaustur 1973–2000. Einnig var reiknaður framburður í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása 1998–2000.

Við söfnun sýnanna hafa margir starfað. Svanur Pálsson mældi aurinn í sýnunum og annaðist meðhöndlun gagnanna í tölvu ásamt Guðmundi H. Vigfússyni þar til snemma árs 2000, að Jórunn Harðardóttir tók við. Guðmundur H. Vigfússon og Ásgeir Sigurðsson gerðu forritin, sem notuð hafa verið við gagnavinnsluna. Haukur Tómasson hafði lengst af umsjón með svifaursmælingunum.

## 2 Sýnataka og úrvinnsla

### 2.1 Sýnategundir og kornastærðarflokkun

F-sýni eru tekin í flöskur án þess að sýnataki sé notaður. Þau eru nær alltaf tekin á einum stað nærri öðrum árbakkanum.

S-sýni. Þau eru tekin í rúmlega 400 ml flöskur, sem falla í þar til gerða sýnataka. Árvatnið streymir inn í flöskuna um stút framan á sýnatakanum, en loftið, sem fyrir er í flöskunni, sogast út um hlið sýnatakans og truflar því ekki innstreymið. Sogið myndast við vatnsstreymið fram hjá útstreymisopinu fyrir loftið. Sýnatakinn með flöskunni er látinn síga niður í ána og er dreginn upp og niður með jöfnum hraða. Þannig fæst sýni af árvatni frá yfirborði og niður undir botn. Tvær gerðir sýnataka eru notaðar. Sá minni, handsýnatakinn DH48, er festur á stangar- eða rörenda og dýft niður í ána með höndum. Stærri sýnatakinn, S49, er festur í spíl, sem nú er véldrifið, en var áður handdrifið.

S-sýnum er skipt í 3 undirtegundir, sem eru auðkenndar S1, S2 og S3.

S1 eru tekin á nokkrum, venjulega 3–5 stöðum á þversniði árinna. Þau eru nær alltaf tekin í stærri sýnatakann, S49.

S2 eru langoftast tekin á einum stað á þversniðinu, stöku sinnum á tveimur stöðum. Þau eru tekin í stærri sýnatakann og eru sambærileg við S1, nema þau eru tekin á færri stöðum á þversniðinu.

S3 eru tekin við bakka árinna, oftast aðeins annan, og eru alltaf tekin í handsýnataka, DH48.

Þessi flokkun byggist á tókuaðferðum, en einnig má líta á hana sem gæðaflokkun.

F-sýnin eru aðeins tekin, þegar sýnatakar eru ekki tiltækir. Þau voru tekin, áður en sýnatakarnir komu og á meðan þeir voru aðeins örfáir. Síðustu þrjátíu árin eða svo hafa aðeins örfá F-sýni verið tekin. F-sýnin eru talin lakasti flokkurinn. Þau ættu að gefa viðunandi mynd af fína aurnum, en eru mjög óáreiðanleg að því er varðar grófasta hluta svifaursins. Þar kemur til, að þau eru tekin uppi við árbakka, svo að flaskan kemst hvorki út í aðalstrauminn né á nægilegt dýpi, til þess að sýnið sé nægilega einkennandi fyrir grófa svifaurinn. Innstreymi vatnsins í flöskuna truflast af því, að flaskan snýr skakkt við straumstefnunni, myndar oftast um 90° horn við hana, en þyrfti að snúa samsíða straumstefnunni. Af þessum sökum verður vatnið, sem streymir inn í flöskuna, að breyta um stefnu við stútinn. Einnig verður truflun af loftinu, sem er að streyma út úr flöskunni, en það vandamál er leyst í sýnatökunum, eins og minnst er á hér að framan.

S1-sýnin verða að teljast bestu sýnin, en S2-sýnin, sem eru tekin, þar sem straumhardar ár renna þröngt, ættu að nálgast þau að gæðum. Sýnatöku á nokkrum stöðum á þversniðinu (S1) verður þar trauðla við komið, því að sýnatakinn leitar út í aðalstrenginn.

S3-sýnin eru til muna ótrúverðugri en S1- og S2-sýnin. Þar er um að ræða sams konar vandamál vegna staðsetningar uppi við bakka og hjá F-sýnunum. Þau hafa það þó fram

yfir F-sýnin, að hvorki verður stefnubreyting við innstreymið í flöskuna né truflun af útstreymi lofts. Þeim ætti að mega treysta að því er varðar fínan aur, en yfirleitt mælist minna af grófum aur í þeim en S1- og S2-sýnum, sem tekin eru á sama tíma, stundum miklu minna.

Við mælingar á svifaur er litið á innihald flasknanna frá öllum stöðum á þversniðinu sem eitt sýni og það mælt í einu lagi. Heildarstyrkur svifaursins er mældur og kornastærðardreifing fundin. Gerður er kornastærðarferill fyrir hvert sýni. Í gagnasafninu og í skýrslum, sem gefnar hafa verið út um svifaur, er kornastærðarferli hvers sýnis skipt í fjóra kornastærðarflokka samkvæmt kornastærðarkvarða Atterbergs, sem ganga undir nöfnunum sandur, mór, méla og leir. Að ósk Landsvirkjunar er mónum hér skipt í grófmó og fínmó við stærðarmörkin 0,06 mm, sjá töflu 1. Efri mörk sands eru í töflunni sett við 2,0 mm, eins og vera ber samkvæmt kvarðanum, en óverulegur hluti svifaursins tilheyrir raunar næsta kornastærðarflokki fyrir ofan, mól. Í úrvinnslu er mölin talin með sandinum.

Tafla 1: Kornastærðarflokkar svifaurs.

Stærðarflokkur	Mörk (mm)
Sandur	>0,2
Grófmór	0,06-0,2
Fínmór	0,02-0,06
Méla	0,002-0,02
Leir	<0,002

## 2.2 Svifaurslyklar

Til þess að reikna hve mikið berst fram af svifaur á sýnatökustað á tilteknu tímabili eru búnir til svokallaðir svifaurslyklar, þ. e. fundið sambandið milli rennslis og svifaursframburðar. Lykillinn er á eftirfarandi formi, þar sem  $q_s$  er svifaursframburður í kg/s,  $Q$  er rennsli í  $m^3/s$ , en  $k$  og  $n$  eru aðhvarfsstuðlar,  $k$  hlutfallsstuðull og  $n$  veldisvísir:

$$q_s = k \times Q^n$$

Við útreikningana, sem fjallað er um í skýrslunni, voru notaðir allmargir lyklar. Helstu einkennisþættir þeirra, þar á meðal fastinn, eru birtir í töflum. Til þess að auðvelda samanburð milli fasta einstakra lykla eru þeir birtir í töflunum margfaldaðir með  $10^6$ . Í stað þess t. d. að skrifa fastann  $1,48 \times 10^{-4}$  er hann hér skrifaður 148. Með þessu móti losnar lesandinn við að bera saman tölur, sem þarf að margfalda með 10 í ýmsum mismunandi veldum.

Þegar gæði lykla eru metin, þarf að hafa eftirtalin atriði í huga:

- Lyklar eru almennt því betri sem sýnin, sem þeir byggjast á, eru fleiri. Annars er hætt við, að sýnin séu ekki nægilega marktækt úrtak. Samband rennslis og svifaurs er í rauninni töluvert breytilegt, því að margs konar ytri skilyrði önnur en rennsli hafa áhrif á aurinn. Sýnin þurfa m. a. helst að dreifast sem jafnast yfir árið, sérstaklega þann hluta ársins, sem framburður aurs er mestur. Sýnin ættu

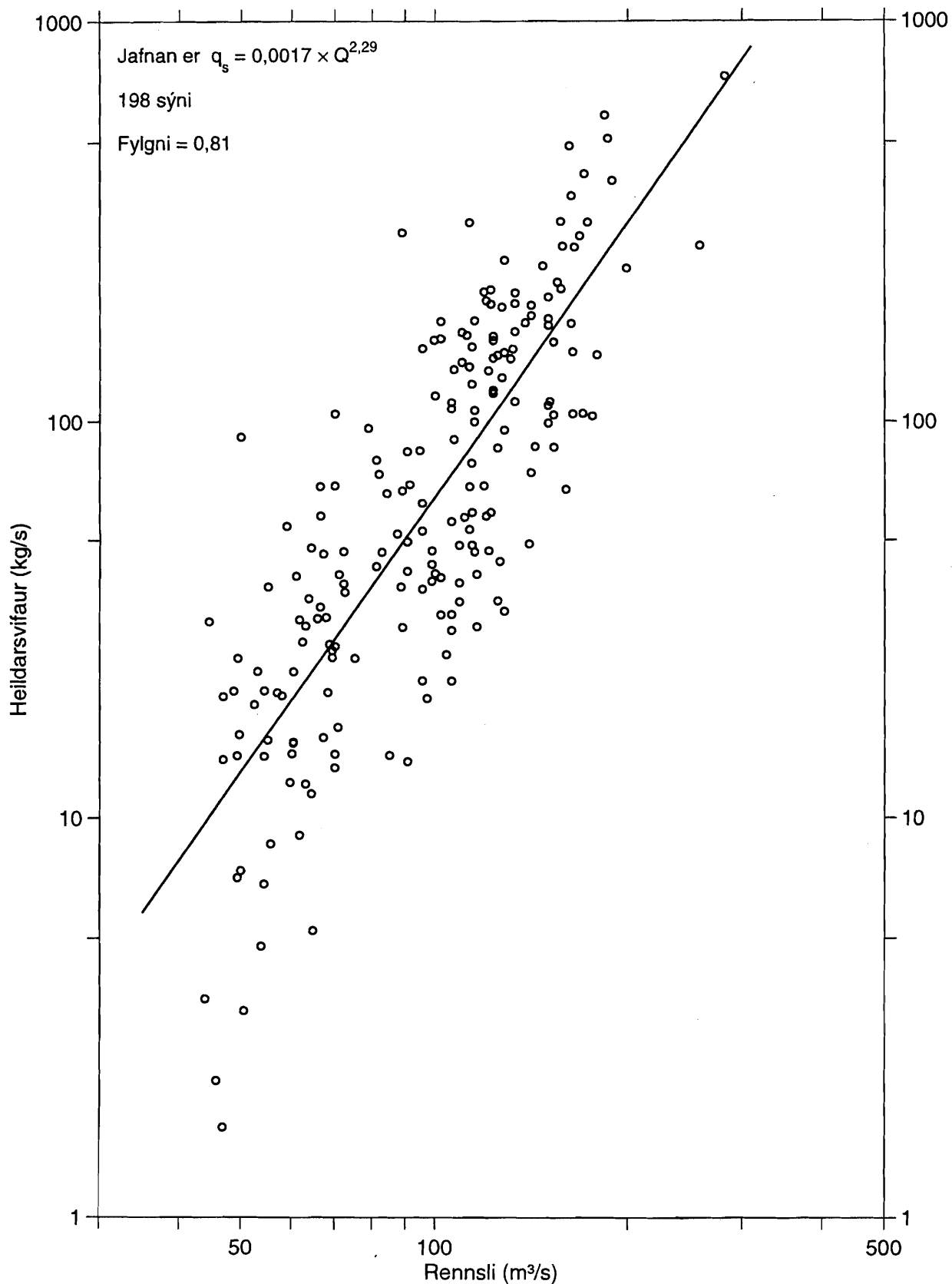
varla að vera færri en sjö, ef nota á þau til ályktunar, en þá þurfa skilyrðin, sem talin eru hér á eftir, að vera vel uppfyllt.

- Best er, að sýnin hafi verið tekin á breiðu rennslisbili, helst allt frá því að vera nærri hæsta dagsmeðalrennsli tímabilsins, sem lykillinn gildir fyrir, niður í nokkuð lágt rennsli. Ennfremur er æskilegt, að sýnin dreifist sem jafnast á rennsli.
- Fylgnin þarf að vera sem hæst. Hún telst góð, ef hún er 0,90 eða hærri, mjög góð, ef hún er 0,95 eða hærri, en léleg, ef hún er undir 0,80.
- Lyklar með veldisvísi hærri en 3 eru varasamir, þeim hættir til að gefa of mikinn aur við hárennsli og of lítinn við lágrennsli. Algengt er, að veldisvísirinn sé nálægt 2 í góðum lyklum. Trúverðugir veldisvísar eru á bilinu 1,5–3,0.
- Óheppilegt er, að einstakir mælipunktur skeri sig mjög úr, sérstaklega þegar lykillinn byggist á fáum sýnum. Slíkum punktum gæti verið rétt að sleppa í sumum tilfellum.

Lyklarnir eru notaðir til að reikna svifaurinn fyrir hvern dag fyrir sig út frá meðalrennsli dagsins. Þannig á að vera unnt að reikna svifaur, sem berst fram á einu ári eða nokkurra ára tímabili, ef lyklarnir eru nægilega góðir og upplýsingar liggja fyrir um dagsmeðalrennsli. Lyklar, sem byggðir eru á sýnum frá öllum árstímum eru kallaðir *árslyklar*. Ef sýnafjöldi leyfir, er sýnunum skipt niður í árstíðir og reiknaðir sérstakir lyklar, svokallaðir *árstíðalyklar*, fyrir hvora eða hverja árstíð um sig.

Mynd 2 sýnir svifaurslykil, árslykil, fyrir Skaftá við Skaftárdal. Hann er byggður á tiltölulega mörgum sýnum, veldisvísirinn er skikkanlega hár, en fylgnin er ekki góð. Hún er við mörk þess að teljast léleg.

Svifaurslyklar voru fyrst notaðir við útreikninga á framburði í íslenskum ám árið 1968 (sjá Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1968), en Helgi Sigvaldason verkfræðingur annaðist þá reikninga. Á árunum 1983-84 reiknuðu Guðmundur H. Vigfússon og Örn Jónsson framburð flestra þeirra vatnsfalla, sem svifaursmælingar ná til (sjá Haukur Tómasson 1990 og Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1990). Við útreikninga á framburði svifaurs í Jökulsánum norðan Vatnajökuls, Skjálfandafljóti, Hvítá í Borgarfirði og Blöndu var staðið að útreikningum á framburði á hliðstæðan hátt og hér er gert, en skýrslur um þá útreikninga hafa komið út upp á síðkastið, sjá heimildaskrá.



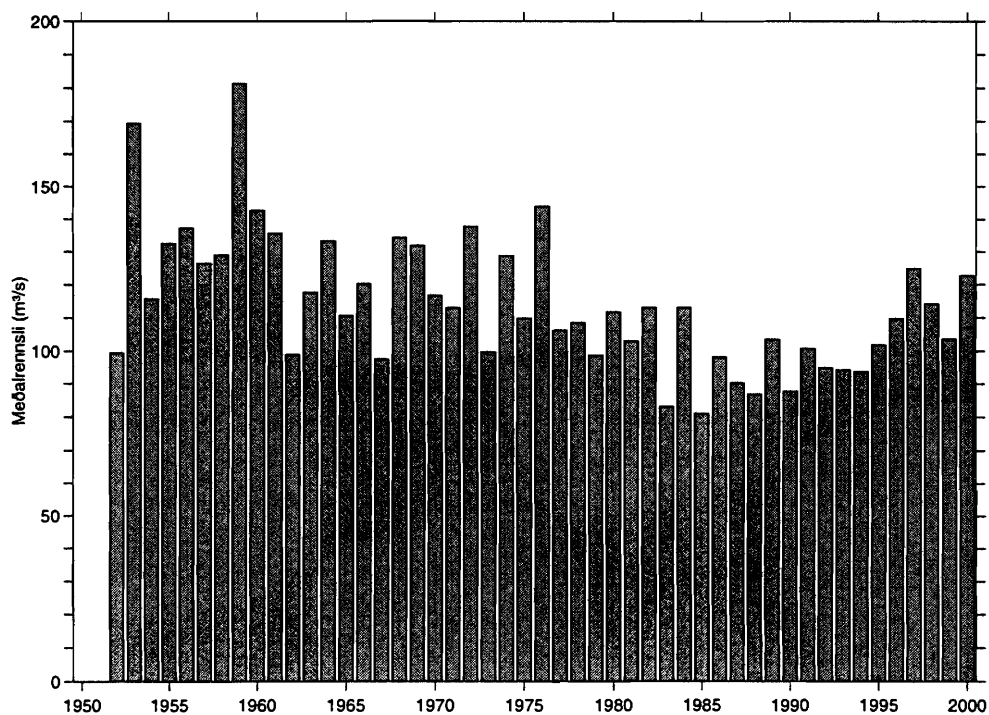
Mynd 2: Árslykill fyrir heildarsvifaur í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1972-94.



### 3 Framburður Skaftár við Skaftárdal

Til þess að reikna framburð svifaurs þarf tvö gagnasöfn, sem bæði tengjast sama staðnum. Annað gagnasafnið er safn mæligilda svifaurskýna, sem tekin hafa verið við sem breytilegast rennsli, ásamt gildum yfir augnabliksrennsli, þegar sýnin voru tekin. Á þessu gagnasafni eru svifaurslyklarnir byggðir, sjá kaflann um svifaurslykla hér að framan. Hitt gagnasafnið er gagnagrunnur Vatnamælinga um rennsli vatnsfalla, þar sem er að finna meðalrennsli einstakra sólarhringa (dagsmeðalrennsli) á því tímabili, sem framburðurinn er reiknaður fyrir.

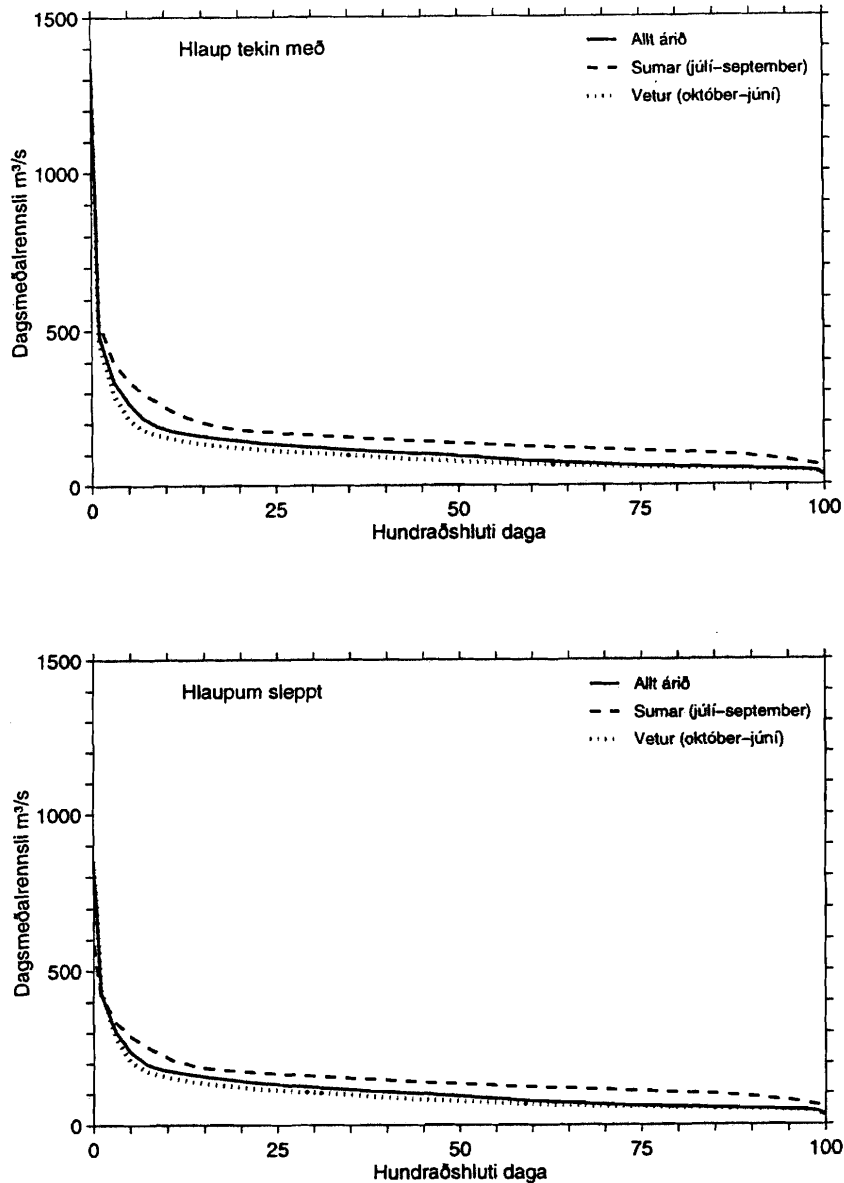
Samfelld gögn um dagsmeðalrennsli í vhm070 í Skaftá við Skaftárdal ná frá 1. september 1951 til vors 2001. Hér er framburður reiknaður fyrir heil ár, svo að hægt er að reikna framburð fyrir árin 1952 til 2000 að báðum árum meðtöldum. Á mynd 3 er sýnt meðalrennsli einstakra ára og er rennsli í hlaupum meðtalið. Töluverður breytileiki er á milli ára og rennslið hefur verið meira á fyrri hluta tímabilsins, sérstaklega á 6. áratugnum, enda var þá hlýrra en síðar varð. Einnig má benda á aukningu í rennsli allra síðustu árin, sem tengist framhlaupi Skaftár- og Tungnárjökuls, sem hlupu fram veturinn 1994–95 (Oddur Sigurðsson 1994).



Mynd 3: Meðalrennsli einstakra ára í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000.

Mynd 4 sýnir langæi rennsli í Skaftá við Skaftárdal. Myndirnar eru raunar tvær, önnur sýnir langæið að hlaupum meðtöldum, en hin án hlaupa. Langæisferill sýnir, hversu mikinn hluta tímabils rennsli er meira en eða jafnt og tiltekið rennsli.

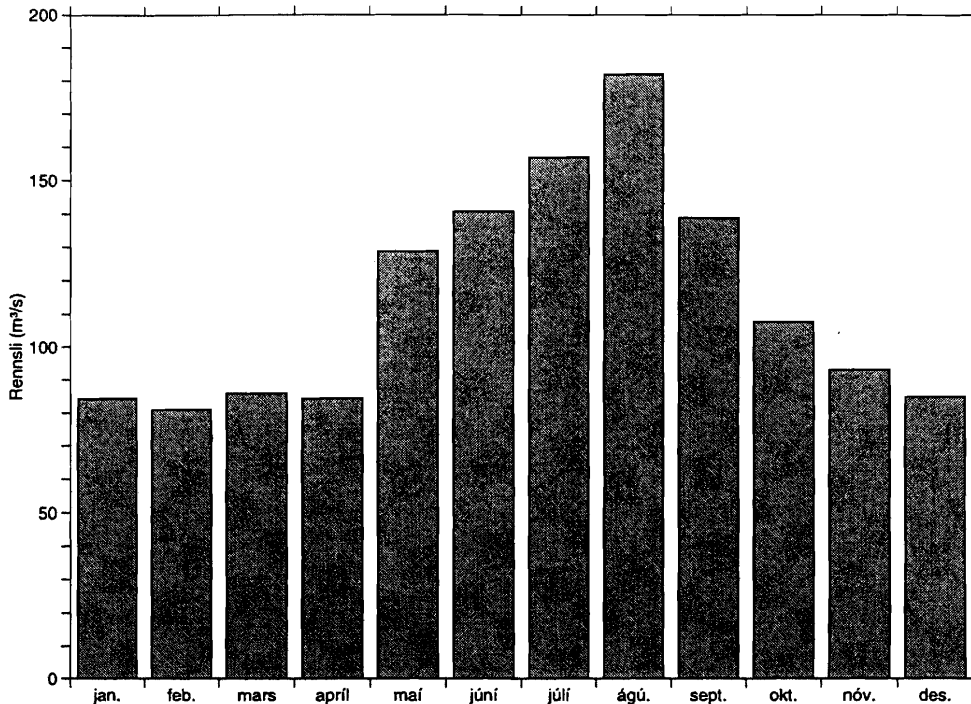
Mynd 5 sýnir mánaðarmeðalrennsli Skaftár við Skaftárdal. Athygli vekur hve breytileikinn er lítill á milli mánaða, en það stafar af því, að lindavatnspátturinn er mjög stór.



Mynd 4: Langæi rennslis í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000.

Rennslislyklar fyrir vatnshæðarmælinn vhm070 við Skaftárdal hafa nýlega verið endurskoðaðir (Jóna Finndís Jónsdóttir 2001). Rennslisgildi í skrá yfir meðalrennsli einstakra sólarhringa og í gagnasafni svifaursmælinga hafa verið leiðrétt í samræmi við þá endurskoðun.

Byrjað var að taka sýni til svifaursmælinga við Skaftárdal 1964. Fyrstu sýnin voru F-sýni, sem nær einvörðungu voru tekin úr hlaupum úr Skaftárkötlu, og voru þau örfá. Fyrsta sýnið, sem tekið var í sýnataka, var tekið 1967 og var það S3-sýni. Sýnataka hófst fyrir alvöru 1972, en þá var farið að taka S1-sýni frá brúnum við Skaftárdal. Sýnatöku hefur verið haldið áfram þar árlega síðan. Þar sem svifaursstyrkur í hlaupum úr Skaftárkötlu er meiri en utan hlaupa auk þess, sem kornastærð aursins er önnur, eru hlaup dagar teknir út úr. Framburður er reiknaður annars vegar fyrir tímabilin á milli hlaupa og hins vegar fyrir hlaupdagana. Fyrst verður fjallað um útreikninga á framburði á milli hlaupa.



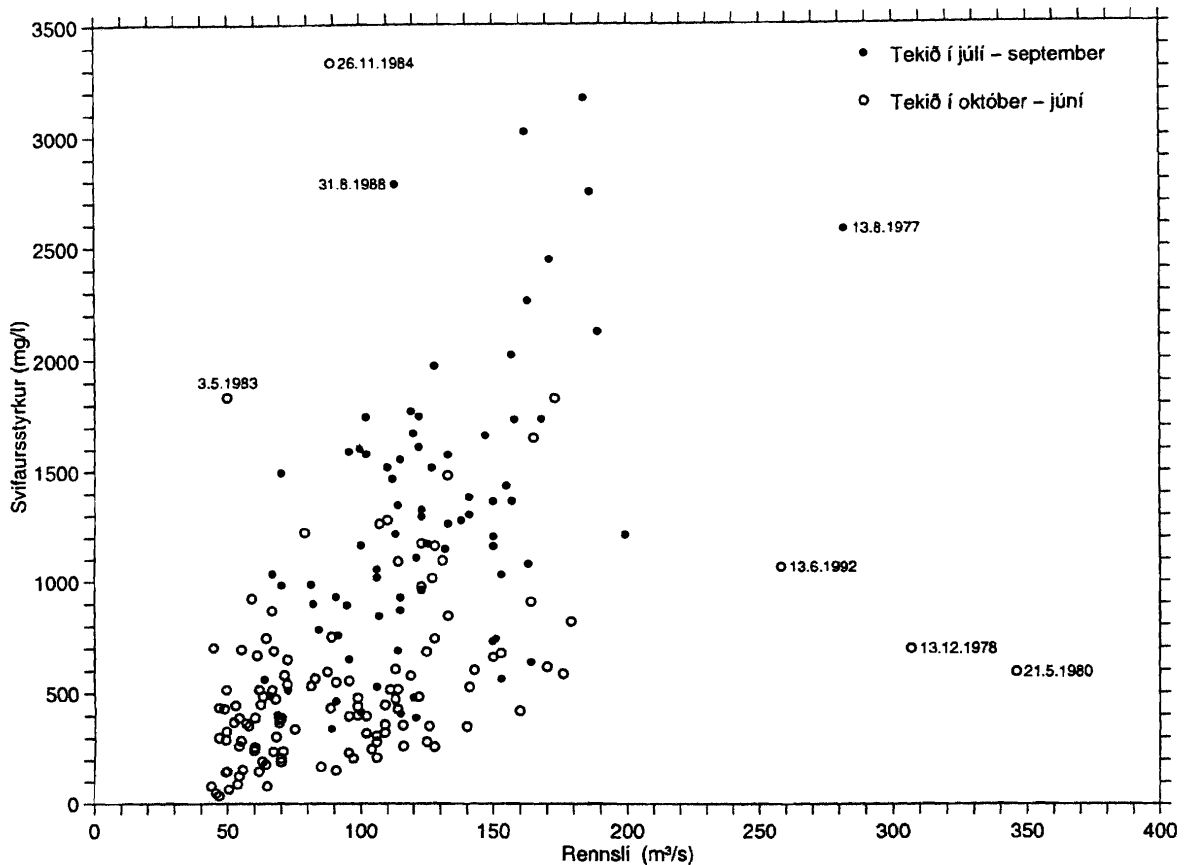
Mynd 5: Mánaðarmeðalrennsli í Skaftá við Skaftárdal 1952-2000.

### 3.1 Framburður á milli hlaupa úr Skaftáarkötlum

Skaftár- og Tungnárjökull hlupu fram veturinn 1994-95, eins og áður hefur komið fram, en næsta framhlaup þar áður var 1945-46 (Oddur Sigurðsson 1994). Þegar gangur er í jökli, eykst aurstyrkur mjög verulega og þar með framburður, þannig að samband rennslis og framburðar verður annað. Þess vegna voru gerðir svifaurslyklar byggðir á sýnum, sem tekin voru áður en framhlaupið hófst, og voru þeir notaðir við útreikninga á framburði fyrir framhlaupið. Aðrir lyklar voru gerðir úr mæligögnum sýna, sem tekin voru á árunum 1995-2000 og voru þeir notaðir til að reikna út framburðinn þau ár.

Alls voru tekin 240 svifaurskýni úr Skaftá við Skaftárdal á árunum 1964-94. Þar sem hér er verið að kanna framburð á milli hlaupa úr Skaftáarkötlum, voru öll sýni, sem tekin voru í hlaupum, tekin út úr. Einnig voru tekin út úr öll F-sýni og S3-sýni. Að auki voru tekin út úr sýni, sem höfðu verið auðkennd með athugasemdum vegna ágalla í sýnatöku, en samtímis þeim höfðu verið tekin sýni, sem talin eru betri. Þá eru eftir 200 sýni og var fyrsta sýnið tekið 1972.

Á mynd 6 eru sýnd tengsl svifaursstyrks þessara 200 sýna, sem tekin voru fyrir framhlaupið, við rennsli. Tvenns konar tákni eru notuð, annars vegar fyrir jökulleysingartímann, júlí–september og hins vegar fyrir hina mánuðina níu. Það er sama skipting í árstíðir og notuð hefur við útreikninga á framburði vatnsfalla undanfarin ár. Eins og við er að búast, er dreifing gildanna mikil. Þau gildi, sem eru allra lengst frá öðrum, eru auðkennd með dagsetningum. Leitað var skýringa á frávikum þeirra. Staðnæmst var við þau tvö gildi, sem lengst víkja frá, sýnin frá 13.12.1978 og 21.5.1980. Þau eru tekin við hæsta rennslið, voru tekin í þrjár flöskur í stað fjögurra, sem virðist þýða það, að ekki var unnt að taka úr mesta strengnum undir annarri brúnni og þess vegna



Mynd 6: Tengsl rennslis og svifaurstyrks í Skaftá við Skaftárdal 1972-94.

eru þau skilgreind sem S2-sýni. Eins og myndin sýnir, er svifaurstyrkur þeirra afbrigðilega lágur miðað við rennslí. Ákveðið var að sleppa þeim við gerð svifaurstrykla, svo að lyklnir eru byggðir á 198 sýnum. Gerðir voru þrjú lykllar fyrir heildarsvifaur, árslykill, sumarlykill byggður á sýnum teknum í júlí-september og vetrarlykill byggður á sýnum teknum í október-júní.

Frá árunum 1995-2000 eru til 29 sýni, en eitt þeirra var tekið í hlaupi, svo að því er sleppt. Hin 28 voru notuð til lykllagerðar á sama hátt og sýnin, sem tekin voru fyrir framhlaupið.

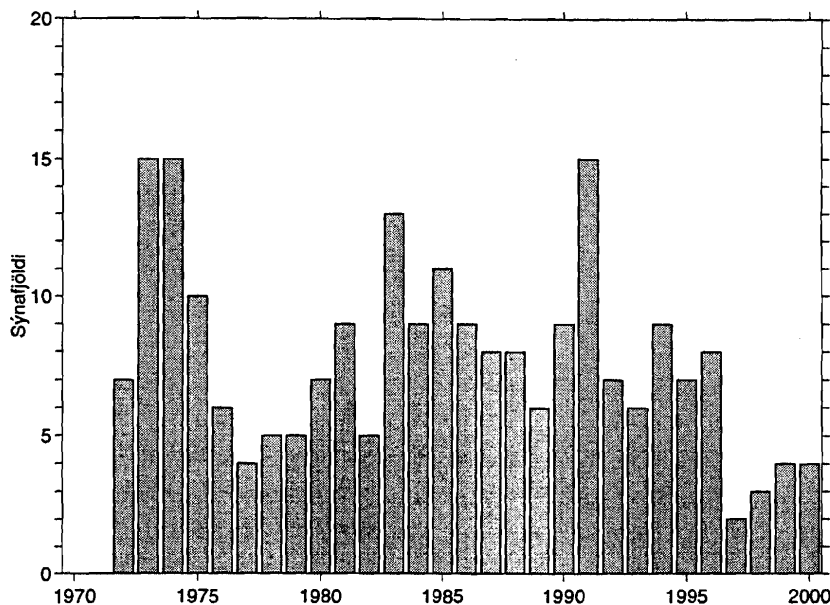
Í töflu 2 er yfirlit yfir helstu einkenni lykllanna. Enginn lykll hefur tortryggilega háan veldisvísi svo að lítil hætt á að vera á því, að framburður reiknist óeðlilega hár við hátt rennslí, eins og komið getur fyrir. Fylgni lykllanna er frekar léleg, sérstaklega fyrir framhlaupið, en frá síðara tímabilinu eru svo fá sýni, að lyklnir eru ekki eins trúverðugir og æskilegt væri. Hundradshluti framburðar yfir hæsta rennslisgildi lyklla er nokkuð hár á fyrra tímabilinu, sem er talsverður ágalli.

Á mynd 7 er sýnt, hvernig sýnin, sem notuð voru til lykllagerðar, dreifast á ár. Töluverður munur hefur verið á sýnatöku frá ári til árs. Bagalegt er, hve lítið hefur verið tekið af sýnum eftir framhlaupið, en æskilegt hefði verið, að svo mikið hefði verið tekið af sýnum, að hægt væri að skipta því tímabili í tvennt til þess að kanna betur áhrif framhlaupsins á framburð. Dreifing sömu sýna á mánuði er sýnd á mynd 8. Mest hefur verið tekið af sýnum um hásumarið.

Tafla 2: Skaftá, Skaftárdal, lykklar fyrir heildarsvifaur á milli hlaupa 1972–2000.

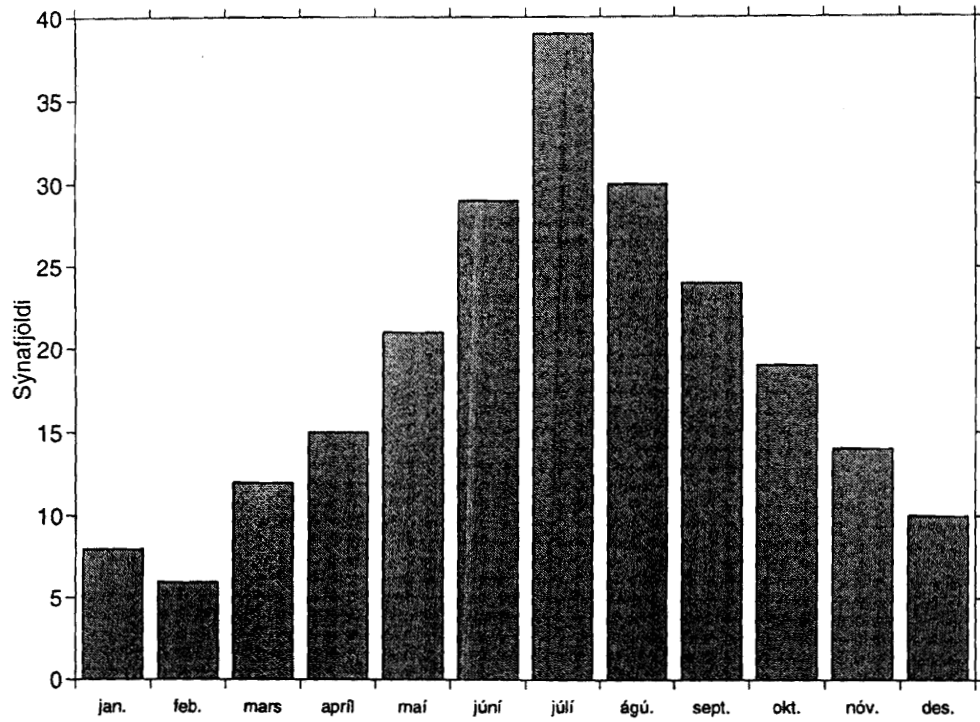
Lyklarnir eru á forminu  $q_s = k \times Q^n$ ,  $q_s$ : svifaur (kg/s),  $k$ : fasti,  $Q$ : rennsli ( $m^3/s$ ),  $n$ : veldisvísir  
 Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní  
 H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r.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

Tímabil	Árstíð	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
1972-1994	Sumar	282	582	63,7	28,4	79	0,78	12100	1,95
	Vetur	258	852	43,9	39,6	119	0,76	7000	1,92
	Allt árið	282	852	43,9	44,0	198	0,81	1700	2,29
1995-2000	Sumar	363	450	87,1	4,7	14	0,89	103000	1,61
	Vetur	193	456	46,3	15,6	14	0,86	10100	1,84
	Allt árið	363	456	46,3	7,1	28	0,88	832	2,48

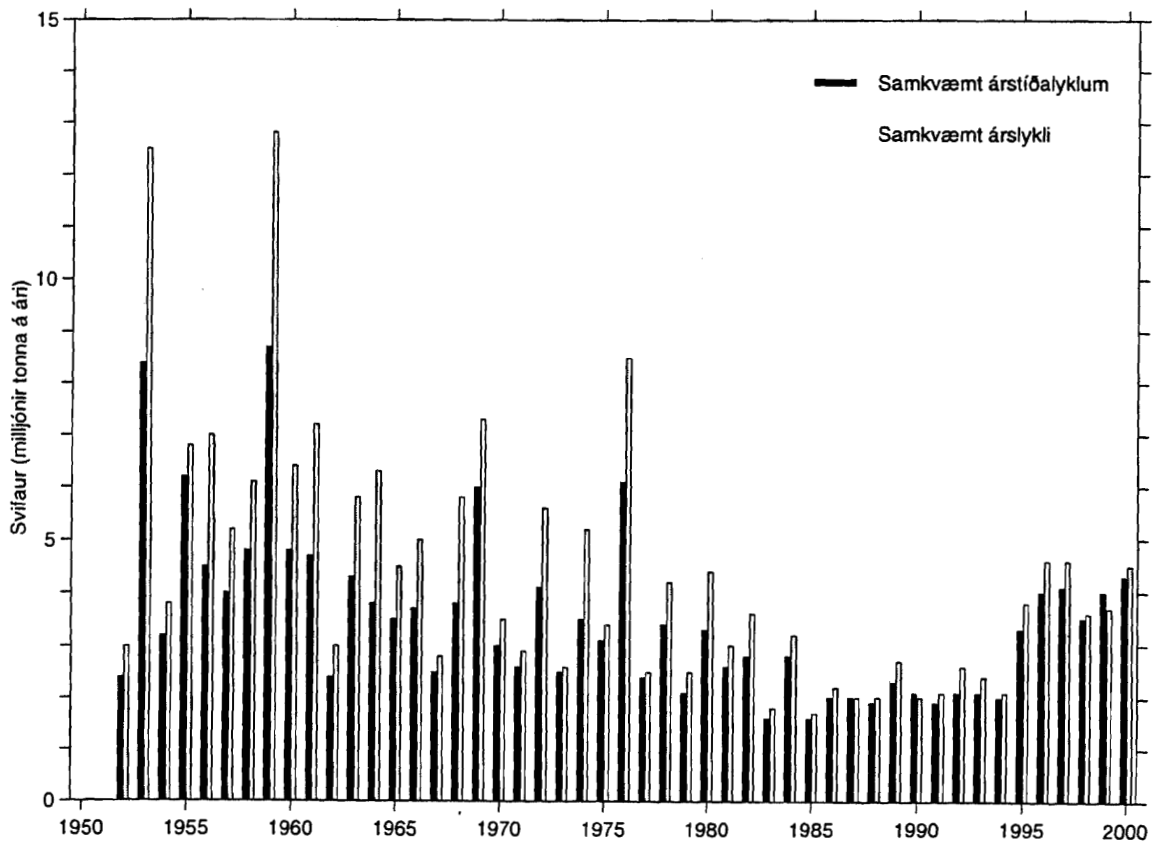


Mynd 7: Dreifing sýna notaðra við lykklagerð á ár milli hlaupa 1972–2000.

Þessir svifaurslyklar ásamt gögnum um dagsmeðalrennsli, þar sem hlaupdagur höfðu verið teknir út úr, voru síðan notaðir til þess að reikna svifaursframburð utan hlaupa á árabílinu 1952–2000. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 3 og sem súlurit á mynd 9. Framburðurinn er mjög breytilegur frá ári til árs, enn breytilegri en rennslið, eins og eðlilegt er, þar sem framburðurinn er í svifaurslyklunum háður rennslinu í veldi, sem er nálægt 2. Framburðurinn reiknast áberandi minni á síðari hluta tímabilsins en á fyrri hlutanum, sem stafar af því að rennslið er minna, sbr. mynd 3. Framburðurinn jókst um og eftir framhlaupið, sem stafar bæði af auknum aurstyrk og auknu rennsli. Árslykillinn fyrir tímabilið fyrir framhlaupið gefur einni milljón tonna meiri meðalframburð á ári en árstíðalyklarnir, sem á aðallega rætur að rekja til fárra en mikilla hárennslisára. Á seinna tímabilinu er munurinn óverulegur. Árslyklarnir gefa meiri framburð vegna þess, að þeir hafa hærri veldisvísi en árstíðalyklarnir og vægi sumarsýna í árslyklunum er líka heldur meira en svarar til hlutar sumarrennslisins í ársrennslinu.



Mynd 8: Dreifing sýna notaðra við lykklagerð á mánuði milli hlaupa 1972–2000.

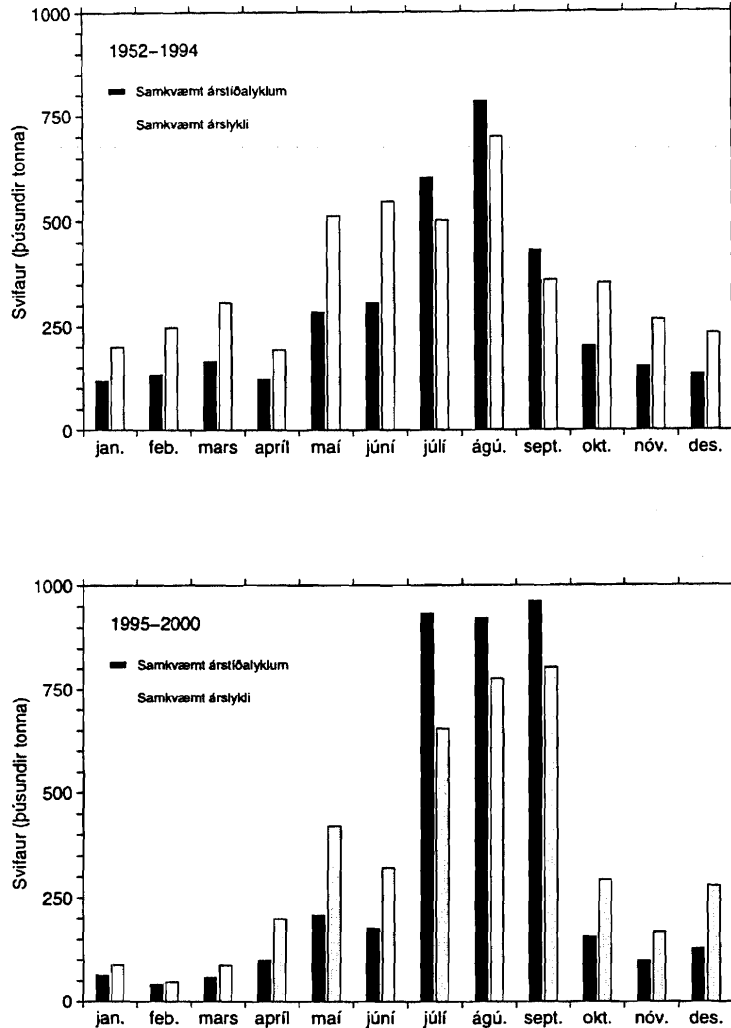


Mynd 9: Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1952–2000.

Tafla 3: Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal á milli hlaupa 1952–2000.

S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september. en veturinn sem október - júní

Ár	Meðalrennsli		Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
	Hlaup meðtalin m <sup>3</sup> /s	Hlaupum sleppt m <sup>3</sup> /s	sumar- lykli	vetrar- lykli	sumar + vetur	árs- lykli
1952	99,4	99,4	1,1	1,3	2,4	3,0
1953	169,4	169,4	4,6	3,8	8,4	12,5
1954	115,7	115,7	1,7	1,5	3,2	3,8
1955	132,5	119,4	5,1	1,1	6,2	6,8
1956	137,3	137,3	1,6	2,9	4,5	7,0
1957	126,4	119,8	2,1	1,9	4,0	5,2
1958	128,9	128,9	2,9	1,9	4,8	6,1
1959	181,3	181,3	4,6	4,1	8,7	12,8
1960	142,6	129,3	2,6	2,2	4,8	6,4
1961	135,6	135,6	1,8	2,9	4,7	7,2
1962	99,0	99,0	1,1	1,3	2,4	3,0
1963	117,6	117,6	2,5	1,8	4,3	5,8
1964	133,3	122,0	0,9	2,9	3,8	6,3
1965	110,6	110,6	1,9	1,6	3,5	4,5
1966	120,2	110,6	1,9	1,8	3,7	5,0
1967	97,6	97,6	1,5	1,0	2,5	2,8
1968	134,3	117,6	1,3	2,5	3,8	5,8
1969	131,9	131,9	4,3	1,7	6,0	7,3
1970	116,7	100,8	1,8	1,2	3,0	3,5
1971	113,0	99,4	1,5	1,1	2,6	2,9
1972	137,8	125,6	1,9	2,2	4,1	5,6
1973	99,7	98,0	1,4	1,1	2,5	2,6
1974	128,7	118,1	1,2	2,3	3,5	5,2
1975	109,9	102,5	2,0	1,1	3,1	3,4
1976	144,0	144,0	3,3	2,8	6,1	8,5
1977	106,2	87,4	1,6	0,8	2,4	2,5
1978	108,4	108,4	1,8	1,6	3,4	4,2
1979	98,6	87,8	1,0	1,1	2,1	2,5
1980	111,7	105,2	1,6	1,7	3,3	4,4
1981	103,0	92,1	1,5	1,1	2,6	3,0
1982	113,1	101,1	1,3	1,5	2,8	3,6
1983	83,3	78,0	0,8	0,8	1,6	1,8
1984	113,0	99,2	1,7	1,1	2,8	3,2
1985	81,2	81,2	0,8	0,8	1,6	1,7
1986	98,2	82,8	1,1	0,9	2,0	2,2
1987	90,4	90,4	1,1	0,9	2,0	2,0
1988	87,0	80,5	1,1	0,8	1,9	2,0
1989	103,6	91,3	1,2	1,1	2,3	2,7
1990	87,9	81,7	1,3	0,8	2,1	2,0
1991	100,8	87,8	1,0	0,9	1,9	2,1
1992	94,9	89,9	0,8	1,3	2,1	2,6
1993	94,3	94,3	0,9	1,2	2,1	2,4
1994	93,7	86,5	1,1	0,9	2,0	2,1
Meðalt. 1952-1994	115,0	108,3	1,8	1,6	3,4	4,4
1995	101,8	86,2	2,5	0,8	3,3	3,8
1996	109,7	101,4	2,9	1,1	4,0	4,6
1997	124,9	107,6	2,9	1,2	4,1	4,6
1998	114,2	99,6	2,4	1,1	3,5	3,6
1999	103,6	103,6	3,0	1,0	4,0	3,7
2000	122,8	104,8	3,2	1,1	4,3	4,5
Meðalt. 1995-2000	112,8	100,5	2,8	1,1	3,9	4,1



Mynd 10: Framburður svifaurs við Skaftárdal á milli hlaupa eftir mánuðum.

Mynd 10 sýnir framburð svifaurs á milli hlaupa eftir mánuðum annars vegar fyrir og hins vegar eftir framhlaupið. Mikill munur er á þessum súluritum. Við framhlaupið jókst framburður verulega að sumrinu, sem stafar af auknum aurstyrk jökulvatnsins. Hins vegar var framburður fyrstu mánuði ársins miklu minni á seinna tímabilinu, enda var rennsli miklu minna í þeim mánuðum en á fyrra tímabilinu, en ekki virðist vera hægt að tengja það á neinn hátt við framhlaupið. Árslyklar gefa tiltölulega mikinn framburð á tímabili vetrarlykla, en minni en árstíðalyklar á tímabili sumarlykla, eins og venjulegt er.

Gerðir voru svifaurslyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka annars vegar yfir framburð fyrir framhlaupið 1995 og hins vegar á árunum 1995-2000. Þetta eru árstíðalyklar byggðir á sömu sýnum og voru notuð við gerð lykla fyrir heildarframburð. Tafla 4 er yfirlit yfir helstu einkenni lyklna fyrir fyrra tímabilið. Lyklarnar hafa flestir lélega fylgni, sumir í besta falli sæmlega. Veldisvísar eru aldrei tortryggilega háir, svo að framburður ætti ekki að reiknast alltof hár við hátt rennsli. Eins og áður hefur komið fram í umfjöllun um lykla fyrir heildarsvifaur, er hér verulegur hluti framburðar við rennsli, sem er herra en hæsta rennsli lykils, enda byggt á sömu sýnum og lyklarnir fyrir heildarsvifaur. Þetta veikir vissulega niðurstöður útreikninganna.



Tafla 4: Skaftá, Skaftárdal, lykklar fyrir einstaka kornastærðarf. á milli hlaupa 1972–94.

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
Sandur	Sumar	282	582	63,7	18,1	79	0,69	52800	1,32
	Vetur	258	852	43,9	30,1	119	0,66	9040	1,61
Grófmór	Sumar	282	582	63,7	23,9	79	0,67	16000	1,70
	Vetur	258	852	43,9	42,5	119	0,70	1760	2,01
Fínmór	Sumar	282	582	63,7	40,2	79	0,72	110	2,54
	Vetur	258	852	43,9	54,9	119	0,77	92	2,39
Méla	Sumar	282	582	63,7	42,6	79	0,79	55	2,65
	Vetur	258	852	43,9	51,7	119	0,80	124	2,29
Leir	Sumar	282	582	63,7	46,9	79	0,70	4,9	2,85
	Vetur	258	852	43,9	58,7	119	0,73	6,5	2,51

Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum fyrir framhlaupið 1995 eru sýndar í töflu 5. Samanlagður framburður svifaurs kemur mjög vel heim við meðaltölin yfir heildarframburð svifaurs á sama tímabili reiknuð með árstíðalyklum, sem sýnd eru í töflu 3. Meira en helmingur svifaursins (59%) er af mókornastærð.

Tafla 5: Framburður svifaurs eftir kornastærðarf. í Skaftá Skaftárd. á milli hlaupa 1952–94.

Svifaur í þúsundum tonna á ári  
 S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
		Sandur	> 0,2	299	
Grófmór	0,06-0,2	647	655	1302	37
Fínmór	0,02-0,06	389	369	758	22
Méla	0,002-0,02	354	209	563	16
Leir	< 0,002	95	37	132	4
Samtals allir stærðarflokkar		1784	1691	3475	100

Framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum var einnig reiknaður fyrir tímabilið 1995–2000, og eru helstu einkenni lykllanna sýnd í töflu 6. Lyklarnir hafa sæmilega eða lélega fylgni. Þeir hafa ekki háa veldisvísa nema helst lykillinn fyrir leir að vetrarlagi, en lykillinn fyrir leir að sumarlagi var ónothæfur. Framburður leirs að sumarlagi var reiknaður út frá heildarframburði (tafla 3) og meðalhundraðshluta leirs í sýnunum, sem lyklarnir byggjast á. Það dregur úr áreiðanleika lykllanna, að þeir byggjast á fáum sýnum.

Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum árin 1995–2000 eru sýndar í töflu 7. Eins og fyrir tímabilið fyrir framhlaupið, kemur sam-  
 anlagður framburður svifaurs vel heim við meðalframburð á sama tímabili reiknaðan

með árstíðalyklum, sem sýndur er í töflu 3. Hlutur sands hefur minnkað, en hlutur leirs hefur aukist frá því á tímabilinu fyrir framhlaupið, sem kemur vel heim við það, sem vitað var fyrir, að gangur í jökli veldur einkum auknum framburði fins aurs.

Tafla 6: Skaftá, Skaftárdal, lykilar fyrir einstaka kornastærðarf. á milli hlaupa 1995–2000.

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
Sandur	Sumar	363	450	87,1	6,6	14	0,75	1730	2,01
	Vetur	193	456	46,3	11,0	14	0,75	20300	1,41
Grófmór	Sumar	363	450	87,1	7,0	14	0,88	3220	2,09
	Vetur	193	456	46,3	13,6	14	0,89	8680	1,66
Fínmór	Sumar	363	450	87,1	5,6	14	0,85	8130	1,80
	Vetur	193	456	46,3	16,4	14	0,72	811	1,90
Méla	Sumar	363	450	87,1	3,4	14	0,64	186000	1,15
	Vetur	193	456	46,3	17,9	14	0,73	453	2,02
Leir	Vetur	193	456	46,3	40,0	14	0,80	0,23	3,32

Tafla 7: Framburður svifaurs eftir kornastærðarf. í Skaftá Skaftárd. á m. hlaupa 1995–2000.

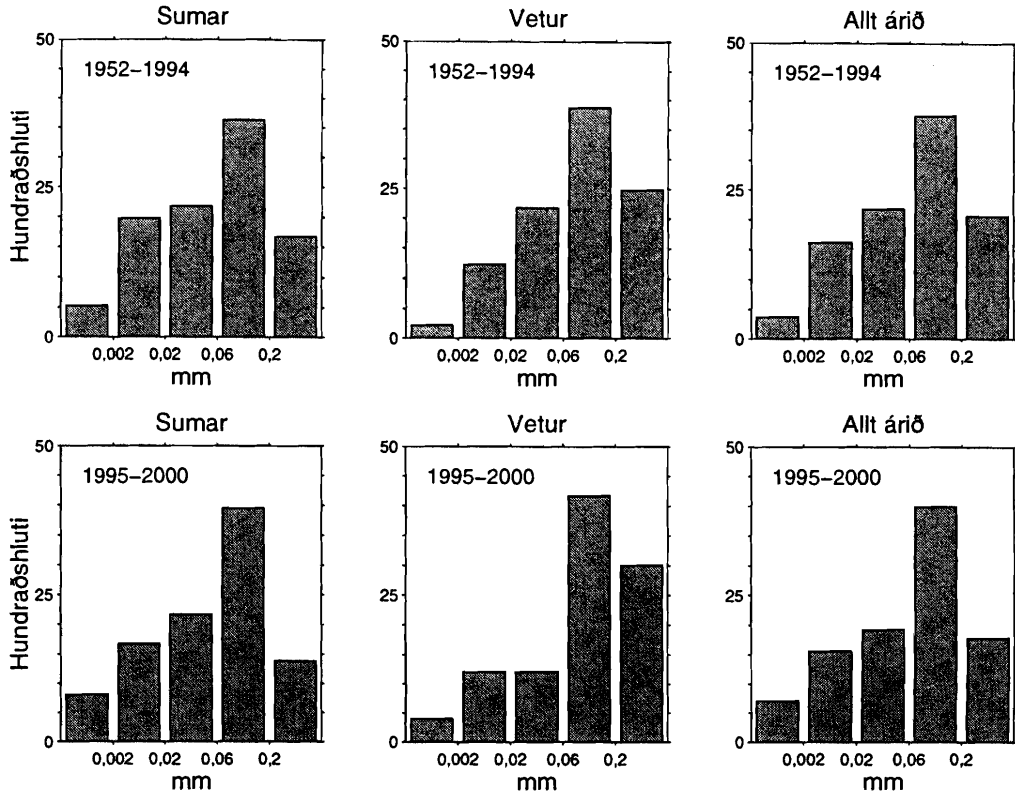
Svifaur í þúsundum tonna á ári

S1-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

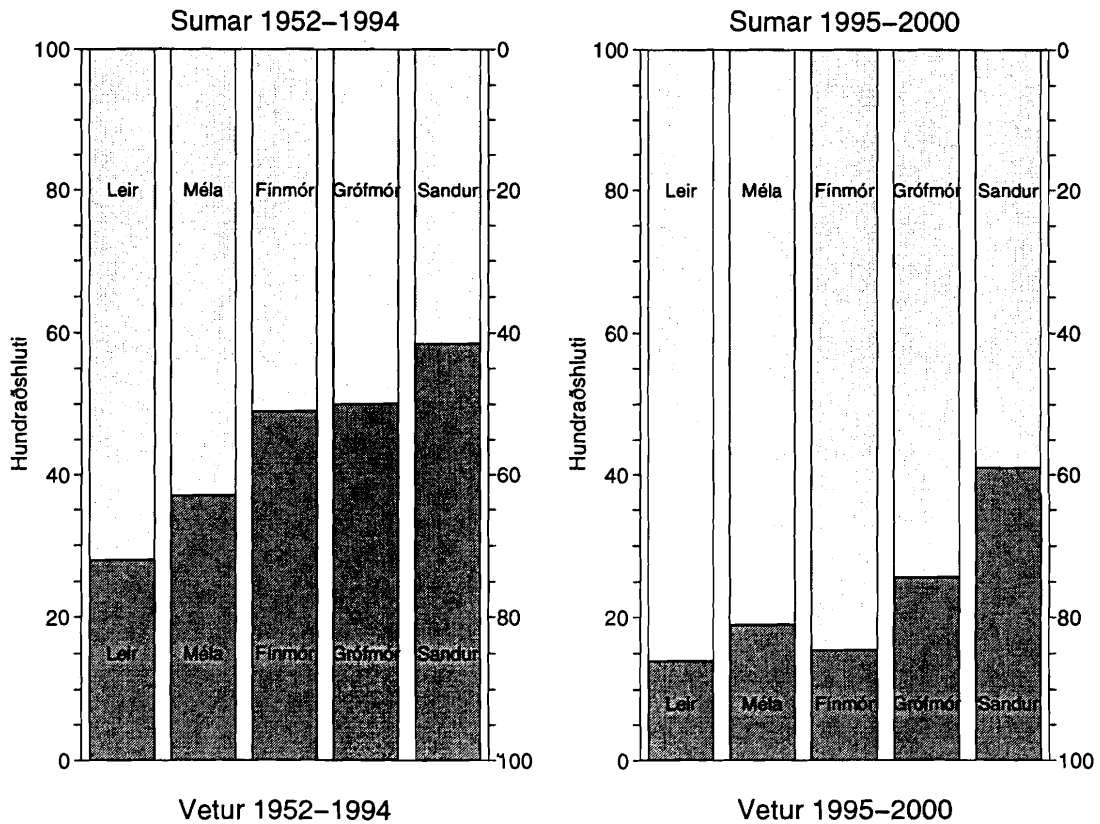
Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
		Sandur	> 0,2	386	272
Grófmór	0,06-0,2	1095	377	1472	40
Fínmór	0,02-0,06	601	110	711	19
Méla	0,002-0,02	466	110	576	16
Leir	< 0,002	224*	36	260	7
Samtals allir stærðarflokkar		2772	905	3677	100

\* Framburður leirs var reiknaður út frá heildarframburði og hundraðshluta leirs af heildarsvifaursstyrk

Súluritín á mynd 11 sýna, hvernig framburður svifaurs skiptist eftir kornastærðarflokkum, og á mynd 12 er sýnt, hvernig framburðurinn skiptist á árstíðir eftir kornastærðarflokkum. Á fyrra tímabilinu barst álíka mikið fram af aur af mókornastærð á báðum árstíðunum, meira af sandi að vetrinum og meira af leir og mélu að sumrinu. Á seinna tímabilinu var framburður aurs af öllum kornastærðarflokkum afgerandi meiri að sumrinu, sem stafar bæði af auknum framburði að sumrinu vegna framhlaupsins og minna rennsli fyrstu fjóra mánuði ársins væntanlega af veðurfarslegum ástæðum. Á báðum þessum myndum kemur fram, að meiri óregla er á dreifingu framburðar eftir kornastærð á seinna tímabilinu en því fyrra. Það gæti stafað af því, að lyklarnir fyrir framburð á seinna tímabilinu séu laðari, enda byggjast þeir á margfalt færri sýnum.



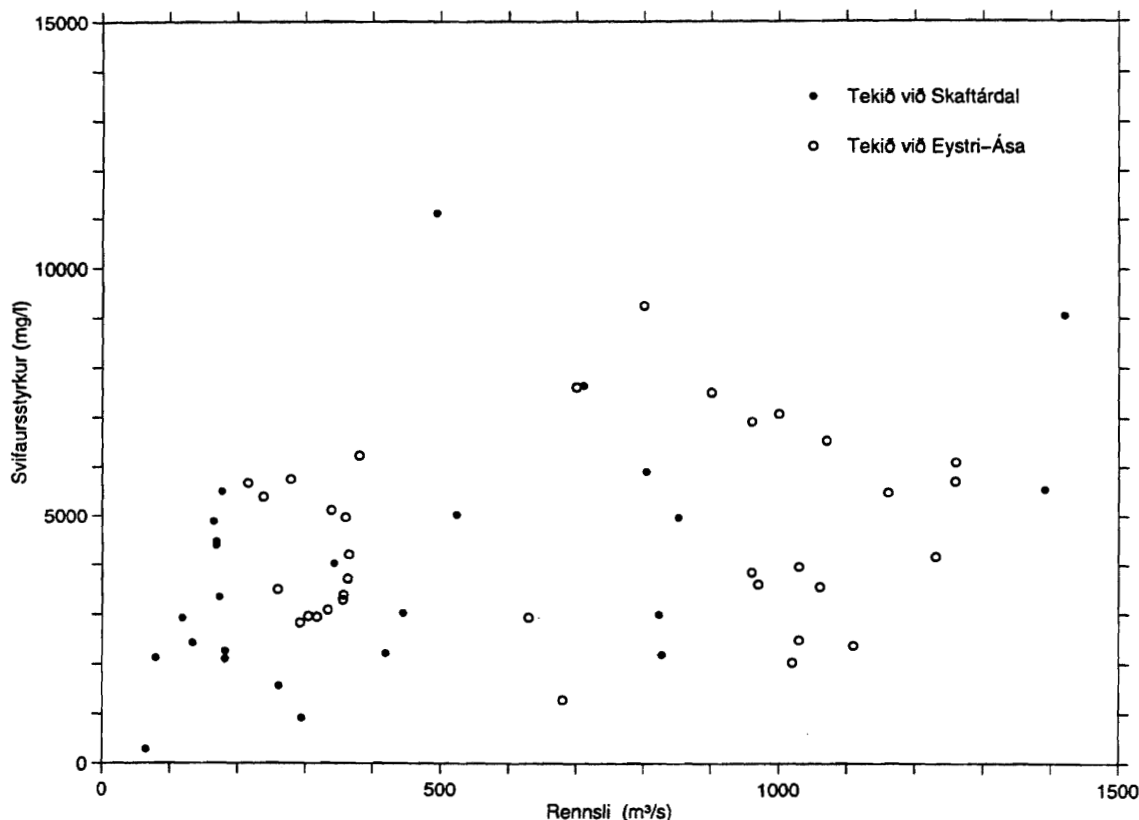
Mynd 11: Skaftá, Skaftárdal, skipting svifaurs í kornastærðarflokka 1952-2000.



Mynd 12: Skaftá, Skaftárdal, framb. svifaurs eftir árstíðum og kornastærð 1952-2000.

### 3.2 Framburður í hlaupum úr Skaftárvötnum

Við Skaftárdal hafa aðeins verið tekin 24 sýni úr hlaupum fyrir framhlaupið veturinn 1994–95. Það er fulllitið til lykklagerðar. Því var ákveðið að taka með hlaupsýni úr Ása-Eldvatni. Urðu þá sýnin alls 58. Á mynd 13 eru sýnd tengsl svifaursstyrks þeirra við rennsli. Dreifingin er mikil, enda eru hér alls konar sýni. Þau eru bæði F-sýni og allar tegundir af S-sýnum. Þó að dreifingin sé mikil, skera engin gildi sig sérstaklega mikið úr. Tengslin á þessari mynd gáfu því ekki tilefni til þess að fella út úr einhver gildi, áður en svifaurslyklar voru gerðir.



Mynd 13: Tengsl rennslis og svifaursstyrks í hlaupum við Skaftárdal og Ása 1964-94.

Gerðir voru þrjú lykklar fyrir heildarsvifaursstyrk í hlaupum, einn byggður á sýnum úr hlaupum úr báðum Skaftárvötnum og sinn lykkillinn fyrir hlaup úr hvorum katli. Lyklarnir gáfu hins vegar tilefni til þess að prófa að fella niður gildi og var niðurstaðan sú, að felld voru niður tvö gildi sitt frá hvorum katli. Í báðum tilfellum var um að ræða afbrigðilega lítinn framburð miðað við rennsli. Sýnið úr vestari katlinum var tekið í hlaupinu í janúar 1980 við rennslið 295 m<sup>3</sup>/s, þegar hlaupið var í algleymingi og virðist hafa verið tekið á eðlilegan hátt, en sker sig afar mikið úr. Sýnið úr eystri katlinum var tekið í lok hlaupsins í febrúar 1977, þegar rennsli var komið niður í 65 m<sup>3</sup>/s, en efnastyrkur gefur til kynna, að óverulegur hluti vatnsins hafi verið hlaupvatn.

Tafla 8 er yfirlit yfir helstu einkenni lykllanna, sem notaðir voru til þess að reikna heildarframburð svifaurs í hlaupum. Veldisvísar þeirra allra eru lágir, sérstaklega veldisvísir lykilsins fyrir vestari ketilinn. Fylgnin er léleg fyrir vestari ketilinn, en góð fyrir eystri ketilinn og báða katlana saman. Þess verður að geta, að af þeim 18 sýnum, sem lyk-

illinn fyrir vestari ketilinn byggist á, voru 14 tekin í sama hlaupinu, hlaupinu 1994, og voru 13 þeirra tekin úr Ása-Eldvatni. Það dregur óneitanlega úr trúverðugleika lykilsins til þess að reikna framburð í öðrum hlaupum, en við það verður að una.

Tafla 8: Skaftá, Skaftárdal, lykklar fyrir heildarsvifaur í hlaupum 1964–94.

Lyklarnir eru á forminu  $q_s = k \times Q^n$ ,  $q_s$ : svifaur (kg/s),  $k$ : fasti,  $Q$ : rennsli ( $m^3/s$ ),  $n$ : veldisvísir  
 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

Lykill gildir fyrir	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
báða katla	1420	1338	79,6	0,0	56	0,90	1120000	1,21
eystri ketil	1420	1338	79,6	0,0	38	0,90	490000	1,33
vestari ketil	365	628	165	29,1	18	0,70	16100000	0,75

Í töflu 9 er sýndur meðalframburður svifaurs á ári í hlaupum á tímabilinu 1952–94 í þúsundum tonna á ári. Framburðinum er jafnað niður á öll árin 43, jafnvel þótt engin hlaup hafi komið sum árin. Gott samræmi er á milli meðaltalsgildanna fyrir hlaupin samanlagt, 839 og 825 þúsund tonn, þegar annars vegar eru notaðir lykklar byggðir á sýnum úr hvorum katli um sig og hins vegar lykill byggður á sýnum úr báðum kötlunum. Þess má geta, að fyrri talan svarar til þess, að meðalsvifaursstyrkur þá daga, sem hlaupin eru talin hafa staðið yfir, hafi verið 4,2 g/l, ef miðað er við fyrri töluna, en 4,1 g/l, ef miðað er við þá seinni. Það er í góðu samræmi við mæliniðurstöður.

Tafla 9: Skaftá, Skaftárdal, meðalframb. á ári í hlaupum 1952–94, þúsundir tonna.

Úr eystri katli samkv. sýnum úr hlaupum úr þeim katli	539
Úr vestari katli samkv. sýnum úr hlaupum úr þeim katli	300
Úr báðum kötlum samkv. sýnum úr hlaupum úr báðum kötlum	825

Tafla 10 er yfirlit yfir hlaupin frá því að fyrst varð vart við þau árið 1955 til 2000. Þar er listi yfir tímabilin, sem hlaupin eru talin hafa staðið yfir, getið um úr hvorum katlinum þau hafa komið og niðurstöður útreikninga á framburði í hlaupum. Framburðurinn í hlaupunum fyrir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls 1995 var reiknaður fyrir öll hlaupin bæði með lykli byggðum á sýnum úr hlaupum úr þeim katli, sem við á, og lykli byggðum á sýnum úr báðum kötlunum. Að meðaltali er útkoman nánast sú sama, hvor aðferðin sem notuð er. Munurinn er þó mikill fyrir sum hlaupin úr vestari katlinum. Það stafar væntanlega af því, að hallinn á lyklinum fyrir vestari ketilinn er miklu minni en á hinum lyklunum. Einnig verður að hafa í huga, að lykillinn fyrir vestari ketilinn er aðeins byggður á 18 sýnum og 14 þeirra, sem öll voru S3-sýni, voru tekin úr einu og sama hlaupinu, hlaupinu 1994, en það dregur verulega úr trúverðugleika lykilsins til útreikninga á framburði í öðrum hlaupum, eins og áður hefur komið fram. Upplýsingar um hvort hlaupin hafa komið úr eystri eða vestari katlinum eru sóttar í skýrslu eftir Snorra Zóphóníasson og Svan Pálsson frá 1996, en þar kemur fram, að óvissa er um úr hvorum katlinum flest hlaup fyrir 1972 hafa komið og verður að hafa það í huga við lestur þessarar umfjöllunar um hlaupin.

Tafla 10: Framburður svifaurs í Skaftá við Skaftárdal í hlaupum og yfirlit yfir hlaupin.

Ár	Dagar	Ketill	Framburður (þúsundir tonna) samkvæmt	
			lykli viðkomandi ketils	lykli fyrir báða katlana
1955	2. - 14. september	E	1486	1641
1957	22. september - 1. október	E	646	752
1960	8. - 19. september	E	1577	1720
1964	4. - 12. mars	E	1430	1515
1966	25. nóvember - 3. desember	E	1194	1272
1968	1. - 15. september	V	1917	2111
1970	25. janúar - 1. febrúar	E	2348	2354
1971	13. - 28. júlí	V	1646	1645
1972	20. - 26. júlí	E	1633	1698
1973-74	27. desember - 12. janúar	V	791	472
1974-75	29. desember - 3. janúar	E	1308	1343
1975	19. september - 2. október	V	788	525
1977	6. - 13. febrúar	E	1393	1433
1977	24. ágúst - 2. september	V	1038	1025
1979	17. - 22. september	E	1516	1547
1980	8. - 21. janúar	V	897	701
1981	9. - 21. ágúst	V	1335	1296
1982	5. - 12. janúar	E	1670	1708
1983	30. september - 15. október	V	815	519
1984	19. - 24. ágúst	E	2063	2062
1986	10. - 21. júlí	V	946	782
1986	29. nóvember - 4. desember	E	1140	1173
1988	22. - 31. ágúst	V	840	744
1989	17. - 24. júlí	E	1647	1706
1990	28. október - 18. nóvember	V	1000	584
1991	9. - 17. ágúst	E	1724	1798
1992	5. - 18. september	E	389	494
1994	11. - 19. ágúst	V	885	857
Meðaltal 1952-1994			839	825
1995	25. júlí - 4. ágúst	E	Ekki var unnt að búa til svifaurslykla til þess að nota við útreikninga á framburði á þessu tímabili vegna þess hve lítið hafði verið tekið af sýnum úr hlaupum	
1995	5. - 17. október	?		
1996	9. - 17. ágúst	V		
1997	15. - 31. ágúst	E		
1998	29. ágúst - 16. september	V		
2000	5. - 17. ágúst	V		
2000	11. - 17. ágúst	E		

Skýringar: E Eystri-Skaftárketill, V Vestari-Skaftárketill, ? uppruni óviss

Gerðir voru lykklar fyrir framburð svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum í hlaupum, annars vegar fyrir hlaup úr eystri katlinum og hins vegar fyrir hlaup úr þeim vestari. Lyklarnir eru flestir lélegir, sérstaklega fyrir grófari kornastærðarflokkana. Þeir eru skárri fyrir eystri ketilinn en þann vestari. Lyklar fyrir sand og grófmó úr vestari katlinum reyndust ónothæfir.

Tafla 11 er yfirlit yfir helstu einkenni þessara lykla. Lyklarnir fyrir sand og grófmó úr vestari katlinum eru ekki teknir með, enda voru þeir ekki notaðir. Af því að lyklarnir voru ónothæfir, var framburður sands og grófmós úr þeim katli reiknaður út frá heildarframburði fyrir þann ketil, sjá töflu 9 og meðalhundraðshluta þessara kornastærð-

arfhokka af heildarsvifaurssstyrk í þeim sýnum, sem lýklarnir byggjast á. Veldisvísir lýklanna eru innan viðmánda marka og fylgni er breytileg, allt frá því að vera ágæt niður í að vera léleg.

Tafla 12 sýnir, hvernig framburður svifaus í hlápuum skiptist í kornastærðaflokkka. Lítil munur er á kornastærðardreifingu eftir kólum. Enn má minna á, að mæligögn úr hlápuum úr vestari kálinum eru bæði færr og einhæfari en gögnin um aurburð úr þeim eystri. Gera verður ráð fyrir, að framburður sands og jafnvel grófmós sé vanræknabur vegna þess, að stór hluti sýnanna, sem svifaurslýklarnir byggjast á, eru af því tagi, að í þau vantar gjarna eitthvað af grófum aur (F-sýni og S3-sýni). Þetta á við um sýni úr báðum kólunum, en eins og áður hefur komið fram, eru lýklarnir fyrir vestari kálinn byggðir á 18 sýnum, og voru 14 þeirra tekin úr hlápuum 1994, en í þeim mældist nær enginn sandur.

Tafla 11: Skafía, Skafárd, lýklar f. svifaur af einstökum kornastærðarhl. í hlápuum 1964-94.

Korna- stærð	Ketill	H. r. l.	H. dmr.	L. r. l.	F. y. h. r. l.	%	Sýna- fjöldi	Fylgni	Hlutfallissúðull	Veldisvísir
		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	L. r. l.	m <sup>3</sup> /s			R	k × 10 <sup>6</sup>	n
Sandur	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,67	227000	0,94	0,94
	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,74	888000	0,93	0,93
Grófmör	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,81	129000	1,30	1,30
	Vestari	365	628	165	31,2	18	0,66	2310000	0,86	0,86
Finnmör	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,90	33900	1,61	1,61
	Vestari	365	628	165	40,6	18	0,82	285000	1,33	1,33
Mela	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,95	9880	1,57	1,57
	Vestari	365	628	165	60,2	18	0,80	86	2,41	2,41
Leir	Eystri	1420	1338	79,6	0,0	38	0,95	9880	1,57	1,57
	Vestari	365	628	165	60,2	18	0,80	86	2,41	2,41

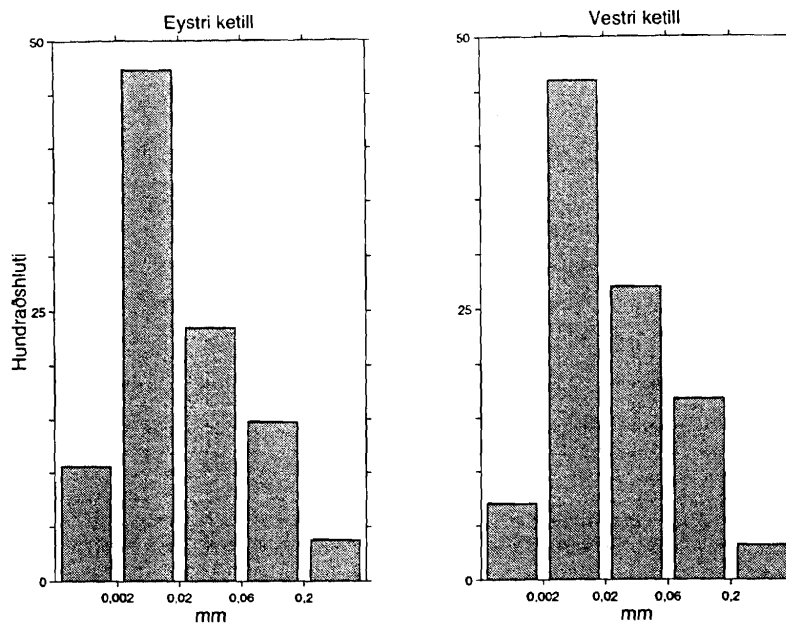
Lýklarnir eru á forminu  $q_s = k \times Q^n$ , q<sub>s</sub>: svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli (m<sup>3</sup>/s), n: veldisvísir  
H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmédalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta rennsli lykils  
F. y. h. r. l.: hundræðshluti framburðar yfir hæsta rennsli lykils

Svifaurframburður í þúsundum tónna á ári

Kornastærð	Mörk mm	Framburður %	Vestri ketill	Framburður %
Sandur	> 0,2	19	4	9*
Grófmör	0,06-0,2	74	15	48*
Finnmör	0,02-0,06	117	23	77
Mela	0,002-0,02	236	47	131
Leir	< 0,002	53	11	20
Samtals allir stærðarflokkar		499	100	285
			100	100

\* Gildin voru reiknuð úr frá heildarframburði og hundræðshluta sands og grófmós af heildarsvifaurssstyrk

Á mynd 14 er sýnt, hvernig framburður í hlápuum fyrir framhlápu Skafár- og Tungnarjökuls 1995 skiptist í kornastærðarflokkka. Skiptingin er mjög frábrugðin skiptingunni utan hlápu á sama tímabili, sjá mynd 11. Þá var grófmör aðalkornastærðarflokkurinn með helmingurinn af framburðinum.



Mynd 14: Skaftá, Skaftárdal, skipting svifaurs í kornastærðarflokka í hlaupum 1952–94.

Á tímabilinu 1995–2000 hafa komið sjö hlaup í Skaftá. Þrjú komu úr eystri katlinum, hlaupin í júlí–ágúst 1995, ágúst 1997 og um miðjan ágúst 2000. Þrjú komu úr vestari katlinum, í ágúst 1996, ágúst–september 1998 og í byrjun ágúst 2000. Auk þeirra kom lítið hlaup af óljósum uppruna í október 1995. Úr þessu síðasttalda hlaupi voru engin sýni tekin, og þar sem það var mjög lítið, er ekki reynt að meta framburð í því. Úr Skaftá við Skaftárdal eða úr Ása-Eldvatni er of lítið til af mæligildum á svifaur úr þessum hlaupum til þess að hægt sé að búa til svifaurslykla, en leitast er við að meta framburðinn í þeim með því reikna eða áætla framburðinn dag fyrir dag út frá mæligildum sýna, sem tekin voru í viðkomandi hlaupi. Þetta er sú aðferð, sem notuð var til að reikna framburð í hlaupinu 1991 við Sveinstind og í hlaupunum 1994, 1995 og 1996 á nokkrum stöðum, (Svanur Pálsson og Snorri Zóphóníasson 1992 og Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996). Þetta ætti ekki að vera síðri aðferð til þess að reikna út framburð en að nota svifaurslykla að því tilskyldu, að sýnin séu nægilega mörg og vel dreifð á hlauptímann, en á því vill gjarna verða misbrestur.

Ekki voru tekin sýni úr Skaftá við Skaftárdal eða úr Ása-Eldvatni í hlaupinu 1995, en hins vegar voru tekin sýni við Sveinstind og reiknaðist heildarframburður svifaurs þar 4,3 milljónir tonna, sjá fyrrnefnda skýrslu frá 1996. Hér er giskað á, að framburður við Skaftárdal hafi verið um 4 milljónir tonna. Úr hlaupinu 1996 voru tekin sýni við Eldvatnsbrú. Þau voru svo illa dreifð á hlauptímann, að ekki var talið réttlæt看legt að reikna framburðinn dag fyrir dag, en giskað var á, að hann hafi verið af stærðargráðunni 0,8–1 milljón tonn, sbr. sömu skýrslu. Gera verður ráð fyrir, að framburðurinn hafi verið talsvert meiri við Skaftárdal, 1–1,3 milljónir tonna. Í hlaupinu 1997 voru tekin sex sýni við Eldvatnsbrú og eru þau frá þremur dögum. Eins og 1996 er það of lítið til þess hægt sé að reikna framburð dag fyrir dag af viðunandi nákvæmni. Það var þó gert hér, sjá töflu 13. Líta verður svo á, að niðurstaðan gefi aðeins grófa hugmynd um framburðinn, þ. e. að hann hafi verið af stærðargráðunni 3 milljónir tonna. Gengið er út frá meðalrennsli sólarhrings við Skaftárdal, svifaursstyrk í sýnum teknum 18., 19. og 27. ágúst úr Ása-Eldvatni og ágiskunum svifaursstyrk aðra hlaupdaga.



Tafla 13: Skaftá, Skaftárdal, framburður svifaurs í hlaupinu 1997.

Dagur	Meðalrennsli m <sup>3</sup> /s	Meðalframburður tonn/sek	Framburður á sólarhring þúsundir tonna
1997.08.15	239	0,7*	60*
1997.08.16	500	4,0*	346*
1997.08.17	673	5,5*	475*
1997.08.18	652	5,2	448
1997.08.19	515	3,7	320
1997.08.20	422	2,8*	242*
1997.08.21	402	2,5*	216*
1997.08.22	314	1,5*	130*
1997.08.23	271	0,9*	78*
1997.08.24	261	0,9*	78*
1997.08.25	335	1,4*	121*
1997.08.26	328	1,4*	121*
1997.08.27	303	1,3	114
1997.08.28	285	1,0*	86*
1997.08.29	271	0,9*	78*
1997.08.30	264	0,8*	69*
1997.08.31	254	0,7*	60*
<b>Heildarframburður</b>			<b>3 042*</b>

\* Byggt á ágiskudum svifaursstyrk

Um framburð í hlaupunum 1998 og 2000 eru gögnin ennþá fátæklegri. Ekkert sýni var tekið úr neinu þeirra við Skaftárdal. Eitt sýni var tekið úr hlaupinu 1998 við Sveinstind og fjögur voru tekin úr hlaupunum 2000 í Ása-Eldvatni, en þrjú þeirra voru tekin sama daginn. Ljóst er, að þetta er alsendis ónógur efniviður til útreikninga á framburði.

### 3.3 Samantekt um framburð svifaurs við Skaftárdal

Rennsli í Skaftá er töluvert breytilegt frá ári til árs. Rennslið var meira á 6. áratugnum en síðar varð. Árin 1953 og 1959 skera sig áberandi úr vegna mikils rennslis. Það, að rennslið fór að minnka upp úr 1960, stafar sennilega af kaldara veðurfari og þar af leiðandi minni jökulleysingu. Eftir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls 1995 jókst rennslið nokkuð. Breytileiki eftir mánuðum er tiltölulega lítill, vegna þess að lindavatsþátturinn er mikill. Rennslið er tiltölulega jafnt í mánuðunum október–apríl, en í maí eykst rennslið vegna snjóleysingar og síðan tekur jökulleysingin við og hámarkið verður í ágúst. Hlaup úr Skaftárkötlum hafa einhver áhrif á mánaðadreifinguna, en þau hafa tilhneigingu til að koma oftast í ágúst eða september en í öðrum mánuðum, sjá töflu 10.

Niðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs eru dregnar saman í töflu 14. Byggt er á árstíðalyklum og lyklum fyrir framburð í hlaupum úr hvorum Skaftárkatli um sig. Meðalframburður á ári í hlaupum og milli hlaupa á tímabilinu 1952–94, þ. e. fyrir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls, reiknast 4,2 milljónir tonna á ári, þar af eru 0,8 milljónir tonna eða 19% í hlaupum. Á tímabilinu um og eftir framhlaupið, þ. e. árin 1995–2000, reiknast framburðurinn 6,6 milljónir tonna á ári, þar af eru áætlaðar 2,7

milljónir eða um 40% í hlaupum. Leggja verður ríka áherslu á, að þær tölur, sem hér eru settar fram um framburð í hlaupum á seinna tímabilinu, eru afar ónákvæmar, svo ónákvæmar, að umdeilanlegt er, hvort yfirleitt eigi að setja þær fram. Engin sýni voru tekin við Skaftárdal í hlaupinu 1995, svo að hér er notast við niðurstöður útreikninga á framburði í því hlaupi við Sveinstind. Framburður í hlaupunum 1996 og 1997 er byggður á örfáum og illa dreifðum sýnum teknum úr Ása-Eldvatni, þar sem giskað var á svifaursstyrk flesta hlaupdagana. Úr hlaupunum, sem komið hafa eftir það, þ. e. 1998 og 2000 voru ekki tekin nein sýni, sem koma að gagni við útreikninga á framburði. Tölurnar um framburð í hlaupum á seinna tímabilinu eru byggðar á framburði í fyrstu þremur hlaupunum og eiga raunar við meðalframburð í hlaupum á árunum 1995–97.

Meðal þess sem lesa má úr þessari töflu með sæmilegu öryggi er það, að framburður utan hlaupa að sumarlagi jókst mikið eftir framhlaup jökulsins, enda er sumarið hér skilgreint sem sá árstími, sem áhrifa jökulleysingar gætir. Framburður að vetrarlagi var hins vegar minni en á tímabilinu fyrir framhlaupið, enda var meðalrennslið að vetrinum minna á seinna tímabilinu. Þó að mikil óvissa sé í útreikningum á framburði í hlaupum, má telja fullvíst, að framburður í hlaupum hafi verið miklu meiri eftir framhlaupið en áður var.

Tafla 14: Skaftá, Skaftárdal, meginniðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs.

Svifaursframburður í milljónum tonna á ári	
<b>Tímabilið 1952 - 1994</b>	
Í júlí - september	1,8
Í október - júní	1,6
Að meðaltali á ári án hlaupa	3,4
Úr hlaupum úr eystri katli	0,5
Úr hlaupum úr vestari katli	0,3
Að meðaltali á ári í hlaupum	0,8
<b>Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa</b>	<b>4,2</b>
<b>Tímabilið 1995 - 2000</b>	
Í júlí - september	2,8
Í október - júní	1,1
Að meðaltali á ári án hlaupa	3,9
Úr hlaupum úr eystri katli	2,3*
Úr hlaupum úr vestari katli	0,4*
Að meðaltali á ári í hlaupum	2,7*
<b>Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa</b>	<b>6,6*</b>

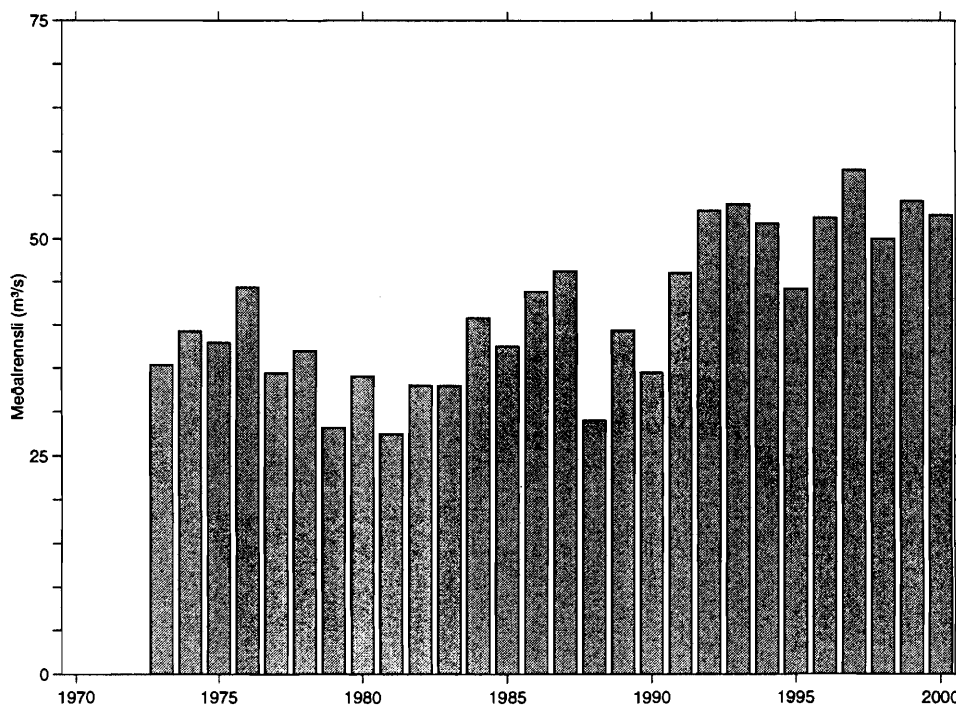
\* Framburður í hlaupum á seinna tímabilinu er áætlaður meðalframburður í hlaupum 1995-97

Után hlaupa var grófmór (0,06–0,2 mm) aðalkornastærðarflokkur svifaursins eða meira en þriðjungur hans. Í hlaupum er aðalkornastærðarflokkurinn mæla (0,002–0,02 mm) eða nærri helmingur framburðarins. Framburður í hlaupum er umtalsvert fínni en á milli hlaupa.

## 4 Framburður Skaftár við Kirkjubæjarklaustur

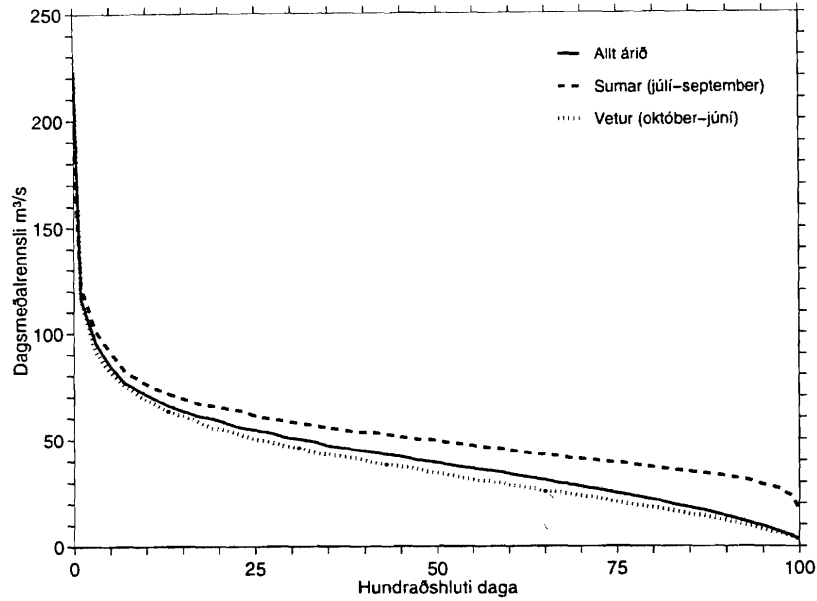
Skammt fyrir neðan Skaftárdal skiptist Skaftá í tvennt. Annar hlutinn, sá sem heldur Skaftárnafninu, rennur milli hrauns og hlíða austur með Síðufjöllum, en rétt fyrir austan Kirkjubæjarklaustur sveigir áin í átt til sjávar um sandana austan við Landbrot. Miðað við meðalrennsli árána 1973–2000 var rennslið við Kirkjubæjarklaustur 40% af rennslinu við Skaftárdal. Hinn hlutinn fellur stystu leið til sjávar á mótum austurjaðars Skaftártungu og Eldhrauns og kallast Ása-Eldvatn (mynd 1). Það sameinast síðan Tungufljóti, Hólmsá og Skálm, sem sameinaðar bera nafnið Kúðafjót og falla til sjávar á milli Álftavers og Meðallands. Mælingar á rennsli í vhm328 við Eystri-Ása ná yfir mjög skamman tíma og eru slitróttar, en meðalrennslið þar virðist vera nálægt 60% af meðalrennslinu við Skaftárdal.

Samfelld gögn um dagsmeðalrennsli í vhm183 í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur ná frá 23. júlí 1972 fram á árið 2001. Rennslislyklar hafa nýlega verið endurskoðaðir (Jón Sigurður Þórarinnsson 2001). Hér er framburður reiknaður fyrir árin 1973–2000, alls 28 ár. Mynd 15 sýnir meðalrennsli einstakra ára og er rennsli í hlaupum meðtalið. Sé myndin borin saman við mynd 3, sést, að rennslið hér tók að aukast í byrjun 10. áratugarins, en jókst ekki við framhlaupið 1995 ólíkt því, sem átti sér stað við Skaftárdal. Það má skýra með breytingum á rennsli Árkvísla í Eldhrauni af manna völdum o. fl., sjá Snorri Zóphóníasson 1997 og 1998.

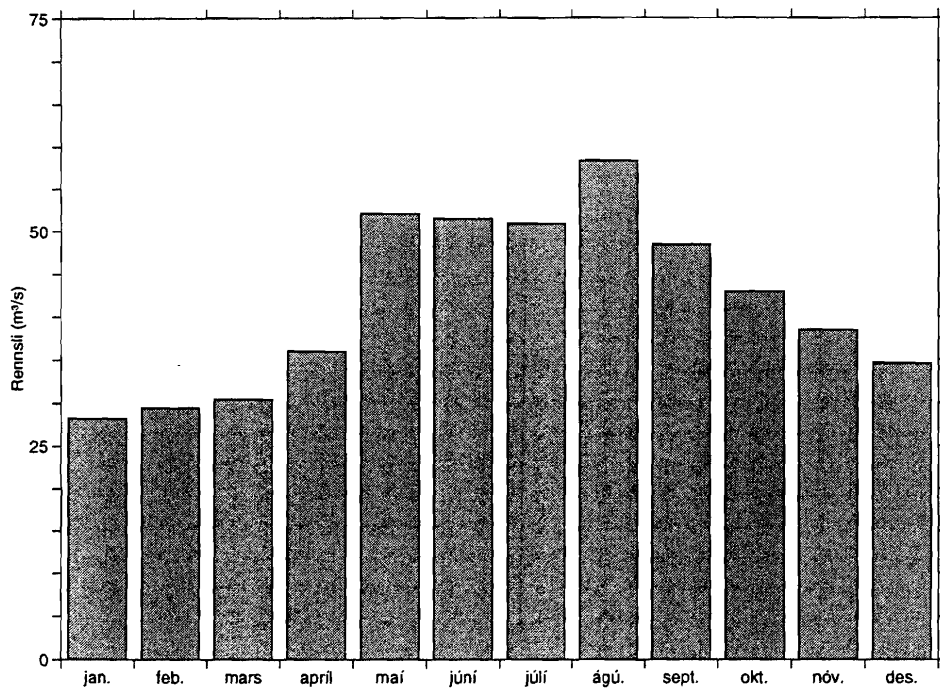


Mynd 15: Meðalrennsli einstakra ára í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000.

Mynd 16 sýnir langæi rennsli í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur á sama tímabili. Hlaupin eru meðtalin, enda gætir þeirra miklu minna hér en við Skaftárdal, hlaupin leita miklu meira í Ása-Eldvatn en í þann hluta Skaftár, sem rennur austur með Síðunni. Rétt er að benda á, að kvarðinn á Y-ásnum er annar en á mynd 4, sem sýnir langæi rennsli við Skaftárdal.



Mynd 16: Langæi rennsli í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000 hlaup meðtalin.



Mynd 17: Mánaðarmeðalrennsli í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1973-2000.

Mynd 17 sýnir mánaðarmeðalrennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur á sama tímabili. Myndin er lík mynd 5, en aðalmunurinn er sá, að rennslið minnkar tiltölulega meira hér í janúar og febrúar en við Skaftárdal og áhrifa vorleysinga gætir fyrr hér en þar. Áhrifa jökulleysingar gætir minna hér en við Skaftárdal.

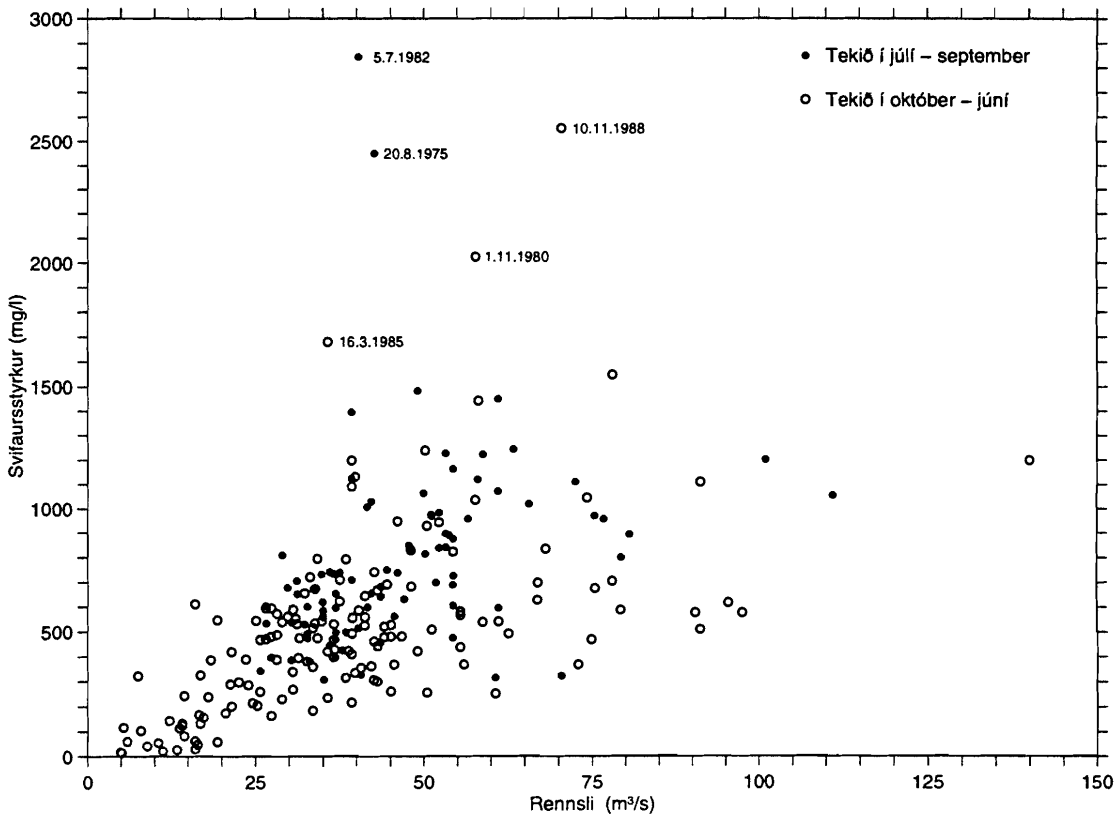
Fyrstu svifaursýnin úr Skaftá við Kirkjubæjarklaustur voru tekin í hlaupinu 1964. Það voru F-sýni, en alls hafa verið tekin fjögur F-sýni við Kirkjubæjarklaustur. Fyrsta

S-sýnið var tekið 1967 og voru þrjú S-sýni, allt S1, tekin þar fyrir 1972, en það ár hófst sýnataka þar fyrir alvöru. Frá því að sýnataka hófst til ársloka 1999 voru tekin 289 svifaursýni úr Skaftá við Kirkjubæjarklaustur. Við gerð svifaurslykla var sleppt öllum F-sýnum og S3-sýnum og sýnum, þar sem líkur voru á, að sýnaflöskur hefðu yfirfyllst.

Eins og við Skaftárdal eru hlaupdagarnir teknir út úr og framburður reiknaður annars vegar fyrir tímabilin á milli hlaupa og hins vegar fyrir hlaupdagana. Skrá yfir hlaupin er í töflu 10 hér að framan í kaflanum um framburð við Skaftárdal. Fyrst verður fjallað um framburð á milli hlaupa.

#### 4.1 Framburður á milli hlaupa úr Skaftárkötlum

Eins og áður hefur komið fram, hlupu Skaftár- Tungnárjökull fram veturinn 1994–95. Því voru, eins og áður hefur verið lýst varðandi framburð við Skaftárdal, gerðir svifaurslyklar byggðir á sýnum, sem tekin voru áður en framhlaupið hófst og þeir notaðir við útreikninga á framburði fyrir framhlaupið, þ. e. fyrir árin 1973–94. Aðrir lyklar voru gerðir úr mæligildum sýna frá árunum 1995–2000 og voru þeir notaðir til þess að reikna framburðinn þau ár.



Mynd 18: Tengsl rennslis og svifaursstyrks í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur 1967–94.

Þegar hlaupsýni höfðu verið tekin út úr svo og sýni, sem ekki uppfylltu þær gæðakröfur, sem gerðar voru og lýst var hér frammar, voru eftir 236 sýni frá árunum 1967–94. Á mynd 18 eru sýnd tengsl svifaursstyrks þeirra við rennslis. Eins og við Skaftárdal er dreifingin mikil. Gildin, sem lengst víkja frá öðrum, eru auðkennd með dagsetningum

og var leitað skýringa á frávikum þeirra. Ekkert fannst tortryggilegt nema við gildið frá 16. 3. 1985. Þá rann áin aðeins undir annarri brúnni og sýnatökumenn skrifuðu þá athugasemd á sýnatökublað, að áin væri að róta upp sandeyri. Ákveðið var fella þetta gildi niður, þegar svifaurslyklarnir voru gerðir, svo að þeir eru byggðir á 235 sýnum.

Frá árunum 1995–2000 eru til mæligildi 24 sýna. Eitt var tekið í hlaupi, svo að því var sleppt hér. Hin 23 voru notuð til lykklagerðar.

Í töflu 15 er yfirlit yfir helstu einkenni lykllanna. Enginn lykll hefur tortryggilega háan veldisvísi, svo að ekki á að vera hætta á að framburður reiknist óeðlilega hár við hátt rennsli, en brýnt er að vera á verði gagnvart þeim skekkjuvaldi, sérstaklega þegar skortir sýni tekin við hátt rennsli. Fylgnin mætti vera betri, sérstaklega eftir framhlaupið, enda er þá minni breytileiki í rennsli, þegar sýni voru tekin. Einnig er fylgnin lélegri á seinna tímabilinu vegna þess, að aurstyrkurinn miðað við rennsli hefur vafalaust verið að breytast á tímabilinu. Hann hefur verið hæstur á meðan framhlaupið stóð yfir og fyrst á eftir, en farið síðan minnkandi. Sýnin frá seinna tímabilinu eru líka heldur fá. Það eykur trúverðugleika reikninganna, að mjög lágur hundraðshluti framburðarins er við dagsmeðalrennsli, sem er hærra en hæsta rennsli lykils nema að vetrinum á seinna tímabilinu.

Tafla 15: Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykklar fyrir heildarsvifaur á milli hlaupa 1967–2000.

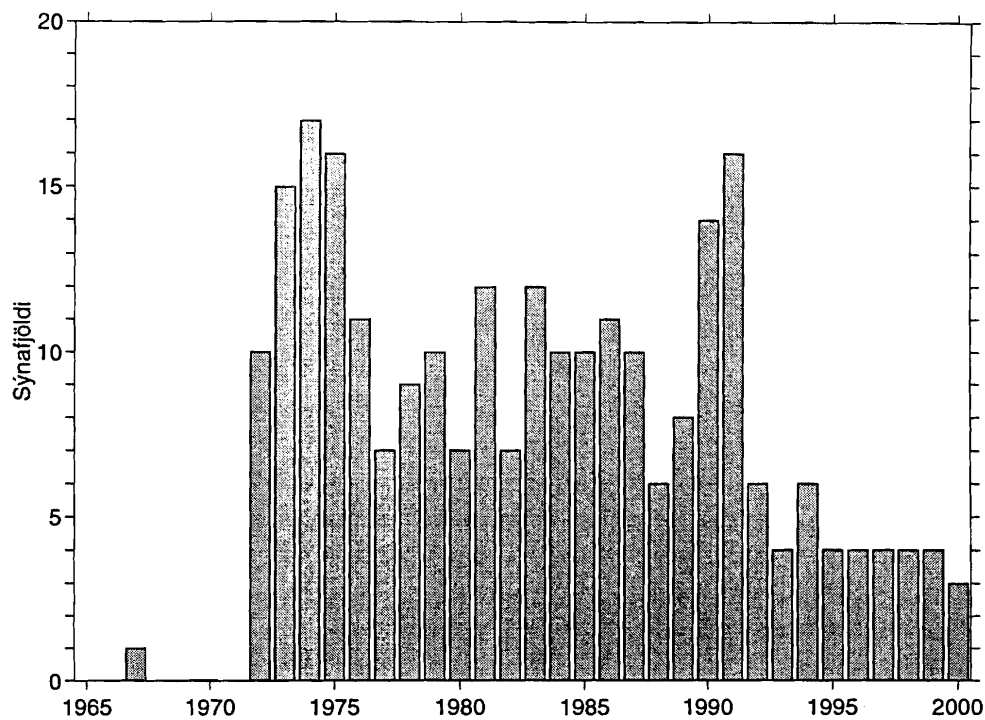
Lyklarnir eru á forminu  $q_s = k \times Q^n$ ,  $q_s$ : svifaur (kg/s), k: fasti, Q: rennsli ( $m^3/s$ ), n: veldisvísir  
 Sumar er hér skilgreint sem júlí - september, vetur sem október - júní  
 H. r. l.: hæsta rennsli lykils, H. dmr.: hæsta dagsmeðalrennsli á gildistíma lykils, L. r. l.: lægsta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

Tímabil	Árstíð	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
1967-1994	Sumar	111	147	26,6	1,4	88	0,79	68100	1,62
	Vetur	140	223	4,97	3,9	147	0,91	7570	2,11
	Allt árið	140	223	4,97	3,1	235	0,90	7960	2,13
1995-2000	Sumar	115	135	46,1	5,3	11	0,80	355000	1,36
	Vetur	79,3	181	19,4	21,6	12	0,77	103000	1,53
	Allt árið	115	181	19,4	6,5	23	0,82	45100	1,80

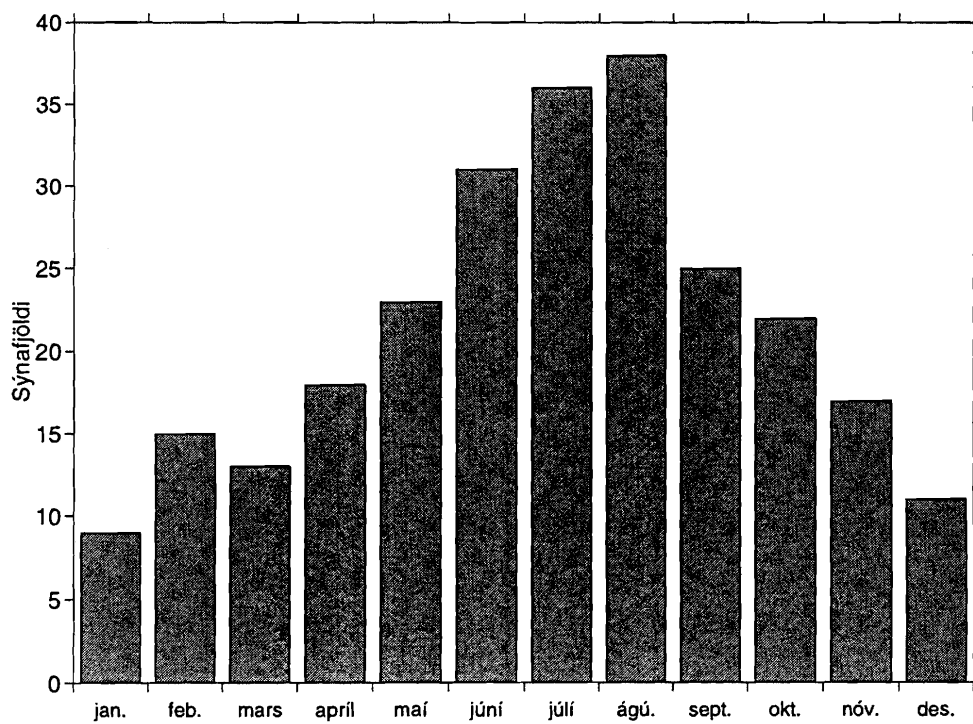
Mynd 19 sýnir, hvernig sýnin, sem notuð voru við lykklagerð, dreifast á ár. Sýni voru aðallega tekin framan af tímabilinu og 1990–91. Eftir að framhlaupið varð í Skaftár- og Tungnárjökli, veturinn 1994–95, hefur sýnataka verið lítil, en það dregur úr áreiðanleika svifaurslyklanna fyrir tímabilið eftir framhlaupið.

Mynd 20 sýnir dreifingu sýnanna á mánuði. Dreifingin er svipuð og við Skaftárdal, mest hefur verið tekið um hásumarið, sérstaklega í ágúst, en við Skaftárdal hefur mest verið tekið í júlí, mynd 8.

Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs frá ári til árs eru sýndar í töflu 16 og á mynd 21. Með því að bera saman myndir 15 og 21 má greinilega sjá, að breytingar í framburði fylgja breytingum á rennsli, eins eðlilegt er. Athyglivert er, að rennsli og þar með framburður jókst umtalsvert strax eftir 1990, en þess verður ekki vart við Skaftárdal fyrr en eftir framhlaupið. Hér varð aftur á móti minnkun í rennsli 1995, fyrsta árið eftir framhlaupið, sem ekki á sér hliðstæðu við Skaftárdal.



Mynd 19: Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á ár milli hlaupa 1967–2000.



Mynd 20: Dreifing sýna notaðra við lyklagerð á mánuði milli hlaupa 1967–2000.

Tafla 16: Framburður svifaurs í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa 1973–2000.

S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

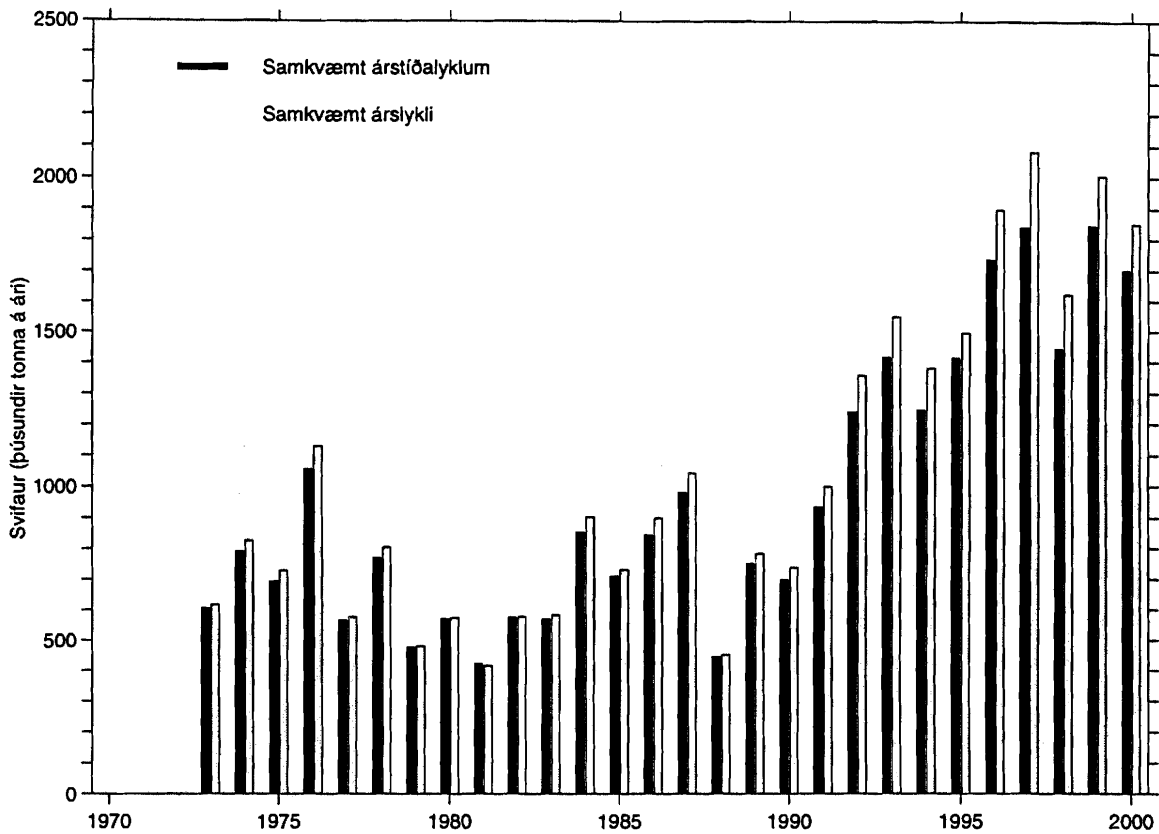
Ár	Meðalrennsli		Svifaur í þúsundum tonna á ári samkvæmt			
	Hlaup meðtalin m <sup>3</sup> /s	Hlaupum sleppt m <sup>3</sup> /s	sumar- lykli	vetrar- lykli	sumar + vetur	árs- lykli
1973	35,4	35,1	220	387	607	617
1974	39,2	37,7	232	560	792	827
1975	37,9	35,6	252	442	694	728
1976	44,3	44,3	329	727	1056	1130
1977	34,4	32,1	257	310	567	577
1978	37,0	37,0	246	525	771	805
1979	28,0	27,3	189	288	477	481
1980	34,1	32,2	228	344	572	574
1981	27,6	25,5	195	228	423	416
1982	33,1	32,4	236	340	576	578
1983	33,0	31,3	168	402	570	583
1984	40,8	39,4	332	522	854	903
1985	37,5	37,5	241	469	710	730
1986	43,9	40,4	232	613	845	899
1987	46,3	46,3	264	717	981	1043
1988	29,0	27,6	184	262	446	452
1989	39,3	37,6	286	465	751	783
1990	34,5	32,1	354	344	698	737
1991	46,0	43,7	367	568	935	1000
1992	53,2	51,0	303	938	1241	1358
1993	54,0	54,0	418	1000	1418	1549
1994	51,8	49,7	433	813	1246	1380
Meðalt. 1973-1994	39,1	37,7	271	512	783	825
1995	44,2	39,5	775	639	1414	1495
1996	52,5	50,1	805	931	1736	1897
1997	57,9	52,4	791	1050	1841	2083
1998	50,0	44,7	524	920	1444	1622
1999	54,4	54,4	798	1048	1846	2006
2000	52,8	49,0	792	909	1701	1851
Meðalt. 1995-2000	52,0	48,4	748	916	1664	1826

Árslyklar gefa meiri framburð en árstíðalyklar, en munurinn er minni hér en við Skaftárdal sérstaklega á fyrri hluta tímans, enda er hlutur vetrarsýna meiri í árslyklinum hér en þar, þ. e. a. s. á tímabilinu fyrir framhlaupið í Skaftár- og Tungnárjökli. Framburður ársins hefur tilhneigingu til þess að reiknast meiri með árslykli en árstíðalykli, þegar vetrarsýnin, sem árslykillinn byggist á, eru of fá miðað við sumarsýnin til þess að hlutfall þeirra sé sambærilegt við hlutfall heildarrennslis vetrarmánaðanna af ársrennslinu. Almenna reglan er sú að treysta betur þeim niðurstöðum, sem árstíðalyklarnir gefa. Á tímabilinu eftir framhlaupið eru vetrarsýni hlutfallslega of fá bæði við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur. Munurinn á framburði hér eftir því hvort notaðir eru árslyklar eða árstíðalyklar er mjög óverulegur, 5% fyrir framhlaupið, en 10% eftir það.

Á tímabilinu 1973–94 reiknast framburður svifaurs við Kirkjubæjarklaustur um 30% af framburðinum við Skaftárdal. Á sama tíma var rennslið við Kirkjubæjarklaustur 34% af rennslinu við Skaftárdal. Á tímabilinu 1995–2000 var framburður við Kirkju-



bæjarklaustur um 44% af framburðinum við Skaftárdal, en rennslið við Kirkjubæjarklaustur var á sama tíma 46% af rennslinu við Skaftárdal.



Mynd 21: Framburður svifaurs í Skaftá við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa 1973–2000.

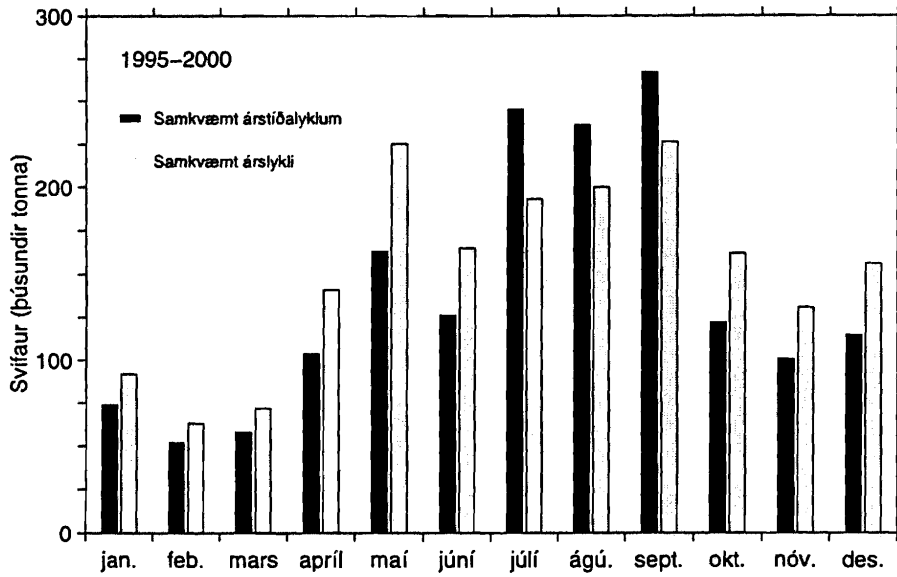
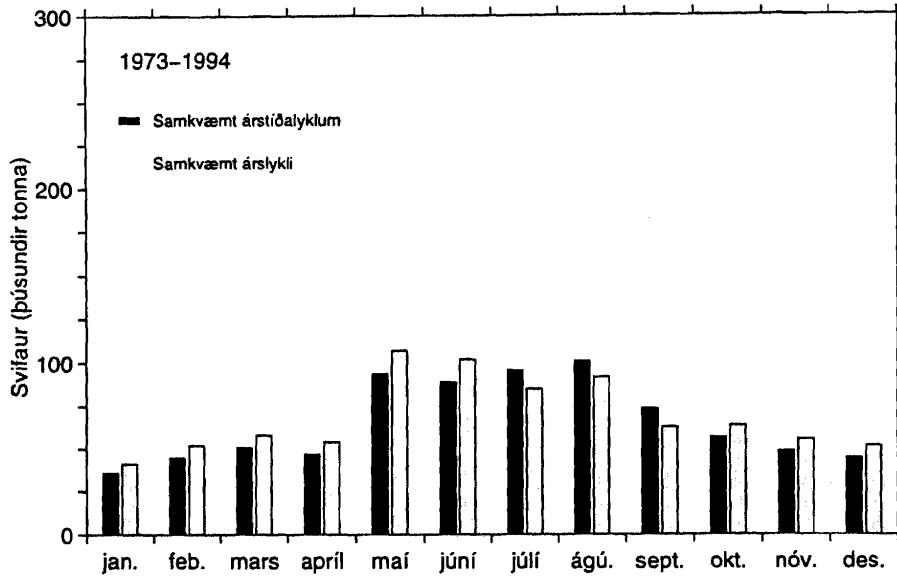
Á mynd 22 er sýnt, hvernig framburður dreifist á einstaka mánuði bæði fyrir og eftir framhlaupið. Fyrir framhlaupið dreifðist framburðurinn tiltölulega jafnt á mánuði og litlu munar, hvort notaður er árslykill eða árstíðalyklar. Eftir framhlaupið er framburður meiri í öllum mánuðum. Miklu meiri munur er á framburði eftir mánuðum og meiru munar, hvort notaður er árslykill eða árstíðalyklar.

Gerðir voru svifaurslyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka, annars vegar um framburð fyrir framhlaupið 1995 og hins vegar yfir árin 1995–99, þegar áhrifa framhlaupsins gætti. Þetta eru árstíðalyklar byggðir á sömu sýnum og lyklarnir fyrir heildarframburð.

Í töflu 17 er yfirlit yfir helstu einkenni lyklanna fyrir fyrra tímabilið. Lyklarnir eru mjög mistrúverðugir. Fylgnin er allt frá því að vera ágæt niður í að vera mjög léleg. Veldisvísar eru aldrei tortryggilega háir, svo að framburður ætti ekki að reiknast alltof hár við hátt rennsli af þeim sökum. Það eykur trúverðugleika reikninganna, að mjög lágur hundradshluti framburðar er við dagsmeðalrennsli, sem er hærra en hæsta rennsli lykils.

Niðurstöður útreikninga á framburði svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum á árunum 1973–94 eru settar fram í töflu 18. Samanlagður framburður er 4% minni en meðalframburður samkvæmt árstíðalyklum í töflu 16, sem verður að teljast óverulegur

munur. Meira en helmingur svifaursins (57%) er af mókornastærð, sem er svipað og við Skaftárdal.



Mynd 22: Framburður svifaurs við Kirkjubæjarklaustur á milli hlaupa eftir mánuðum.

Tafla 17: Skaftá, Kirkjubæjarkl., lykklar fyrir einstaka kornastærðarfl. milli hl. 1967–94.

Lyklamir 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
Sandur	Sumar	111	147	26,6	1,0	88	0,49	60500	1,24
	Vetur	140	223	4,97	3,2	147	0,83	4750	1,93
Grófmór	Sumar	111	147	26,6	1,6	88	0,79	12800	1,76
	Vetur	140	223	4,97	5,2	147	0,90	1080	2,38
Fínmór	Sumar	111	147	26,6	1,7	88	0,66	4830	1,84
	Vetur	140	223	4,97	5,5	147	0,90	259	2,44
Méla	Sumar	111	147	26,6	1,6	88	0,65	6080	1,80
	Vetur	140	223	4,97	4,3	147	0,89	496	2,20
Leir	Sumar	111	147	26,6	2,0	88	0,58	599	2,02
	Vetur	140	223	4,97	3,4	147	0,77	148	1,99

Tafla 18: Framburður svifaurs eftir kornastærðarfl. í Skaftá Kirkjubkl. á m. hlaupa 1973–94.

Svifaur í þúsundum tonna á ári  
 S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
		Sandur	> 0,2	54	154
Grófmór	0,06-0,2	89	224	313	42
Fínmór	0,02-0,06	46	69	115	15
Méla	0,002-0,02	49	49	98	13
Leir	< 0,002	12	6	18	2
Samtals allir stærðarflokkar		250	502	752	100

Í töflu 19 er yfirlit yfir helstu einkenni lykllanna, sem notaðir voru fyrir seinna tímabilið. Líkt og fyrir fyrra tímabilið eru þessir lykklar mistrúverðugir, en þó jafnlélegri en hinir. Ekki bætir úr skák, að þeir eru byggðir á fáum sýnum, sem dreifast á þrengra rennslisbil en sýnin frá fyrra tímabilinu. Þar af leiðandi er allmikill hluti framburðarins við hærri dagsmeðalrennsli en hæsta rennsli lykilsins. Lykillinn, sem gerður var fyrir framburð sands að sumarlagi var ónothæfur. Framburður sands að sumarlagi var því reiknaður út frá heildarframburði, sjá töflu 16, og meðalhundraðshluta aurs af sandkornastærð í sýnunum, sem sumarlyklarnir eru byggðir á.

Tafla 20 sýnir niðurstöður útreikninga á svifaursframburði af einstökum kornastærðarflokkum á tímabilinu 1995–99. Samanlagður framburður reiknast 8% minni en heildarframburður reiknaður með árstíðalyklum (tafla 16). Eins og við Skaftárdal er framburðurinn heldur fínkornaðri en á fyrra tímabilinu, en það er í góðu samræmi við það, sem við er að búast, því að vitað er, að framburður fíns aurs eykst verulega, þegar gangur er í jökli. Hundraðshluti aurs af mókornastærð er nánast hinn sami á fyrra og seinna tímabilinu eins og við Skaftárdal.

Tafla 19: Skaftá, Kirkjubæjarkl., lykklar fyrir einstaka kornastærðarfl. milli hl. 1995-99.

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
Sandur	Vetur	79,3	181	19,4	14,5	12	0,56	390000	0,89
	Sumar	115	135	46,1	4,8	11	0,59	220000	1,20
Grófmór	Vetur	79,3	181	19,4	22,6	12	0,70	28900	1,61
	Sumar	115	135	46,1	6,6	11	0,73	14200	1,77
Fínmór	Vetur	79,3	181	19,4	10,5	12	0,61	7510	1,59
	Sumar	115	135	46,1	6,9	11	0,82	10700	1,83
Méla	Vetur	79,3	181	19,4	15,4	12	0,80	714	2,15
	Sumar	115	135	46,1	5,8	11	0,47	11100	1,51
Leir	Vetur	79,3	181	19,4	23,6	12	0,76	8	2,88

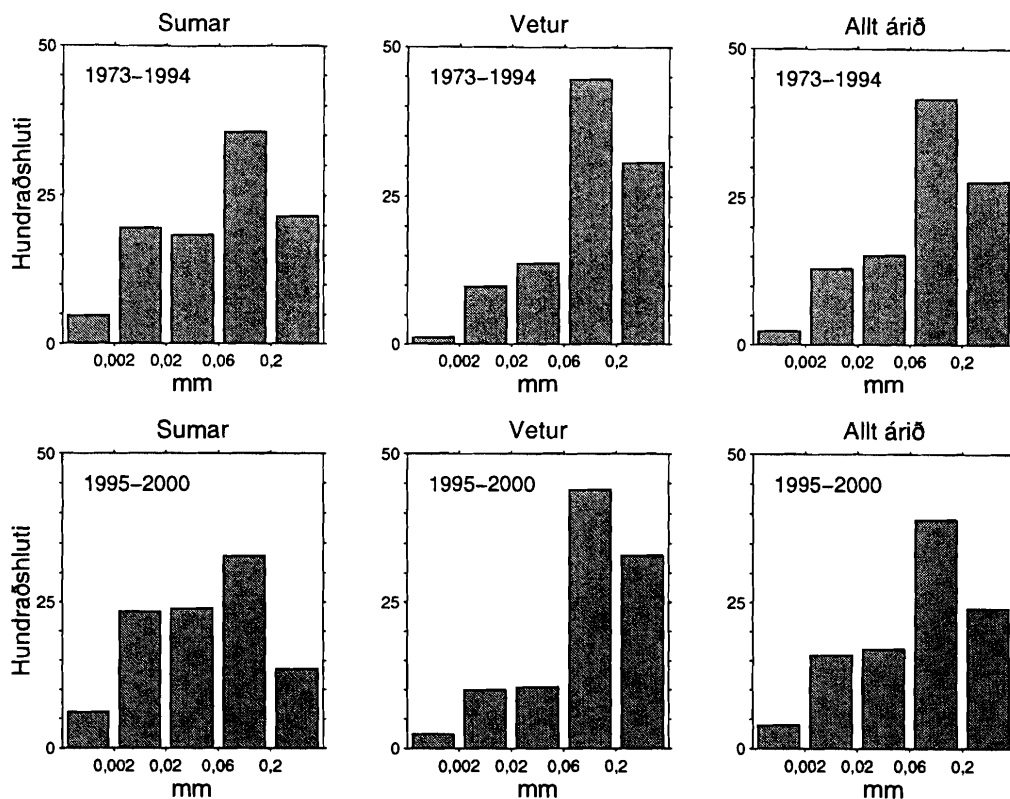
Tafla 20: Framburður svifaurs eftir kornastærðarfl. í Skaftá Kirkjubkl. á m. hlaupa 1995-99.

Svifaur í þúsundum tonna á ári  
 S1-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

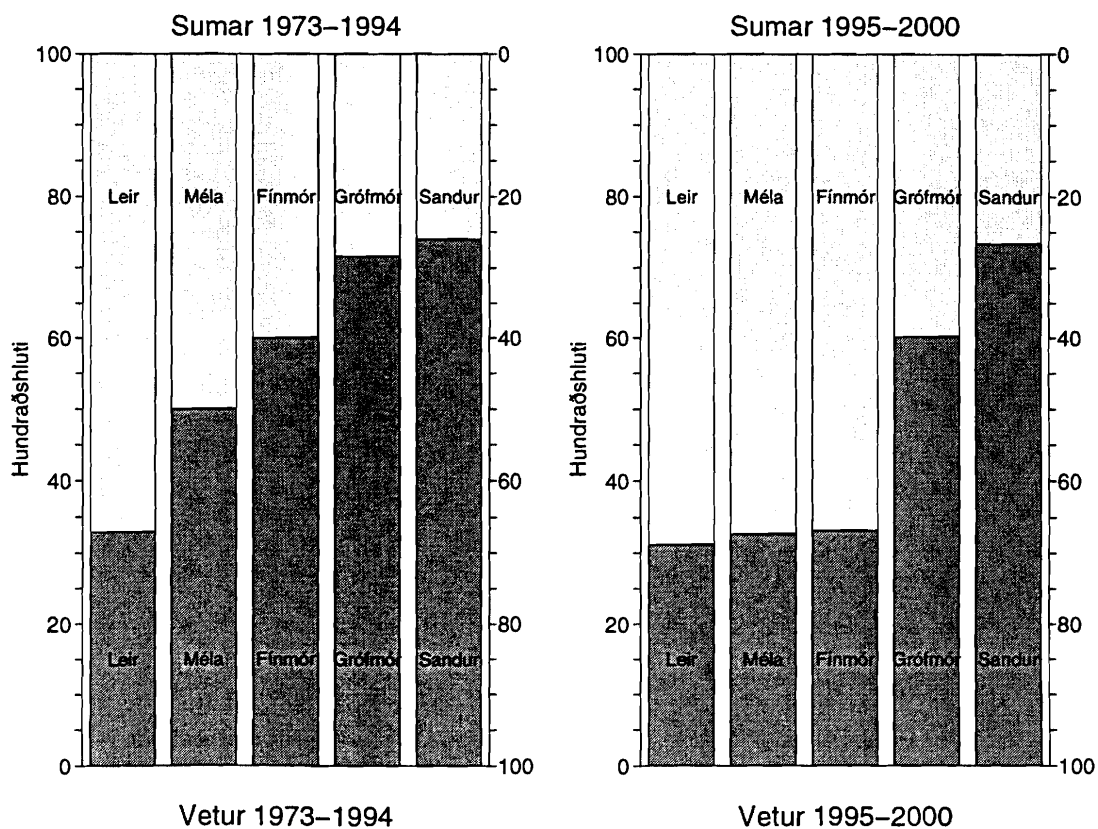
Kornastærð Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar + vetur	Hundraðs- hluti
		Sandur	> 0,2	97*	268
Grófmór	0,06-0,2	235	356	591	39
Fínmór	0,02-0,06	171	85	256	17
Méla	0,002-0,02	167	81	248	16
Leir	< 0,002	44	20	64	4
Samtals allir stærðarflokkar		714	810	1524	100

\* Framburður sands var reiknaður út frá heildarframburði og hundraðshluta sands af heildarsvifaursstyrk

Súluritín á mynd 23 sýna, hvernig framburður skiptist eftir kornastærðarflokkum. Myndin líkist mjög mynd 11, sem er sambærileg mynd fyrir Skaftárdal. Á mynd 24 er sýnt, hvernig framburðurinn skiptist á árstíðir eftir kornastærðarflokkum. Hún er að því leyti frábrugðin mynd 12, sem er sambærileg mynd fyrir Skaftárdal, að hér berst tiltölulega meira fram að vetrinum en þar. Jökulvatnið skilar sér tiltölulega verr hingað en í Ása-Eldvatn, jafnframt því að hér hefur bæst við töluvert af bergvatni með þverám frá Síðuafrétti. Eins og við Skaftárdal kemur fram á báðum þessum myndum, að meiri óregla er á dreifingu framburðar eftir kornastærð á seinna tímabilinu en því fyrra.



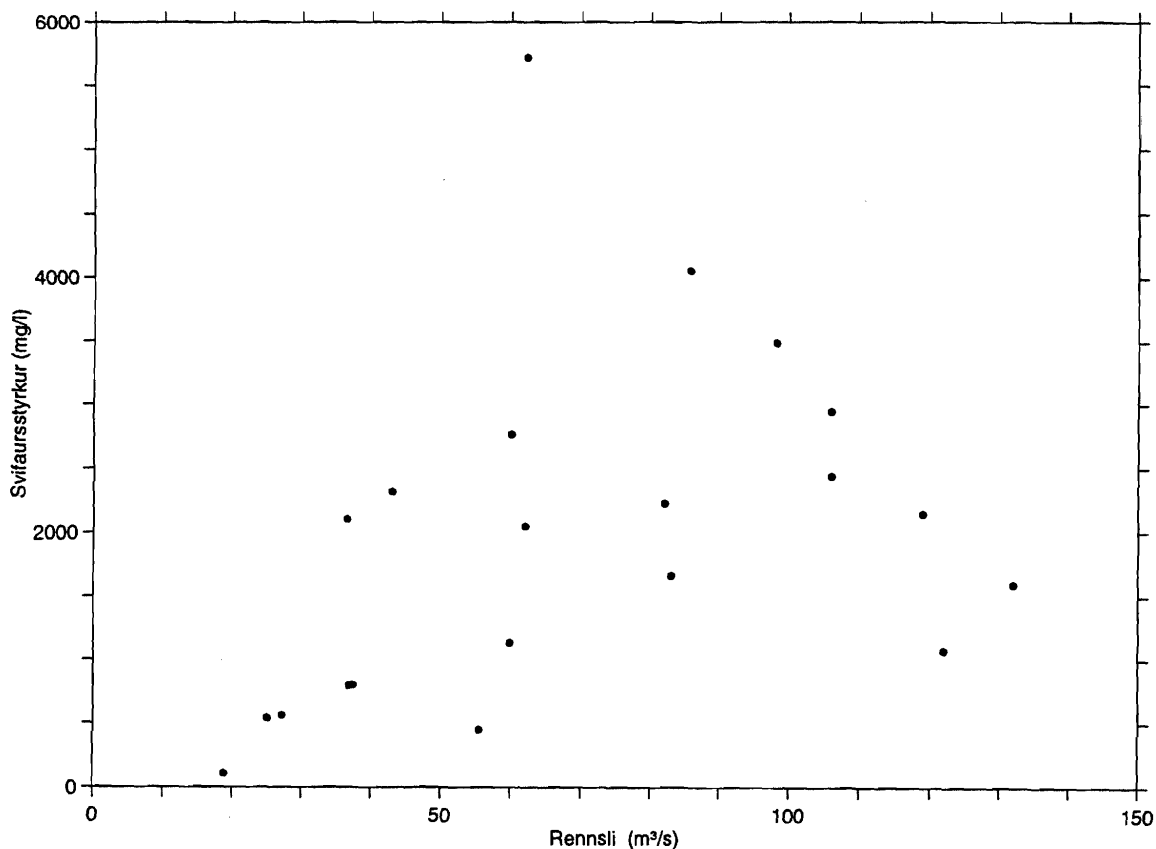
Mynd 23: Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, skipting svifaurs í kornastærðarflokka 1973-2000.



Mynd 24: Skaftá, Kirkjubæjarkl., framb. svifaurs eftir árstíðum og kornastærð 1973-2000.

## 4.2 Framburður í hlaupum úr Skaftárvötnum

Við Kirkjubæjarklaustur hafa verið tekin 27 sýni úr hlaupum úr Skaftárvötnum. Aðeins fimm þeirra voru tekin eftir að Skaftár- og Tungnárjökull hlupu fram 1995. Tvö af sýnunum 22, sem tekin voru fyrir framhlaupið, voru tekin á sama tíma, annað er S1-sýni, en hitt S2-sýni. Síðartalda sýninu var sleppt, svo að eftir eru 21 sýni sem efniviður í svifaurslykla fyrir framburð í hlaupum fyrir 1995. Á mynd 25 eru sýnd tengsl svifaursstyrks þeirra við rennsli. Dreifingin er mikil, enda eru hér sýni af öllum gæðaflokkum, F-sýni og allar tegundir af S-sýnum, en flest þeirra eða 16 eru af hæsta gæðaflokki, S1-sýni. Gildin, sem skera sig mest úr, voru skoðuð sérstaklega, en ekki þótti ástæða til að fella neitt þeirra niður.



Mynd 25: Tengsl rennslis og svifaursstyrks í hlaupum við Kirkjubæjarklaustur 1964-94.

Gerðir voru þrjú lykjar fyrir heildarsvifaur í hlaupum, einn byggður á sýnum úr hlaupum úr báðum Skaftárvötnum og sinn lykkillinn fyrir hlaup úr hvorum katli. Eins og áður hefur komið fram, ná gögn um dagsmeðalrennsli yfir árabilið 1973-94, en fjögur hlaupsýnin voru tekin fyrir þann tíma, úr hlaupunum 1964 og 1972, tvö úr hvoru hlaupi, en þau hlaup komu bæði úr eystri katlinum. Þau eru tekin hér með, enda hefðu þá aðeins verið eftir fimm sýni úr hlaupum úr eystri katlinum, sem er of lítið til þess að gera úr lykjar. Tafla 21 er yfirlit yfir helstu einkenni þessara lykja. Meginágallinn við lykjana er, að sýnin eru fá.

Tafla 21: Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, lykklar fyrir heildarsvifaur í hlaupum 1964–94.

Lyklarnir eru á forminu  $q_r = k \times Q^n$ ,  $q_r$ : svifaur (kg/s),  $k$ : fasti,  $Q$ : rennsli ( $m^3/s$ ),  $n$ : veldisvísir  
 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

Lykill gildir fyrir	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
báða katla	132	133	18,9	2,5	21	0,86	17900	2,07
eystri ketil	106	133	18,9	39	9	0,94	954	2,79
vestari ketil	132	104	25,1	0	12	0,82	184000	1,47

Í töflu 22 er sýndur meðalframburður svifaurs á ári í hlaupum á tímabilinu 1973–94. Framburðinum er jafnað niður á öll árin 22, jafnvel þótt engin hlaup hafi komið sum árin. Samræmið á milli meðaltalsgildanna fyrir hlaupin samanlagt, 80 og 70 þúsund tonn, er nokkru lakara en við Skaftárdal, þegar annars vegar eru notaðir lykklar byggðir á sýnum úr hvorum katli um sig og hins vegar lykill byggður á sýnum úr báðum kötlunum. Þess má geta, að fyrri talan svarar til þess, að meðalsvifaursstyrkur þá daga, sem hlaupin eru talin hafa staðið yfir hafi verið 1,8 g/l, ef miðað er við fyrri töluna, en 1,6 g/l, ef miðað er við þá seinni. Það er í góðu samræmi við mæliniðurstöður.

Tafla 22: Skaftá, Kirkjubæjarkl., meðalframb. á ári í hlaupum 1973–94, þúsundir tonna.

Úr eystri katli samkv. sýnum úr hlaupum úr þeim katli	49
Úr vestari katli samkv. sýnum úr hlaupum úr þeim katli	31
Úr báðum kötlum samkv. sýnum úr hlaupum úr báðum kötlum	70

Tafla 23 er yfirlit yfir framburð í einstökum hlaupum á tímabilinu 1973–94. Framburðurinn var reiknaður bæði með lykli byggðum á sýnum úr hlaupum úr þeim katli, sem við á, og lykli byggðum á sýnum úr hlaupum úr báðum kötlunum. Munurinn er mikill fyrir sum hlaupin og á það við báða katlana.

Gerðir voru lykklar fyrir framburð svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum í hlaupum, annars vegar fyrir hlaup úr eystri katlinum og hins vegar fyrir hlaup úr þeim vestari. Tafla 24 er yfirlit yfir helstu einkenni þessara lykla. Eins og áður hefur komið fram varðandi lykla fyrir heildarframburð, dregur skortur á sýnum og vafasöm gæði sumra þeirra mjög úr trúverðugleika allra þessara lykla. Að öðru leyti virðast lyklarnir fyrir hlaup úr eystri katlinum vera nokkuð góðir. Lyklarnir fyrir vestari ketilinn hafa aftur á móti svo lélega fylgni, að þeir eru á mörkum þess að vera nothæfir nema lyklarnir fyrir mélu og leir. Þrátt fyrir þessa ágalla voru lyklarnir notaðir til þess að reikna framburð og eru niðurstöðurnar sýndar í töflu 25. Af því að lyklarnir fyrir vestari ketilinn eru svo lélegir, var einnig reiknuð skipting framburðarins í kornastærðaflokka með því að nota meðalframburð í hlaupum úr þeim katli (tafla 22) og meðalhundraðstölur yfir skiptingu svifaursstyrks í þeim sýnum, sem liggja að baki lykklunum. Útkoman var svipuð skipting í kornastærðarflokka og lyklarnir gáfu. Gott samræmi er á milli sam-anlagðs framburðar af öllum stærðarflokkum og heildarframburðar samkvæmt töflu 22 fyrir eystri ketilinn, en töluverðu munar fyrir þann vestari.

Tafla 23: Framburður svifaurs í Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, í hlaupum 1973–94.

Ár	Dagar	Ketill	Framburður (þúsundir tonna) samkvæmt	
			lykli viðkomandi ketils	lykli fyrir báða katlana
1973-74	27. desember - 12. janúar	V	26	18
1974-75	29. desember - 3. janúar	E	181	113
1975	19. september - 2. október	V	59	57
1977	6. - 13. febrúar	E	10	14
1977	24. ágúst - 2. september	V	74	91
1979	17. - 22. september	E	51	47
1980	8. - 21. janúar	V	70	77
1981	9. - 21. ágúst	V	79	88
1982	5. - 12. janúar	E	19	22
1983	30. september - 15. október	V	56	50
1984	19. - 24. ágúst	E	128	94
1986	10. - 21. júlí	V	77	88
1986	29. nóvember - 4. desember	E	209	130
1988	22. - 31. ágúst	V	53	57
1989	17. - 24. júlí	E	135	106
1990	28. október - 18. nóvember	V	80	73
1991	9. - 17. ágúst	E	242	168
1992	5. - 18. september	E	108	102
1994	11. - 19. ágúst	V	98	141
Meðaltal 1973-1994			80	70

Skýringar: E Eystri-Skaftárketill, V Vestari-Skaftárketill

Tafla 24: Skaftá, Kirkjubkl., lyklar f. svifaur af einst. kornastærðarfl. í hlaupum 1964–94.

Lyklarnir eru á forminu  $q_r = k \times Q^n$ ,  $q_r$ : svifaur (kg/s),  $k$ : fasti,  $Q$ : rennsli ( $m^3/s$ ),  $n$ : veldisvísir  
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	Ketill	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
Sandur	Eystri	106	133	18,9	42,4	9	0,82	4,7	3,12
	Vestari	132	106	25,1	0,0	12	0,39	1050000	0,49
Grófmór	Eystri	106	133	18,9	43,5	9	0,93	17	3,22
	Vestari	132	106	25,1	0,0	12	0,52	845000	0,72
Fínmór	Eystri	106	133	18,9	49,4	9	0,92	1,7	3,81
	Vestari	132	106	25,1	0,0	12	0,42	91400	1,06
Méla	Eystri	106	133	18,9	40,0	9	0,94	320	2,89
	Vestari	132	106	25,1	0,0	12	0,73	1460	2,31
Leir	Eystri	106	133	18,9	30,1	9	0,87	3580	2,02
	Vestari	132	106	25,1	0,0	12	0,92	8,8	3,35

Mæligögn skortir til þess að reikna framburð í hlaupunum, sem hafa komið eftir framhlaupið í Skaftár- og Tungnárjökli veturinn 1994–95, með lyklum. Aðeins eitt sýni var tekið úr hlaupinu 1995 og fjögur úr hlaupunum 2000 við Kirkjubæjarklaustur. Þó að aðeins hafi verið tekin fjögur sýni úr hlaupunum í ágúst 2000, var reynt að meta framburð í þeim. Hlaupin voru tvö, sitt úr hvorum katli, og hófst það seinna áður en því fyrra var lokið, sjá töflu 10. Sýnin fjögur voru aðeins frá tveimur dögum, sem gerir þetta mat enn ónákvæmara en ella. Aurstyrkur var hins vegar tiltölulega jafn í



öllum sýnum, sem gerir matið trúverðugra. Framburður var reiknaður eða áætlaður dag fyrir dag, eins og sýnt er í töflu 26. Niðurstaðan var sú, að hlaupdagana 6.–17. ágúst hafi borist fram í heild um 500 þúsund tonn af svifaur. Eins og áður hefur komið fram, voru hlaupin úr báðum kötlunum. Á tímabilinu 1995–2000 komu þrjú hlaup úr hvorum katli, sjá töflu 10. Hlaup af óvissum uppruna í október 1995 er látið liggja á milli hluta. Ef hlaupin í ágúst 2000 hafa verið dæmigerð fyrir framburð á þessu tímabili, má gera ráð fyrir, að þau hafi borið fram þriðjung þess svifaursframburðar, sem barst fram í hlaupum á tímabilinu 1995–2000. Meðalframburður á ári í hlaupum hefur þá verið um 250 þúsund tonn með fyrirvara um, að þetta mat er mjög ónákvæmt.

Tafla 25: Framburður svifaurs eftir kornastærð í Skaftá, Kirkjubkl., í hlaupum 1973–94.

Svifaursframburður í þúsundum tonna á ári

Kornastærð		Eystri ketill		Vestari ketill	
Stærðarflokkur	Mörk mm	Framburður	%	Framburður	%
Sandur	> 0,2	1	2	4	16
Grófmór	0,06-0,2	6	13	7	29
Fínmór	0,02-0,06	9	18	3	13
Méla	0,002-0,02	26	54	7	29
Leir	< 0,002	6	13	3	13
Samtals allir stærðarflokkar		48	100	24	100

Tafla 26: Skaftá, Kirkjubæjarklaustri, framburður svifaurs í hlaupunum 2000.

Dagur	Meðalrennsli m <sup>3</sup> /s	Meðalframburður tonn/sek	Framburður á sólarhring þúsundir tonna
2000.08.06	75	0,3*	26*
2000.08.07	101	0,4	35
2000.08.08	104	0,4*	35*
2000.08.09	100	0,4*	35*
2000.08.10	95	0,4*	35*
2000.08.11	87	0,4*	35*
2000.08.12	104	0,5*	43*
2000.08.13	152	0,7	60
2000.08.14	154	0,7*	60*
2000.08.15	130	0,6*	52*
2000.08.16	104	0,6*	52*
2000.08.17	91	0,4*	35*
Heildarframburður			503

\* Byggt á ágiskudum svifaursstyrk

#### 4.3 Samantekt um framburð svifaurs við Kirkjubæjarklaustur

Meðalrennsli Skaftár við Kirkjubæjarklaustur á tímabilinu 1973–2000 var um 40% af meðalrennslinu við Skaftárdal. Rennslið við Kirkjubæjarklaustur jókst upp úr 1990,

en jókst ekki við framhlaupið í Skaftár- og Tungnárjökli 1995 eins og gerðist við Skaftárdal.

Niðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs eru dregnar saman í töflu 27. Byggt er á árstíðalyklum og lyklum fyrir framburð úr hlaupum úr hvorum Skaftárkatli um sig. Meðalframburður á ári í hlaupum og á milli hlaupa á tímabilinu 1973–94 reiknast 860 þúsund tonn á ári. Þar af eru 80 þúsund tonn eða 9% í hlaupum. Við Skaftárdal reiknaðist framburður í hlaupum og á milli þeirra á sama tímabili um 3,5 milljón tonn að meðaltali á ári, 1 milljón í hlaupum og 2,5 á milli þeirra. Á þessu tímabili hefur framburður utan hlaupa við Kirkjubæjarklaustur verið um þriðjungur af framburðinum utan hlaupa við Skaftárdal, en framburður í hlaupum aðeins um 8% af hlaupframburðinum við Skaftárdal.

Á tímabilinu 1995–2000 er þetta allt ónákvæmara, sérstaklega framburður í hlaupum. Meðalframburður í hlaupum og á milli þeirra er samkvæmt þessu um 1,9 milljónir tonna á ári, þar af um 13% í hlaupum. Á þessu tímabili hefur framburður utan hlaupa verið um 40% af framburðinum við Skaftárdal, en framburður í hlaupum um 9% af hlaupframburðinum við Skaftárdal.

Tafla 27: Skaftá, Kirkjubæjarkl., meginniðurstöður útreikninga á heildarframburði svifaurs.

Svifaursframburður í milljónum tonna á ári

<b>Tímabilið 1973 - 1994</b>	
Í júlí - september	0,27
Í október - júní	0,51
Að meðaltali á ári án hlaupa	0,78
Í hlaupum úr eystri katli	0,05
Í hlaupum úr vestari katli	0,03
Að meðaltali á ári í hlaupum	0,08
<b>Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa</b>	<b>0,86</b>
<b>Tímabilið 1995 - 2000</b>	
Í júlí - september	0,75
Í október - júní	0,92
Að meðaltali á ári án hlaupa	1,67
Í hlaupum úr báðum kötlum	0,25*
<b>Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa</b>	<b>1,92*</b>

\* Framburður í hlaupum 1995-2000 byggður á metnum framburði í hlaupunum árið 2000

Vert er að hafa í huga, að það, sem í þessari skýrslu er kallað framburður í hlaupum, er framburður svifaurs þá sólarhringa, sem hlaup eru talin hafa staðið yfir. Á þeim tíma er að sjálfsögðu bæði á ferðinni hlaupvatn úr Skaftárkötlum og eðlilegt grunnrennsli árinna. Eiginlegur hlaupvatnsframburður er því minni en þessar tölur gefa til kynna. Við Skaftárdal er munurinn lítil, en við Kirkjubæjarklaustur er grunnrennslið tiltölulega veigameiri þáttur en við Skaftárdal þessa daga, svo að eiginlegur hlaupframburður þar er umtalsvert minni en þessar tölur gefa til kynna. Skiptingin í framburð

í hlaupum og á milli hlaupa er höfð, eins og hér er gert vegna þess, að sýni, sem tekin eru í hlaupum, eru að sjálfsögðu tekin af því vatni, sem er í ánni, en útilokað er að greina á milli vatnsins, sem kemur úr Skaftárkötlum og eðlilegs grunnrennslis.

Kornastærð svifaursins utan hlaupa var svipuð kornastærðinni við Skaftárdal. Hér var hlutfallslega heldur minna af leir og meira af sandi en þar. Aðalkornastærðarflokkurinn var grófmór, um 40% aursins. Framburður í hlaupum virðist hafa verið umtalsvert finni, eins og búast mátti við, en það verður að viðurkenna, að lyklar fyrir suma kornastærðarflokka í hlaupum eru lélegir.

Meginniðurstaðan varðandi framburð við Kirkjubæjarklaustur er sú, að framburður utan hlaupa sé rúmlega þriðjungur af framburði við Skaftárdal og framburður í hlaupum úr Skaftárkötlum sé tiltölulega lítil.

## 5 Framburður Ása-Eldvatns við Eystri-Ása

Samfelld gögn um dagsmeðalrennsli í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása ná aðeins yfir þrjú ár, árin 1998–2000. Þó að einungis sé um að ræða þriggja ára tímabil, þótti rétt að reikna framburð fyrir þessi ár, svo að hægt væri að bera framburðinn saman við framburð við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur á sama tíma. Gerðir voru árstíðalyklar og árslykill fyrir heildarsvifaur byggðir á sýnum teknum þar á árunum 1995–2000. Rétt þótti að nota sýni frá þeim árum öllum, þó að rennslisgögn næðu aðeins yfir síðustu þrjú árin, svo að lyklarnir byggðust á sýnum frá sömu árum og lyklarnir frá hinum stöðunum tveimur. Lyklarnir byggja á sýnum teknum utan hlaupa. Sýnin eru alls 37, 3 þeirra S2-sýni, en hin eru S1-sýni. Tafla 28 er yfirlit yfir helstu einkenni lyklnanna. Fylgnin er léleg. Hins vegar eru veldisvísar ekki háir og tiltölulega lítil hluti framburðarins er við rennsli, sem er hærra en hæsta rennsli lyklnanna, sem hvort tveggja eykur trúverðuleika reikninganna.

Tafla 28: Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, lyklar f. heildarsvifaur á milli hlaupa 1995–2000.

Lyklarnir eru á forminu  $q_r = k \times Q^n$ ,  $q_r$ : 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

Árstíð	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
Sumar	136	204	59,3	7,8	16	0,69	3040000	0,86
Vetur	109	153	28,4	10,4	21	0,58	17200	1,91
Allt árið	136	204	28,4	9,5	37	0,73	11200	2,06

Lyklarnir voru notaðir til að reikna heildarframburð við Eystri-Ása á þessum árum og eru niðurstöðurnar sýndar í töflu 29.

Tafla 29: Framburður svifaurs í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása á milli hlaupa 1998–2000.

S1- og S2-sýni. Sumarið er skilgreint sem júlí - september, en veturinn sem október - júní

Ár	Meðalrennsli		Svifaur í þúsundum tonna á ári samkvæmt			
	Hlaup meðtalin $m^3/s$	Hlaupum sleppt $m^3/s$	sumar- lykli	vetrar- lykli	sumar + vetur	árs- lykli
1998	66,3	56,9	0,9	0,9	1,8	1,8
1999	59,4	59,4	1,2	0,8	2,0	1,9
2000	73,4	61,1	1,2	0,9	2,1	2,3
Meðalt. 1998-2000	66,3	59,1	1,1	0,9	2,0	2,0

Eins og áður hefur komið fram, eru svifaurslyklarnir fyrir árin eftir framhlaupið í Skaftár- og Tungnárjökli, 1995–2000, á öllum þremur mælistöðunum byggðir á sýnum teknum á öllum þessum árum, þó að framburður í Ása-Eldvatni sé aðeins reiknaður fyrir árin 1998–2000. Það er gert til þess að auðvelda samanburð á milli staða. Vert er

að hafa í huga, að lykklar byggðir á sýnum frá svo löngu tímabili um og eftir framhlaup gefa of lítinn framburð fyrst eftir framhlaupið, en of mikinn á seinni hluta tímabilsins. Það stafar af því, að framhlaupið hefur mest áhrif á framburð fyrst, en síðan fara þau áhrif smám saman minnkandi, sbr. Haukur Tómasson o. fl. 1996. Það, að aurstyrkur miðað við rennsli hefur verið að breytast á tímabilinu, sem lykklarnir ná yfir, gerir fylgnina lélegri en annars væri.

Síðan síðasta skýrsla um framburð í Skaftárhlaupum var tekin saman, Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996, hafa komið fjögur hlaup úr Skaftárkötlum, 1997, 1998 og tvö hlaup 2000, sjá töflu 10. Ekki voru tekin sýni úr Ása-Eldvatni í hlaupinu 1998. Sýni voru hins vegar tekin úr hlaupinu 1997 og úr hlaupunum 2000, sem féllu að hluta til saman.

Sex sýni voru tekin úr hlaupinu 1997. Dreifingin mætti vera betri, en sýnin eru frá þremur dögum. Framburðurinn var reiknaður dag fyrir dag út frá þessum gögnum og dagsmeðalrennsli. Gengið var út frá aurstyrk í sýnum þá daga, sem sýni voru tekin, og giskað á aurstyrk hina dagana, eins og gert var við útreikning á framburði við Skaftárdal í sama hlaupi, sjá töflu 13. Tafla 30 er yfirlit yfir þessa reikninga, en niðurstaðan er sú, að um 2,2 milljónir tonna af svifaur hafi borist fram við Eystri-Ása hlaupdagana. Niðurstöðunni verður að sjálfsögðu að taka með varúð vegna mikilla ágiskana.

Tafla 30: Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, framburður svifauris í hlaupinu 1997.

Dagur	Meðalrennsli m <sup>3</sup> /s	Meðalframburður tonn/sek	Framburður á sólarhring þúsundir tonna
1997.08.15	139	0,4*	35*
1997.08.16	304	2,0*	173*
1997.08.17	561	4,5*	389*
1997.08.18	561	4,5	389
1997.08.19	492	3,6	311
1997.08.20	324	1,7*	147*
1997.08.21	296	1,6*	138*
1997.08.22	218	1,0*	86*
1997.08.23	163	0,6*	52*
1997.08.24	161	0,6*	52*
1997.08.25	229	1,0*	86*
1997.08.26	204	1,0*	86*
1997.08.27	196	0,9	78
1997.08.28	185	0,7*	60*
1997.08.29	166	0,6*	52*
1997.08.30	152	0,5*	43*
1997.08.31	144	0,4*	35*
Heildarframburður			2 212*

\* Byggt á ágiskuðum svifaursstyrk

Fjögur sýni voru tekin við Eystri-Ása í hlaupunum í ágúst 2000. Sýnin eru illa dreifð, eins og sýnin úr sömu hlaupum, sem tekin voru við Kirkjubæjarklaustur, en þrjú þeirra voru tekin sama daginn. Þrátt fyrir þennan ágalla er hér reynt að meta framburð

svifaurs við Eystri-Ása hlaupdagana á sama hátt og gert var við Kirkjubæjarklaustur. Þetta mat er sýnt í töflu 31. Niðurstaðan er sú, að framburðurinn hafi verið 1,7 milljónir tonna. Þetta er mjög ónákvæmt, enn ónákvæmara en matið á framburðinum í þessum hlaupum við Kirkjubæjarklaustur, tafla 26, því að búast má við, að sveiflur í svifaursstyrk hafi verið meiri hér en við Kirkjubæjarklaustur, þar sem rennsli var jafnara.

Tafla 31: Ása-Eldvatn við Eystri-Ása, framburður svifaurs í hlaupunum 2000.

Dagur	Meðalrennsli m <sup>3</sup> /s	Meðalframburður tonn/sek	Framburður á sólarhring þúsundir tonna
2000.08.06	207	1,0*	86*
2000.08.07	413	2,1	181
2000.08.08	356	1,8*	156*
2000.08.09	303	1,4*	121*
2000.08.10	259	1,2*	104*
2000.08.11	230	1,0*	86*
2000.08.12	487	2,4*	207*
2000.08.13	764	3,1	268
2000.08.14	603	2,9*	250*
2000.08.15	354	1,8*	156*
2000.08.16	213	0,9*	78*
2000.08.17	153	0,5*	43*
Heildarframburður			1736*

\* Byggt á ágiskudum svifaursstyrk

## 6 Framburður í hlaupinu 1997 við Sveinstind

Mæligögn svifaurs úr Skaftá við Sveinstind eru fátækleg. Lítið hefur verið tekið þar af sýnum vegna þess hve torvelt er að komast þangað. Sýni utan hlaupa eru nær öll frá allra síðustu árum. Gögn um dagsmeðalrennsli eru aðeins til fyrir tvö heil ár, árin 1988 og 1990. Aðeins er til eitt sýni tekið utan hlaupa, sem væri nothæft til lyklagerðar, frá því fyrir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls 1995. Til er bráðabirgðalíkan frá Verkfræðistofunni Vatnaskilum fyrir rennsli þar utan hlaupa, sem nær yfir árin 1941–94. Það kemur ekki að gagni, þar sem sýni til lyklagerðar eru aðeins frá síðustu árum, eins og áður hefur komið fram. Heillegustu gögnin til útreikninga á framburði eru úr hlaupunum 1991, 1995 og 1997. Í skýrslum Orkustofnunar, sem komu út 1992 og 1996 (Svanur Pálsson og Snorri Zóphóníasson 1992 og Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996), eru m. a. birtar niðurstöður útreikninga á framburði í hlaupunum 1991 og 1995 við Sveinstind.

Í töflu 32 hér á eftir er yfirlit yfir útreikninga á framburði svifaurs í hlaupinu 1997 við Sveinstind. Framburður er reiknaður dag fyrir dag þá daga, sem hlaupið stóð yfir, og gengið út frá meðalsvifaursstyrk í sýnum, sem tekin höfðu verið þá daga, en alls voru tekin tólf sýni úr hlaupinu við Sveinstind. Framburður dagana, sem engin sýni höfðu verið tekin, var reiknaður út frá áætluðum svifaursstyrk. Niðurstaðan er 3,6 milljónir tonna, sem kemur vel heim við 3 milljónir tonna, sem kom út úr hliðstæðum útreikningum á framburði í þessu hlaupi við Skaftárdal (tafla 13).

Tafla 32: Skaftá við Sveinstind, framburður svifaurs í hlaupinu 1997.

Dagur	Meðalrennsli m <sup>3</sup> /s	Meðalframburður tonn/sek	Framburður á sólarhring þúsundir tonna
1997.08.15	232	2,0*	173*
1997.08.16	554	4,9	423
1997.08.17	881	5,6	484
1997.08.18	678	8,3	717
1997.08.19	489	4,4	380
1997.08.20	333	2,5*	216*
1997.08.21	290	1,9*	164*
1997.08.22	234	1,3*	112*
1997.08.23	202	1,0*	86*
1997.08.24	274	1,4*	121*
1997.08.25	302	1,5*	130*
1997.08.26	276	1,4*	121*
1997.08.27	265	1,4*	121*
1997.08.28	250	1,2*	104*
1997.08.29	224	1,0*	86*
1997.08.30	193	0,7*	60*
1997.08.31	182	0,7*	60*
Heildarframburður			3 558*

\* Byggt á ágiskuðum svifaursstyrk

## 7 Framburður í nokkrum hlaupum úr Skaftárkötlum

Í skýrslum Orkustofnunar, sem komu út 1992 og 1996 (Svanur Pálsson og Snorri Zóphóníasson 1992 og Snorri Zóphóníasson og Svanur Pálsson 1996), var gerð grein fyrir útreikningum á framburði í nokkrum hlaupum úr Skaftárkötlum. Úr þeim hlaupum hafði verið tekið það mikið af sýnum úr hverju þeirra um sig, að talið var hægt að reikna eða meta heildarframburð svifaurs þá daga, sem hlaupin stóðu yfir. Útreikningunum var hagað þannig, að framburður var reiknaður dag fyrir dag og gengið út frá svifaursstyrk í sýnum, sem tekin höfðu verið þá daga. Framburður dagana, sem engin sýni höfðu verið tekin, var reiknaður út frá áætluðum svifaursstyrk.

Í töflu 17 í skýrslunni, sem kom út 1996, er yfirlit yfir heildarframburð á einstökum tókustöðum í þessum hlaupum. Taflan er birt hér sem tafla 33 ásamt fimm viðbótar-gildum, sem reiknuð voru á sama hátt, úr hlaupunum 1997 og 2000.

Tafla 33: Framburður svifaurs í hlaupunum 1991, 1994, 1995, 1996, 1997 og 2000.

Mælistaður	Framburður svifaurs (milljónir tonna)					
	1991	1994	1995	1996	1997	2000
Ketill: Eystri E, Vestari V	E	V	E	V	E	V+E
Skaftá við Sveinstind	2,4		4,0		3,6	
Skaftá við Skaftárdal					3,0	
Ása-Eldvatn við Eystri-Ása		0,4		(0,8-1)	2,2	1,7
Skaftá við Kirkjubæjarklaustur						0,5
Hverfisfljót við brú		0,8	2,2			
Djúpá við Rauðaberg			0,4			
Alls í hlaupinu	2,4		6,6		3,6	2,2

Hafa verður í huga, að þetta eru allt ónákvæmar tölur. Sérstaklega á það við hlaupin 1996, 1997 og 2000, nema hlaupið 1997 við Sveinstind. Sýnin úr hlaupinu 1996 voru léleg, þar sem þau voru tekin uppi við bakka í flöskur án sýnataka. Ónákvæmnin varðandi framburð í hlaupunum 1997 og 2000 liggur í því, að sýnin eru frá of fáum dögum, svo að ekkert er vitað um breytileika í svifaursstyrk á meðan hlaupin stóðu yfir, en svifaursstyrkur breyttist mikið í hlaupunum 1991 og 1995 og voru tengsl á milli þeirra breytinga og óróa, sem kom fram á jarðskjálftamælum. Sýnin úr hlaupinu 1997 við Sveinstind voru fleiri og betur dreifð á tíma, svo að gildið fyrir framburð þar ætti að vera trúverðugra en gildin frá hinum stöðunum í hlaupunum 1997 og 2000.

Vert er að hafa í huga, að gildin í neðstu línu í töflu 33, sem kölluð eru "Alls í hlaupinu", eru ekki alls kostar sambærileg. Líklega eru gildin frá Sveinstindi áreiðanlegust hvað þetta varðar. Milli Sveinstinds og Skaftárdals fellur væntanlega út eitthvað af grófum aur og sömuleiðis í Eldhrauni á leiðinni frá Skaftárdal að Eystri-Ásum og Kirkjubæjarklaustri. Hlaupframburður við Skaftárdal og samanlagður framburður við Kirkjubæjarklaustur og Eystri-Ása er þá heldur minni en framburður alls í hlaupinu.



## 8 Niðurstöður

Framburður var reiknaður fyrir þrjá mælistaði í Skaftá og Ása-Eldvatni, en tímabilin eru mislöng. Staðirnir eru Skaftárdalur 1952–2000, Kirkjubæjarklaustur 1973–2000 og Eystri-Ásar 1998–2000. Vegna framhlaups Skaftár- og Tungnárjökuls veturinn 1994–95, sem olli verulegri aukningu í aurstyrk, voru annars vegar gerðir svifaurslyklar byggðir á sýnum fyrir framhlaupið og hins vegar lyklar byggðir á sýnum teknum á árunum 1995–2000. Framburðurinn var því reiknaður fyrir tvö tímabil bæði við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur. Auk þess var um annars konar skiptingu að ræða á báðum þessum tímabilum, þar sem hlaup úr Skaftárkötlum, eystri og vestari, bera með sér óhemju mikinn aur. Því varð að taka hlaupdagana út úr og reikna framburð annars vegar fyrir tímabilin á milli hlaupa og hins vegar fyrir hlaupdagana.

Til þess að reikna framburð utan hlaupa voru gerðir svifaurslyklar byggðir á sýnum teknum á öllum tímum árs, árslyklar, og svokallaðir árstíðalyklar, sumarlyklar og vetrarlyklar. Árstíðaskiptingin er þannig, að mánuðirnir júlí–september eru skilgreindir sem sumar og október–júní sem vetur. Reikniniðurstöður byggðar á árstíðalyklum teljast trúverðugri, og eru allar tölur hér á eftir byggðar á þeim, nema annars sé getið.

### Framburður fyrir framhlaup Skaftár- og Tungnárjökuls 1995

Meðalframburður svifaurs á ári utan hlaupa reiknast 3,4 milljónir tonna við Skaftárdal á tímabilinu 1952–94, en 0,8 milljónir tonna við Kirkjubæjarklaustur á tímabilinu 1973–94. Meðalframburður á ári í hlaupum á þessum tímabilum reiknast 0,8 milljónir tonna við Skaftárdal og 0,08 milljón við Kirkjubæjarklaustur. Til þess að auðvelda samanburð á milli staða þarf að miða við sama tímabil á báðum stöðum, sjá töflu 34, sem sýnir meginniðurstöðurnar frá báðum stöðunum.

Tafla 34: Meðalframburður svifaurs á ári við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur 1973–1994.

Svifaursframburður í milljónum tonna á ári

	Skaftárdalur	Kirkjubæjarklaustur
Í júlí - september	1,3	0,27
Í október - júní	1,3	0,51
Að meðaltali á ári án hlaupa	2,6	0,78
Í hlaupum úr eystri katli	0,6	0,05
Í hlaupum úr vestari katli	0,4	0,03
Að meðaltali á ári í hlaupum	1,0	0,08
Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa	3,6	0,86

Samkvæmt þessu hefur svifaursframburður við Kirkjubæjarklaustur aðeins verið tæplega fjórðungur af framburðinum við Skaftárdal á þessu tímabili. Mestu munar um framburð í hlaupum og að sumarlagi, en aðeins 8% hlaupframburðar og 20% framburðar að sumarlagi utan hlaupa við Skaftárdal skilar sér við Kirkjubæjarklaustur. Ástæðan fyrir þessu er sú, að þegar rennsli við Skaftárdal eykst, breytast hlutföllin milli rennslis í Ása-Eldvatni og eystri hluta Skaftár Ása-Eldvatni í hag og því meira sem rennslið eykst.

Aðalkornastærðarflokkurinn utan hlaupa var grófmór (0,06–0,2 mm), 37% við Skaftárdal og 42% við Kirkjubæjarklaustur. Í hlaupum var méla (0,002–0,02 mm) aðalkornastærðarflokkurinn við Skaftárdal, 47% úr eystri katli og 46% úr þeim vestari. Við Kirkjubæjarklaustur var þetta óreglulegra, enda mjög lítið til af mælingum á svifaur þar í hlaupum. Í hlaupum úr eystri katlinum reiknast 54% svifaurs vera méla, en aurinn úr vestari katlinum var aðallega af tveimur kornastærðarflokkum, grófmó og mélu, 29% af hvorum flokki. Prósentutölurnar frá Skaftárdal eru miðaðar við tímabilið 1952–1994.

### Framburður eftir framhlaup Skaftár- Tungnárjökuls 1995

Framburður var reiknaður fyrir tímabilið 1995–2000 bæði við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur. Meginniðurstöðurnar eru dregnar saman í töflu 35.

Tafla 35: Meðalframburður svifaurs á ári við Skaftárdal og Kirkjubæjarklaustur 1995–2000.

Svifaursframburður í milljónum tonna á ári

	Skaftárdalur	Kirkjubæjarklaustur
Í júlí - september	2,8	0,75
Í október - júní	1,1	0,92
Að meðaltali á ári án hlaupa	3,9	1,67
Í hlaupum úr báðum kötlum	2,7*	0,25*
Að meðaltali á ári í hlaupum og á milli hlaupa	6,6*	1,92*

\* Framburður í hlaupum mjög ónákvæmur

Samkvæmt þessu hefur framburðurinn við Kirkjubæjarklaustur aðeins verið tæplega þriðjungur af framburðinum við Skaftárdal á þessu tímabili. Eins og á fyrra tímabilinu munar mest um framburð í hlaupum og að sumarlagi. Vert er að leggja áherslu á, að tölur um framburð í hlaupum eru mjög ónákvæmar. Eins og á fyrra tímabilinu er aðalkornastærðarflokkur aursins á milli hlaupa grófmór, um 40%. Vegna þess hve lítið er af mæligögnum svifaurs í hlaupum frá þessu tímabili var framburður svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum í hlaupum ekki reiknaður.

Tafla 36: Meðalrennsli og meðalframb. svifaurs á þremur stöðum utan hlaupa 1998–2000.

Mælistaður	Meðalrennsli		Meðalframburður Milljónir tonna á ári
	Hlaup meðtalin m <sup>3</sup> /s	Hlaupum sleppt m <sup>3</sup> /s	
Skaftárdalur	113,5	102,7	3,9
Kirkjubæjarklaustur	52,4	49,4	1,7
Eystri-Ásar	66,3	59,1	2,0

Aðeins var unnt að reikna framburð í Ása-Eldvatni við Eystri-Ása fyrir tímabilið 1998–2000. Í töflu 36 er borið saman meðalrennsli og meðalframburður utan hlaupa á þessum þremur mælistöðum á árabílinu 1998–2000. Ekki verður annað sagt en þessi samanburður komi vel út. Samanlagt meðalrennsli við Kirkjubæjarklaustur og Eystri-Ása

er heldur meira en meðalrennsli við Skaftárdal, eins og við er að búast. Samanlagður meðalframburður á fyrrnefndu stöðunum er heldur minni en við Skaftárdal, sem er mjög sennilegt, því að sandur er að berast út í Eldhraunið.

### **Frekari gagnaöflun og úrvinnsla**

Þótt hér hafi tekist allvel að bera saman meðalframburð á sýnatökustöðunum, eru margir þættir enn ekki nægilega ljósir. Þar má sérstaklega nefna mikla óvissu um mat á framburði í hlaupum og er greinilegt að auka þarf sýnatöku í slíkum atburðum. Viðbragðstími til þess að taka sýni í hlaupum hefur nú styst töluvert, þar sem búið er að setja upp sjálfvirkt viðvörðunarkerfi við Sveinstind, sem mælir breytingar á rennsli og leiðni. Því ætti að vera hægt að afla sýna stuttu eftir að vart verður við hlaup. Það er mikill ávinningur, þar sem nauðsynlegt er að ná sýnum, sem dreifast vel í tíma yfir hlaupin. Þá væri hægt að meta betur aurstyrksbreytingar innan þeirra, en athuganir á þeim tveimur hlaupum, sem best hafa verið athuguð, sýndu að miklar breytingar urðu á svifaurstyrk á hlauptímanum óháðar breytingum á rennsli. Einnig er nauðsynlegt að geta borið saman samtímasýni frá sem flestum stöðvum í hlaupum. Ljóst er að ófært er í flestum hlaupum inn að Skaftárdal, en hinsvegar ætti að vera fært inn að Sveinstindi á sumrin og fram eftir hausti.

Í framhaldi af þessari skýrslu þarf að skoða betur svifaursgögn við Eystri-Ása, en hér er framburður þar einungis reiknaður fyrir árin 1998–2000. Sýni eru til frá fleiri árum, en samfelldar raðir af dagsmeðalgildum rennslis vantar frá sömu árum. Í gangi er endurskoðun á þessum rennslisröðum og að henni lokinni verður hugsanlega hægt að framlengja framburðarútreikninga fyrir Ása-Eldvatn við Eystri Ása fáein ár aftur í tímann.

Árið 2001 hófst frumathugun á heildaraurburði utan hlaupa í Skaftá við Sveinstind og hefur svifaurskýnataka verið aukin mikið í tengslum við hana, auk þess sem gerðar hafa verið mælingar á botnskriði. Skýrslu um þessa frumathugun er að vænta í byrjun ársins 2002. Nauðsynlegt er að halda slíkri sýnatöku áfram, en leggja einnig aukna áherslu á að afla samtímasýna við Sveinstind, Skaftárdal, Kirkjubæjarklaustur og Eystri-Ása.

## 9 Heimildir

Haukur Tómasson, Svanur Pálsson, Sigurjón Rist og Guðmundur Vigfússon 1974: *Skýrsla um aurburðarrannsóknir fram til 1970. 2. hefti*. Orkustofnun, 14 s.

Haukur Tómasson og Svanur Pálsson 1968: *Skýrsla um aurburðarrannsóknir 1965–1966*. Orkustofnun, 94 s.

Haukur Tómasson 1990: Aurburður í íslenskum ám. Í: *Vatnið og landið*. Guttormur Sigbjarnarson (ritstjóri). Vatnafræðiráðstefna, október 1987. Orkustofnun: 169–174.

Haukur Tómasson, Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996: *Framburður svifaura í Jökulsánum norðan Vatnajökuls*. Orkustofnun, OS-96024/VOD-02, 93 s.

Jón Sigurður Þórarinsson 2001: *Skaftá, eystri grein vhm 183. Rennslislyklar nr. 6, 7, 8 og 9*. Orkustofnun OS-2001/069, 33 s.

Jóna Finndís Jónsdóttir 2001: *Skaftá í Skaftárdal, vhm 70. Rennslislyklar nr. 4, 5 og 6*. Orkustofnun OS-2001/011, 28 s.

Oddur Sigurðsson 1994: Tungnaárjökull veltur fram. *Jökull* 44: 1–2.

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.

Snorri Zóphóníasson 1997: *Grunnvatnsstaða og rennsli lækja í Landbroti og Meðal-landi*. Orkustofnun, OS-97018, 176 s.

Snorri Zóphóníasson 1998: *Vatnsbúskapur í Eldhrauni 1998*. Orkustofnun, greinargerð, SZ98/01.

Svanur Pálsson og Snorri Zóphóníasson 1992: *Skaftárhlaupið 1991. Sérkenni í aur- og efnastyrk*. Orkustofnun, OS-92014/VOD-02, 26 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996: *Gagnasafn aurburðarmælinga 1963–1995*. Orkustofnun, OS-96032/VOD-05 B, 270 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1997: *Framburður svifaura í Skjálf-andafljóti*. Orkustofnun, OS-97056, 25 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1998: *Framburður svifaura í Hvítá í Borgarfirði*. Orkustofnun, OS-98017, 21 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1999: *Framburður svifaura í Blöndu*. Orkustofnun, OS-99080, 29 s.

Svanur Pálsson, Jórunn Harðardóttir, Guðmundur H. Vigfússon og Árni Snorrason 2000: *Reassessment of suspended sediment load of river Jökulsá á Dal at Hjarðarhagi*. Orkustofnun, OS-2000/070, 30 s.

Vatnamælingar OS 2001: *Gagnagrunnur um rennsli vatnsfalla*.

Verkfræðistofan Vatnaskil sf. 1996: *Rennsli Skaftár við Sveinstind, innrennsli í Langa-sjó*. Bréf til Vatnamælinga Orkustofnunar 27. júní 1996.