

Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum.  
Niðurstöður ársins 2001

Jórunn Harðardóttir,  
Ásgeir Gunnarsson

Greinargerð JHa-ÁG-2002-01



2002-04-02

## HEILDARAURBURÐUR JÖKULSÁR Á FJÖLLUM NIÐURSTÖÐUR ÁRSINS 2001

### 1 INNGANGUR

Árið 2001 var framlengdur samningur á milli Auðlindadeildar (ALD) og Vatnamælinga (VM) Orkustofnunar um ítarlega svifaursýnatöku í Jökulsá á Fjöllum og rennslismælingar tengdar henni. Verkefnið hófst sumarið 2000 með því að rafdrifinn kláfur var settur upp um 1 km neðan við brúna á Grímsstöðum, en þar hefur aurburðarsýnataka hingað til farið fram. Sá staður er hins vegar óheppilegur til sýnatöku þar sem um 2,5 m nær lóðréttur stallur er úti í miðri á, og mjög grunnt frá stallinum að hægri bakka. Seinna sama sumar var farið í 2 sýnatökufærðir (26. júlí og 20. ágúst 2001) þar sem tekin voru svokölluð punktsýni af nýja kláfnum, þ.e. sýni sem tekin eru með P61 sýnataka, en hægt er að opna og loka fyrir inntaksstút hans með rafboðum svo að afla má sýna á fyrirfram ákveðnu vatnsdýpi. Til viðbótar við punktsýnin voru tekin hefðbundin svifaursýni af brúnum við Grímsstaði og Upptýppinga og svifaursýni með handsýnataka af brú yfir Kreppu. Auk þess var rennslismælt við Grímsstaði og í Krepputungu.

Tilgangur sýnatökunnar árið 2000 var í fyrsta lagi að kanna hvernig styrkur svifaurs breytist með vatnsdýpi, í öðru lagi að bera saman heildað aurburðarsýni af rafdrifna kláfnum við hefðbundið aurburðarsýni af brúnni og í þriðja lagi að skoða samband aurburðar og rennslismælinga. Akkur var í að byrja mælingarnar sem fyrst þar sem vorið 1999 tóku menn eftir því að framhlaupsbylgja var sjáanleg á miðjum Dyngjujökli og í lok árs var jökullinn farinn að skríða fram á öllum jaðrinum frá Kistufelli og austur að krikanum við Kverkfjöll (Oddur Sigurðsson 2000). Samhliða slíkum framhlaupum eykst aurburður yfirleitt mikið og var lögð áhersla á það í þessum mælingum að ná svifaursýnum sem endurspegluðu þennan atburð.

Niðurstöður ársins 2000 hafa verið birtar í greinargerð Orkustofnunar (Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2001), en í eftirfarandi greinargerð koma fram niðurstöður ársins 2001. Nokkur breyting varð á sýnatökunni síðastliðið ár þar sem við bættust mælingar á botnskriði, en sýnt hafði verið með mælingum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga árið 2000 að slíkar mælingar væru mögulegar (VST og Vatnamælingar Orkustofnunar 2001).

Farið var í tvær sýnatökufærðir árið 2001, þá fyrri 29. júlí – 1. ágúst og þá seinni 18. – 23. ágúst. Í fyrri færðinni var ráðgert að taka eitt svifaursýni af brú við Kreppu, eitt svifaursýni við Upptýppinga og tvö svifaursýnapör við Grímsstaði, þ.e. annars vegar sýni af hefðbundnum sýnatökustað af brúnni og hinsvegar heildað sýni af rafdrifna kláfnum. Heilduðu sýnin átti að taka með punktsýnataka í 65, 85, 105, 125 og 145 m fjarlægð frá húsi með því að láta sýnatakann (P61) setjast á botninn, opna sýnatökuopið og draga hann upp í gegnum vatnið. Greina átti hverja flösku fyrir sig í heilduðu sýnunum og finna vegið meðaltal. Til viðbótar við svifaursýnatöku var ráðgert að nota tvo daga til botnskriðsmælinga

á 10 stöðum af nýja kláfnum. Þessi áætlun stóðst með ágætum og til viðbótar voru tekin tvö heilduð aukasýni af kláfnum við Grímsstaði. Þegar þessi sýni voru greind var innihaldi allra sýnaflaskna hellt saman. Niðurstöður þeirra voru síðan bornar saman við vegin meðaltöl fundin með reikningum á heilduðu sýnaflöskunum, sem greindar voru í síthvoru lagi.

Í seinni sýnatökuferðinni átti að nota einn dag í botnskriðsmælingar auk þess sem ítarleg svifaurssýnataka átti að fara fram. Reyna átti að ná tveimur svifaurssýnasyrpum við annars vegar hámark dagsveiflu og hinsvegar lágmark dagsveiflu. Í hvorri syrpu átti að taka sýni af brúnni við Grímsstaði og heildað sýni af kláfnum við Grímsstaði (allar flöskur greindar). Í sömu syrpu átti að taka punktsýni á fimm sniðum við Grímsstaðakláf (65, 85, 105, 125 og 145 m fjarlægð frá húsi) á fimm stöðum í hverju sniði (í 50, 80, 90, 95 og 100% af dýpinu), auk heildaðs sýnis frá botni og að yfirborði eftir punktsýnatöku í hverju sniði. Í annarri þessari syrpu átti einnig að taka sýni við Upptyppinga og af brúnni við Keppu. Til þess að hægt væri að ná þessum sýnaflöskum innan sama liggjanda, þ.e. annars vegar sýnum við Kreppu og Upptyppinga og hinsvegar sýnum við Grímsstaði, sáu tveir hópar um sýnatökuna í seinni sýnatökuferðinni. Sömu hópar rennismældu síðan við Grímsstaði og Kreppu. Þessi sýnatökuferð gekk hinsvegar erfiðlega vegna veðurs en mikið hvassviðri með sandroki gekk yfir á meðan á henni stóð og tafði það sýnatöku. Þannig þurfti að hætta í fyrri punktsýnatökunni þegar búið var að safna sýnum á 65, 85 og 105 m og halda henni áfram næsta dag. Til að geta borið saman punktsýnin frá þessum tveim dögum var aukasett af punktsýnum tekið í 105 m stöðinni seinni daginn. Einnig voru tekin tvö aukapör af Grímsstaðasýnum af brú og kláfi.

Í þessum tveim sýnatökuferðum voru því alls tekin 92 svifaurssýni í stað þeirra 78, sem áætlað var að taka, og voru sýnin kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga. Eins og í sýnum frá árinu 2000 var gerð einfaldari kornastærðarmæling á punktsýnum af rafdrifna kláfnum en hefðbundnum sýnum, þ.e. kornastærðarferillinn nær aðeins niður í um 0,01 mm í stað u. þ. b. 0,0016 mm í venjulegri mælingu.

Í báðum þessum sýnatökuferðum var magn skriðaus mælt á stöðvum í 65, 85, 95, 105, 115, 125, 135 og 145 m fjarlægð frá kláfhúsi. Í þessum ferðum var hægri bakki í um 50 m fjarlægð frá húsi og vinstri bakki í rúmlega 160 m frá húsi. Þessar fjarlægðir eru hinsvegar breytilegar eftir vatnshæð. Áttatíu og fimm sýnum var safnað í fyrri ferðinni og 92 sýnum í þeirri seinni þrátt fyrir að í samningi væri gert ráð fyrir að nota styttri tíma í skriðaurssýnatöku í seinni ferðinni. Þar skipti mestu máli að tveir hópar sáu um aurburðarsýnatökuna í seinna skiptið svo að mikill tími sparaðist í ferðir á milli staða. Af þessum skriðaurssýnum voru 20 sýni úr fyrri ferðinni og 12 sýni úr seinni ferðinni kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga.

Í þessari greinargerð er fyrst fjallað um mælingar á svifaurssýnum úr einstökum þversniðum, annars vegar punktsýni, sem tekin voru í tilteknu sniði og á ákveðnu dýpi, og hinsvegar heilduð sýni úr hverju sniði, sem eru tekin með því að aurburðarsýnatakinn var látinn leggjast á botninn (100% dýpi) og sýninu safnað meðan sýnatakinn var dreginn upp í gegnum vatnssúluna. Þá er greint frá niðurstöðum mælinga á hefðbundnum sýnum frá brúnum við Grímsstaði, Upptyppinga og Kreppu, sem tekin voru í tengslum við þessar svifaurssýnasyrpur. Sérstaklega er athugað hvernig niðurstöður frá Grímsstaðabrúnni samræmast niðurstöðum heildaðra sýna af kláfnum. Einnig er sett fram tafla með öllum svifaurssýnum, nema punktsýnum, sem tekin voru árið 2001 við Grímsstaði, Upptyppinga og Kreppu til þess að auðvelda samantekt þessara sýna síðar meir. Að lokum er greint frá niðurstöðum botnskriðsmælinga og kornastærðargreiningum skriðaurssýna.

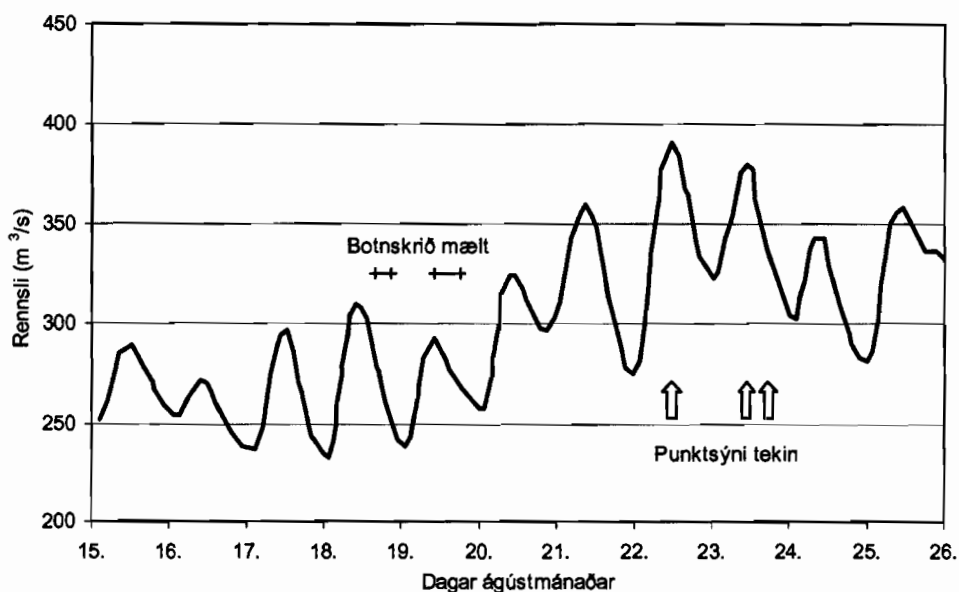
## 2 SVIFAURSMÆLINGAR

### 2.1 Punktýni af kláfi við Grímsstaði

Punktýnin voru tekin með punktýnataknum P61 á nýja rafdrifna kláfnum við Grímsstaði. Sýnin voru tekin á fimm stöðvum þvert yfir ána eða í 65, 85, 105, 125 og 140 m fjarlægð frá O-punkti. O-punkturinn sem sniðin eru miðuð við er í dyragætt hússins, sem hýsir rafdrifna spilið, eða um 50 m inni á hægri bakka árinna. Á hverri stöð voru teknar 5 sýnaflöskur, þ.e. á 50, 80, 90, 95 og 100% dýpi miðuð við að 100% dýpi sé þar sem punktýnatakinn leggst á botninn. Þá eru þó enn um 10 cm frá inntaksstútnum og niður á botn. Sýnin voru tekin þannig að sýnatakinn var látinn síga niður á ákveðið dýpi, inntaksopið opnað og vatnssýni safnað gegnum stútninn (4,5 mm í þvermál) í fyrirfram ákveðinn tíma. Að auki voru tekin heilduð sýni á hverri stöð þar sem sýnatakinn var opnaður við botn og dreginn upp á yfirborð með jöfnum hraða.

Punktýni voru eingöngu tekin í seinni sýnatökuferðinni dagana 22. og 23. ágúst. Mynd 1 sýnir rennslisbreytingar dagana í kringum ferðina og hvenær punktýnatakinn fór fram. Dagsveifla rennslis var mikil þessa daga en ætlunin var að taka punktýnasyrpur annars vegar við hámark og hinsvegar lágmark dagsveiflu. Mikill vindur fyrri daginn gerði hinsvegar sýnatöku mjög erfiða og varð að hætta henni þegar rúmlega helmingur hárennslissyrpunnar var búinn (sýnum safnað 10:00-13:07). Haldið var áfram daginn eftir (10:22-12:48) og var aukasett af punktýnum (6 sýni) tekið á stöð 105 m til þess að hafa samanburð við fyrri daginn. Rennlið var þá heldur minna en í upphafi sýnatökunnar daginn áður. Seinni punktýnasyrpan var tekin aðeins fyrir lágmark dagsveiflu þann 23. ágúst frá kl. 16:25 til 20:35.

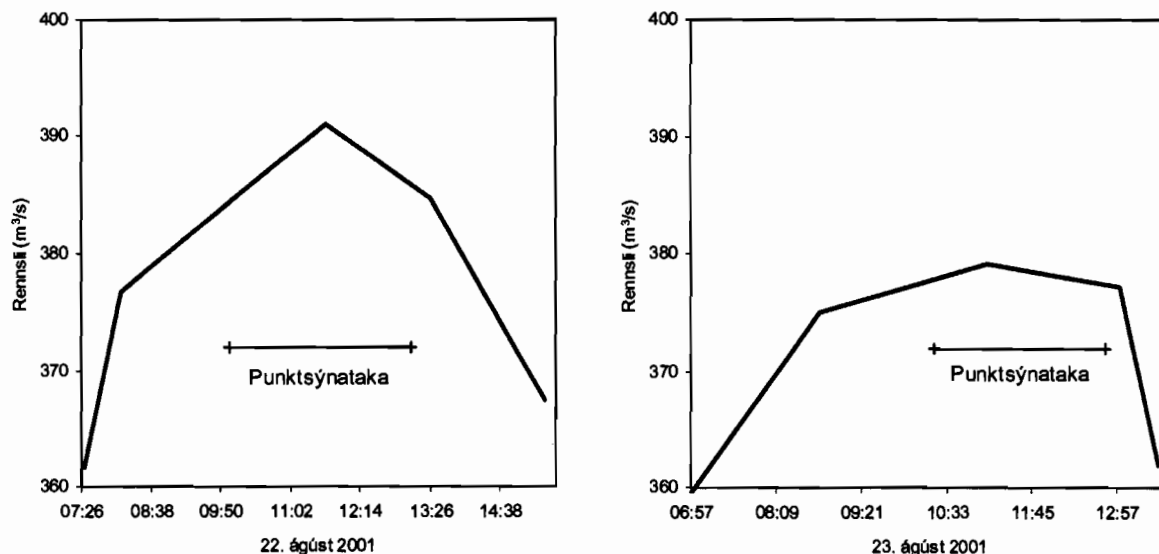
Tvær rennslismælingar voru gerðar í tengslum við seinni sýnatökuferðina í ágúst. Fyrri mælingin hófst kl. 9:48 þann 18. ágúst og reyndist þá rennlið vera 325,8 m<sup>3</sup>/s, en byrjað var á seinni rennslismælingunni kl. 09:02 þann 24. ágúst og gaf hún 362,4 m<sup>3</sup>/s. Frávik frá gildandi rennslislykli var 5,1 % í fyrri mælingunni og 5 % í þeirri seinni.



Mynd 1. Rennslí Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði dagana 15. – 25. ágúst 2001.

### 2.1.1 Punktýni tekin við hámark dagssveiflu 22. og 23. ágúst 2001

Vegna hinnar tvískiptu framkvæmdar punktýnatöku við hámark dagsveiflu var rennsli nokkuð breytilegt á milli sýna eins og sést á mynd 2. Fyrri daginn var rennslið lægst um 383 m<sup>3</sup>/s og hæst um 391 m<sup>3</sup>/s, en seinni daginn hélst það á milli 376 og 379 m<sup>3</sup>/s. Rennsli sem hér er gefið upp er samkvæmt Stevens vatnshæðarmæli.



Mynd 2. Rennsli Jökulsár á Fjöllum á meðan á hámarkspunktýnatöku stóð.

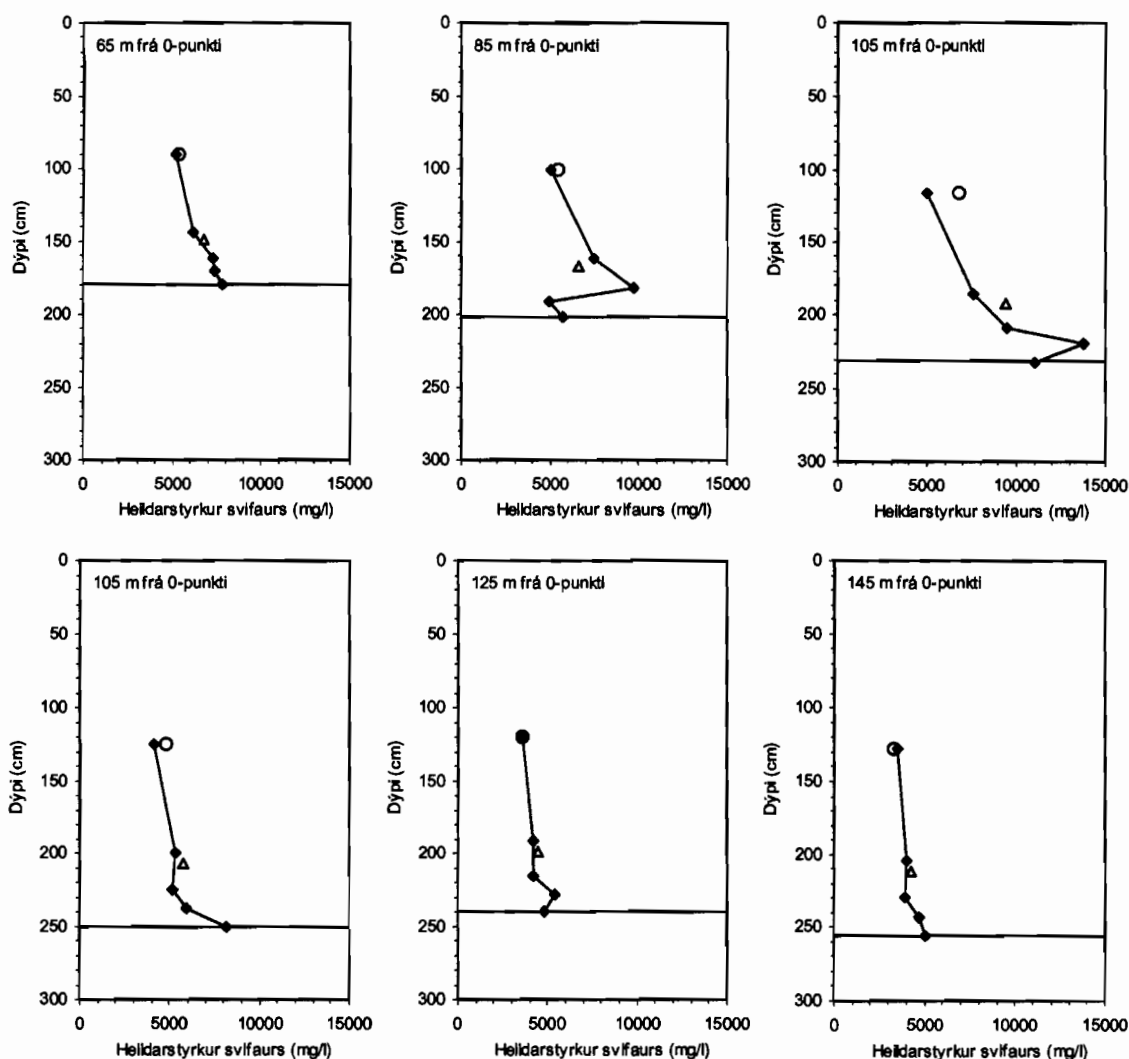
Niðurstöður punktýnatökunnar eru settar fram í töflu 1. Eins og árið 2000 var styrkur uppleystra efna ekki mældur í punktýnunum sjálfum en hægt er að nálgast hann í sýnum teknum rétt fyrir punktýnatökuna, t.d. í heilduðu sýni af kláfi frá 23. ágúst kl. 9:27.

Tafla 1. Niðurstöður punktýnatöku við hámark dagssveiflu dagana 22. og 23. ágúst.

Dags.	Kl.	Fjarlægð frá 0-punkti	Dýpi botns (cm)	Dýpi í % frá yfirborði	Dýpi sýnis (cm)	Aur-styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l)				Stærstu korn (mm)
							<0,02 mm	0,02-0,06 mm	0,06-0,2 mm	>0,2 mm	
20010822	10:38	65	180	heildað	0-180	5382	1292	1776	2207	107	0,7
"	10:32	"	"	50	90	5203	1248	1665	2238	52	0,3
"	10:28	"	"	80	144	6156	1169	1847	2955	185	0,7
"	10:25	"	"	90	162	7250	1160	2030	3697	363	0,9
"	10:20	"	"	95	171	7354	1250	1765	4045	294	1
"	10:00	"	"	100	180	7821	1329	1799	4380	313	0,8
20010822	12:05	85	202	heildað	0-202	5458	928	2347	1965	218	0,9
"	11:45	"	"	50	101	5016	1555	1906	1354	201	0,8
"	11:28	"	"	80	162	7436	1562	2156	2826	892	1,1
"	11:10	"	"	90	182	9744	1364	2241	3898	2241	1,1
"	11:05	"	"	95	192	4906	1521	1619	1374	392	0,8
"	10:52	"	"	100	202	5756	978	2015	1612	1151	2,5
20010822	13:07	105	232	heildað	0-232	6825	1774	1638	2184	1228	1
"	13:04	"	"	50	116	4999	950	1099	2200	750	0,9
"	13:00	"	"	80	186	7617	1828	1752	2361	1676	0,9
"	12:44	"	"	90	209	9459	1608	2176	3878	1797	1,4
"	12:37	"	"	95	220	13826	1521	2489	3871	5945	1,3
"	12:30	"	"	100	232	11066	1549	2324	3541	3652	1,6
20010823	12:48	105	250	heildað	0-250	4770	954	954	1908	954	2,5
"	12:42	"	"	50	125	4150	913	996	1826	415	0,9
"	12:30	"	"	80	200	5342	1015	908	2297	1122	1,2
"	12:24	"	"	90	225	5174	880	931	2225	1138	1,4
"	12:15	"	"	95	238	5955	893	953	2382	1727	1,2
"	12:10	"	"	100	250	8167	898	1062	2695	3512	1,8

20010823	11:55	125	240	heildað	0-240	3582	788	1003	1576	215	1,1
"	11:48	"	"	50	120	3564	891	962	1568	143	0,9
"	11:41	"	"	80	192	4241	848	1103	1993	297	0,9
"	11:34	"	"	90	216	4173	918	918	1920	417	0,9
"	11:26	"	"	95	228	5420	1084	1084	2385	867	0,8
"	12:03	"	"	100	240	4829	821	1014	2318	676	1,1
20010823	11:07	145	256	heildað	0-256	3342	902	902	1404	134	0,5
"	10:58	"	"	50	128	3486	906	941	1534	105	0,8
"	10:50	"	"	80	205	3976	914	994	1829	239	0,8
"	10:40	"	"	90	230	3935	826	905	1810	394	0,8
"	10:31	"	"	95	243	4710	848	1083	2261	518	0,7
"	10:22	"	"	100	256	5010	852	952	2304	902	0,8

Niðurstöður í töflu 1 eru settar fram á myndrænan hátt á mynd 3 til þess að hægt sé að átta sig betur á breytileika svifaursstyrks með dýpi. Miðað er við að dýpi heilduðu sýnanna sé helmingur af heildardýpi sniðsins, en dýpi opnu þríhyrninganna er fengið með því að reikna dýpismeðaltal punktsýnanna. Skýringar við mynd 3 eiga einnig við seinni myndir í greinargerðinni sem sýna svifaursstyrk með dýpi.



Mynd 3. Heildarsvifaursstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum 22. ágúst og fyrri hluta dags 23. ágúst 2001. Opnir hringir tákna aurstyrk heildaðra sýna en opnir þríhyrningar sýna meðalurstyrk punktsýnanna fimm. Lárétta strikið markar 100% dýpi, um 10 cm yfir botni sniðsins.

Í um 70 % sýnanna var þvermál stærsta korns innan við 1 mm (tafla 1) sem bendir til að í flestum tilfellum hafi punktsýnatakinn safnað aur af eðlilegri kornastærð svifauris þrátt fyrir að op sýnatakans sé aðeins 10 cm ofan við botninn. Tvö punktsýnanna innihéldu þó korn stærri en 1,8 mm og var annað tekið á 100 % dýpi í fyrri 105 m sniðinu, en hitt á 50 % dýpi í 85 m sniðinu. Þegar á heildina er lítið söfnuðust stærstu korn í sýnatakann í 85 og 105 m sniðunum.

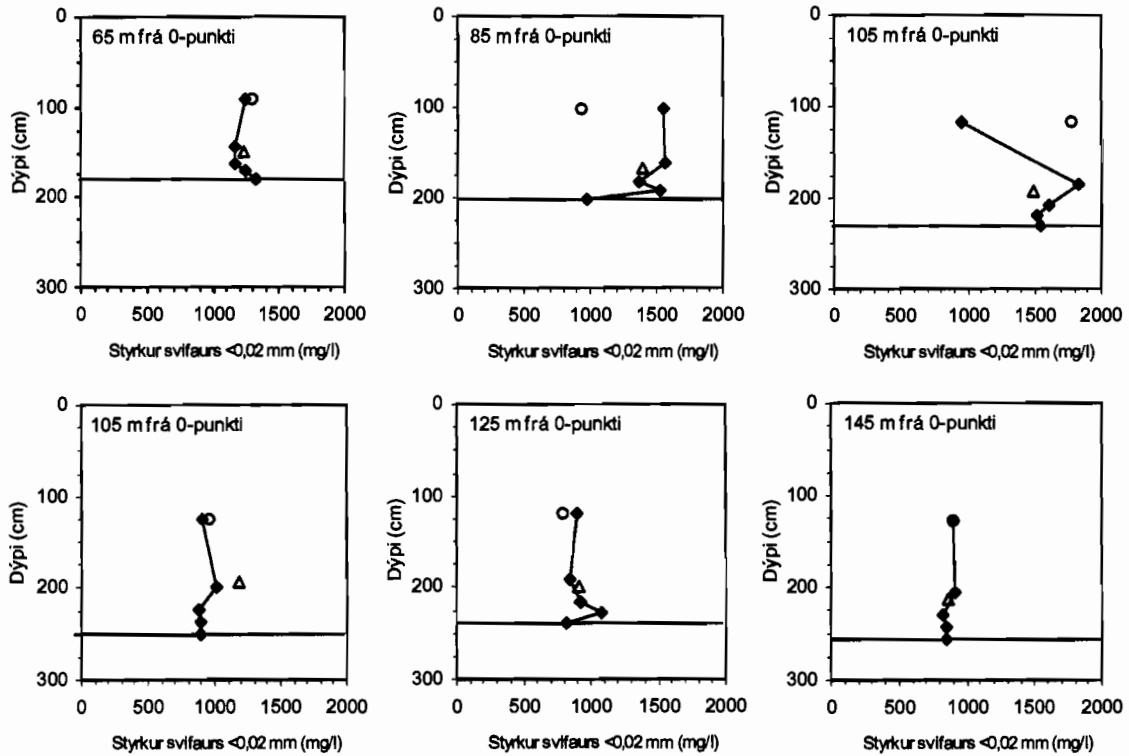
Mikill munur sést á heildaraurstyrk á milli breiddarsniðanna fimm en einnig á milli þeirra tveggja 105 m sniða sem tekin voru. Minnsti heildaraurstyrkurinn var í 125 og 145 m sniðunum en langmestur í 105 m sniðinu sem tekið var 22. ágúst. Þessi munur á fyrri og seinni degi er líklega að mestu leyti tilkominn vegna rennslismismunar, enda var rennslið yfir 385 m<sup>3</sup>/s fyrri daginn en innan við 370 m<sup>3</sup>/s þann seinni. Veður getur líka hafa sett strík í reikninginn þar sem mikið sandfok var fyrri daginn, enda mikill vindur. Hugsanlegt er að sandflutningur hafi aukist samtímis. Að öllum líkindum hefði minni munur verið á heildaraurstyrk í 65 og 85 m sniðunum annars vegar og 125 og 145 m hinsvegar ef öll sýnin hefðu náðst á sama degi. Hafa ber þennan dagamun í huga þegar svifaursstyrkur sýna við hámark dagssveiflu er skoðaður.

Að jafnaði jókst heildarsvifaursstyrkur þegar nær dró botni, þó að í 85, 105 og 125 m hafi 100 % sýnin ekki sýnt mesta aurstyrkinn. Myndir 4 til 7 sýna hinsvegar hvernig aurstyrkur hvers kornastærðarflokks fyrir sig breytist með dýpi.

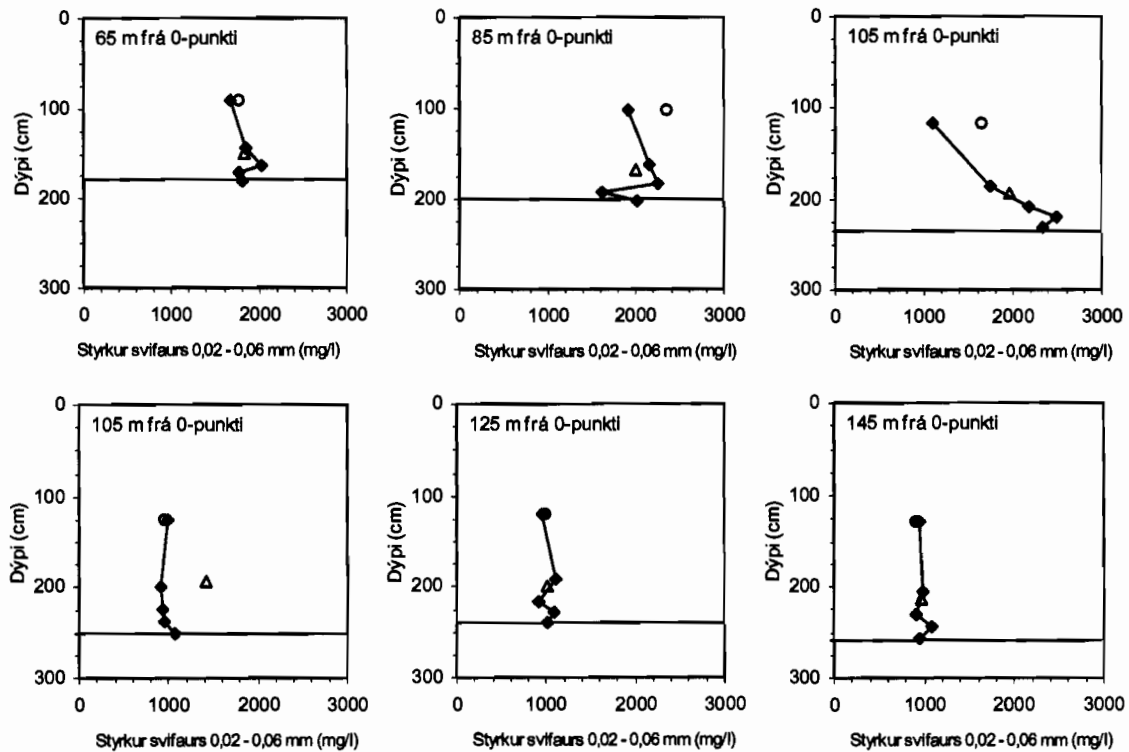
Í fíngerðasta stærðarflokknum (<0,02 mm) er ekki marktæk styrkbreyting með dýpi (mynd 4) og styður það þær skoðanir sem oft eru hafðar uppi um að fíngerðasti svifaurinn ferðist nokkuð jafndreifður um vatnsbolinn. Þó hefur 50 % sýnið í 105 m frá fyrri degi og 100 % sýnið frá 85 m nokkuð minni styrk en önnur sýni úr sömu sniðum. Hvað veldur lágum styrk í þessum sýnum er óljóst. Almennt er minni munur á styrk <0,02 mm kornastærðarflokksins á milli sýnatökudagana en grófari flokkanna. Í næstfíngerðasta stærðarflokknum (0,02–0,06 mm) er styrkbreyting með dýpi líka lítil eða ómarktæk, fyrir utan 105 m sniðið þar sem styrkur eykst mikið með dýpi (mynd 5). Aurstyrkurinn er þó töluvert meiri fyrri daginn en seinni daginn, eða nær 2000 mg/l í stað 1000 mg/l.

Styrkur 0,06–0,2 mm kornastærðarinnar jókst mikið með dýpi fyrir utan í 85 m sniðinu þar sem styrkur neðstu sýnanna tveggja var mun minni en sýna af 90 og 80 % dýpi (mynd 6). Styrkur þessarar kornastærðar var almennt lægri í sýnum sem tekin voru seinni daginn og einnig jókst styrkur minna með dýpi þann dag. Í raun eru ferlar fyrir styrk með dýpi mjög svipaðir fyrir öll sniðin (105, 125 og 145 m) sem tekin voru seinni daginn.

Að jafnaði jókst styrkur grófasta kornastærðarflokksins (sandur >0,2 mm) með dýpi þó að undantekningar hafi verið þar á (mynd 7). Langmesti sandstyrkur var í 95 % sýninu í 105 m sniðinu fyrri daginn, eða tæplega 6000 mg/l. Ekkert sýni í öðrum stærðarflokkum náði heldur þessum styrk. Hinsvegar er áberandi hversu lágur styrkur er í 65 m sniðinu og hversu lítið hann breytist með dýpi, sérstaklega í samanburði við hinn háa aurstyrk 0,06–0,2 mm kornastærðarinnar í sama sniði. Greinilegt er að straumur er ekki nógur á þessum stað til þess að halda miklum sandi á lofti. Mestur sandur er hinsvegar á ferðinni í 105 m fyrri daginn, en þó er sandstyrkurinn líka töluverður í 85 m og í 105 m sniðinu seinni daginn.

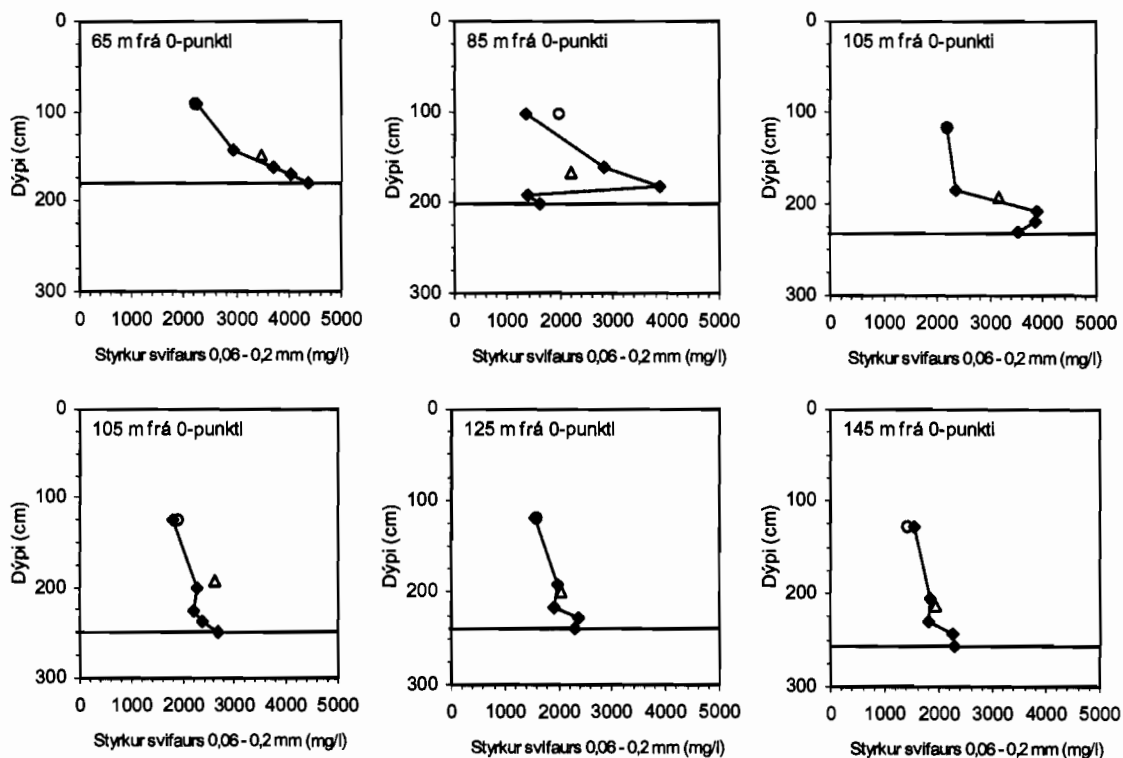


Mynd 4. Styrkur svifaurs  $<0,02\text{ mm}$  í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í fyrri punktsýnatöku dagana 22. og 23. ágúst 2001.

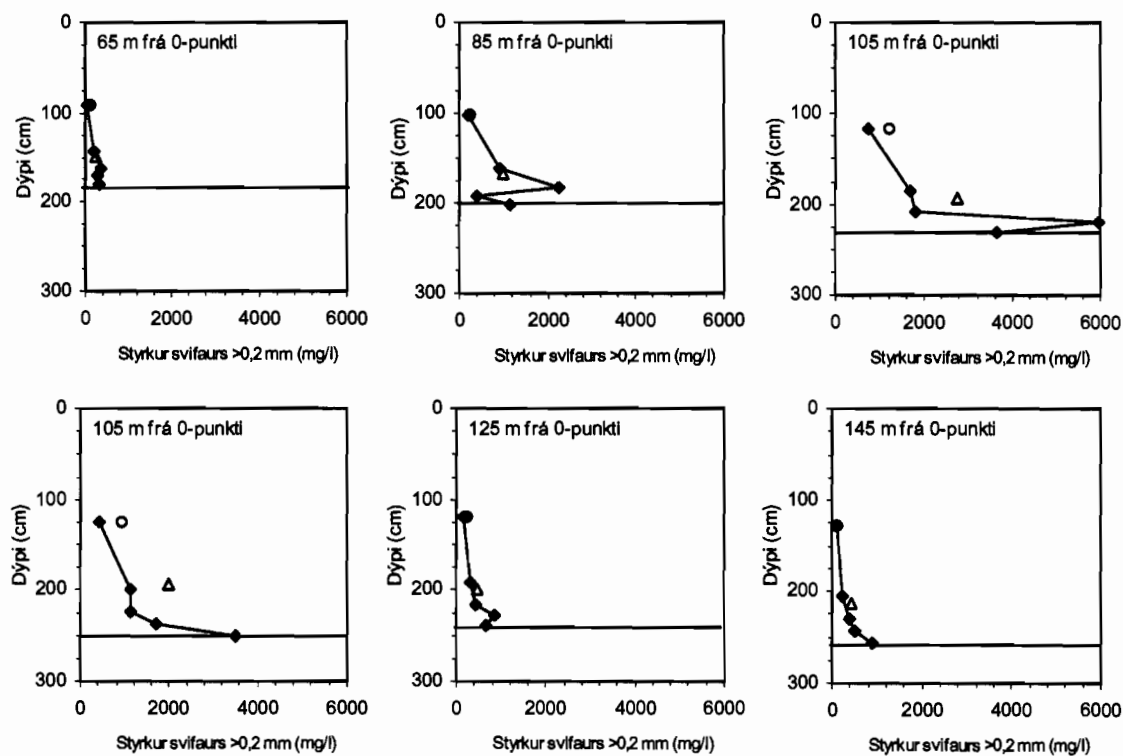


Mynd 5. Styrkur svifaurs  $0,02\text{--}0,06\text{ mm}$  í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í fyrri punktsýnatöku dagana 22. og 23. ágúst 2001.





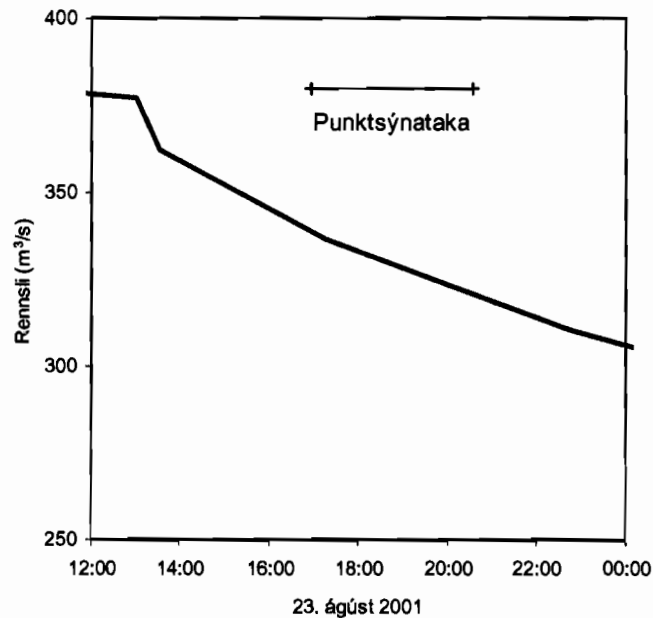
Mynd 6. Styrkur svifaus 0,06–0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í fyrri punktsýnatöku dagana 22. og 23. ágúst 2001.



Mynd 7. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í fyrri punktsýnatöku dagana 22. og 23. ágúst 2001.

### 2.1.2 Punktýni tekin við lágmark dagssveiflu 23. ágúst 2001.

Sýnataka við lágmark dagssveiflu hófst kl. 16:55 og lauk kl. 21:15. Rennslisbreytingar innan sýnatökustímans eru sýndar á mynd 8 þar sem sést að rennslid minnkaði úr 338 í 317 m<sup>3</sup>/s á meðan á punktýnatökunni stóð.



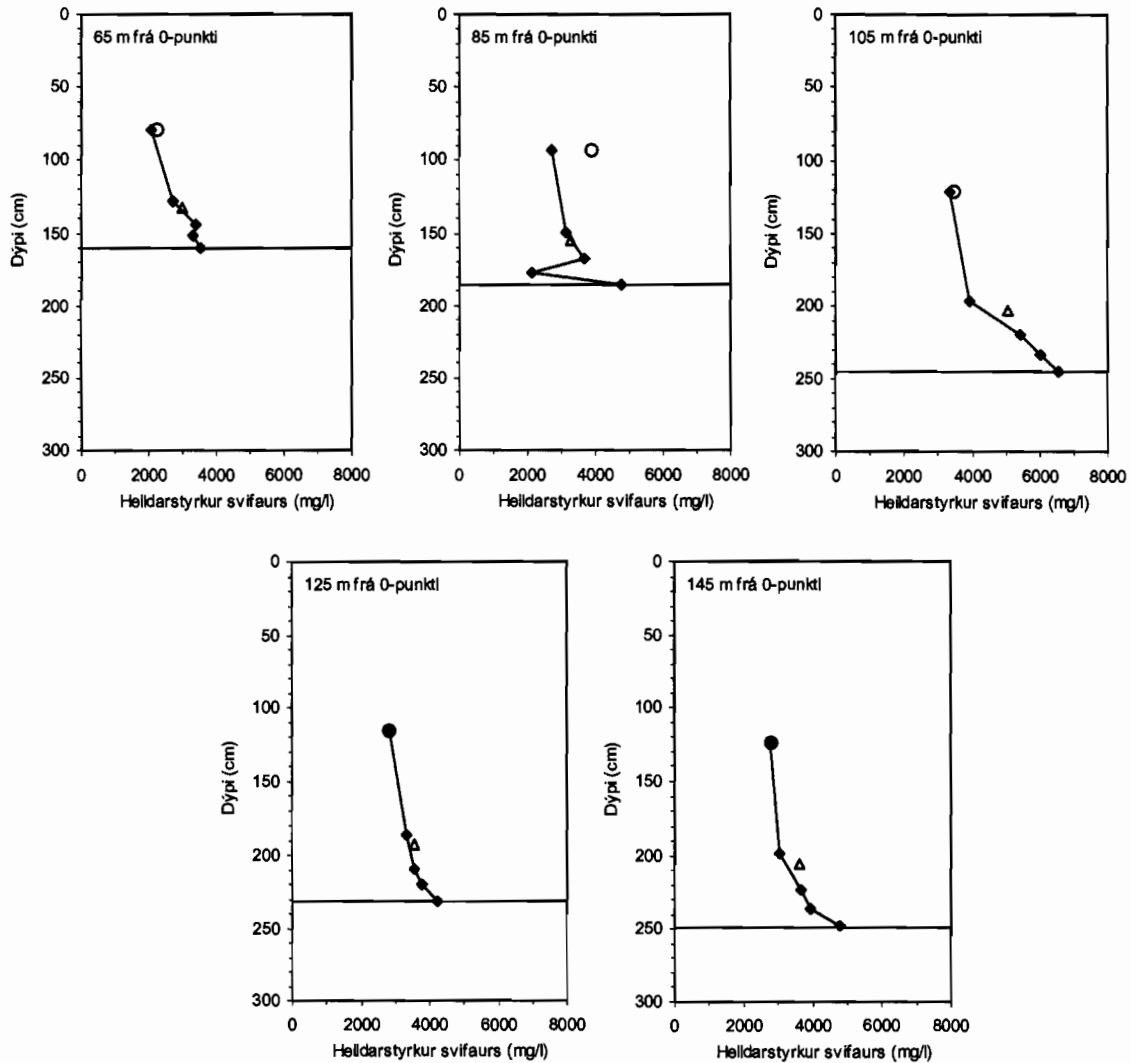
Mynd 8. Rennslí Jökulsár á Fjöllum á meðan á lágmarkspunktýnatöku stóð.

Tafla 2 sýnir niðurstöður kornastærðargreininga á punktýnunum, en niðurstöður um heildarsvifaur eru settar fram á myndrænan hátt á mynd 9. Miðað er við að magn uppleystra efna sé það sama og í heilduðu sýni sem tekið var af kláfnum kl. 21:15 þann 23. ágúst, eða 64 mg/l.

Tafla 2. Niðurstöður punktýnatöku við lágmark dagssveiflu þann 23. ágúst.

Dags.	Kl.	Fjarlægð frá 0-punkti	Dýpi botns (cm)	Dýpi í % frá yfirborði	Dýpi sýnis (cm)	Aurstyrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l)				Stærstu korn (mm)
							<0,02 mm	0,02-0,06 mm	0,06-0,2 mm	>0,2 mm	
20010823	20:35	65	160	heildað	0-160	2263	679	498	973	113	0,7
"	20:32	"	"	50	80	2096	629	482	943	42	0,8
"	20:29	"	"	80	128	2744	741	412	1454	137	0,7
"	20:27	"	"	90	144	3408	716	477	1908	307	1
"	20:23	"	"	95	152	3299	759	429	1847	264	0,7
"	20:21	"	"	100	160	3535	672	495	2015	353	0,9
20010823	20:16	85	186	heildað	0-186	3896	779	468	1091	1558	2,5
"	20:12	"	"	50	93	2720	734	517	1170	299	0,9
"	20:08	"	"	80	149	3151	756	504	1355	536	2,9
"	20:00	"	"	90	167	3665	696	586	1503	880	1,1
"	19:19	"	"	95	177	2114	951	423	550	190	0,9
"	19:15	"	"	100	186	4783	765	526	1674	1818	2,1
20010823	19:08	105	245	heildað	0-245	3485	767	592	1359	767	2,9
"	19:03	"	"	50	122	3346	803	669	1339	535	0,9
"	18:58	"	"	80	196	3910	704	665	1642	899	1,1
"	18:52	"	"	90	220	5413	704	379	2165	2165	1,6
"	18:46	"	"	95	233	6016	782	602	2226	2406	0,9
"	18:40	"	"	100	245	6566	788	657	2232	2889	1,5
20010823	18:33	125	232	heildað	0-232	2837	823	596	1191	227	0,9
"	18:26	"	"	50	116	2823	847	564	1214	198	0,7
"	18:19	"	"	80	186	3311	894	596	1457	364	0,8
"	18:11	"	"	90	209	3533	848	565	1625	495	0,8
"	18:05	"	"	95	220	3756	789	676	1577	714	1,5

“	17:58	“	“	100	232	4231	804	592	1862	973	1,2
20010823	17:50	145	248	heildað	0-248	2796	811	643	1174	168	0,8
“	17:40	“	“	50	124	2781	862	779	1029	111	0,7
“	17:32	“	“	80	198	3046	883	640	1340	183	0,9
“	17:14	“	“	90	223	3666	990	550	1686	440	0,8
“	17:05	“	“	95	236	3923	941	510	1648	824	0,7
“	16:55	“	“	100	248	4780	956	717	2151	956	0,8



Mynd 9. Heildarsvifaurstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum við lágmark dagsveiflu þann 23. ágúst 2001.

Heildaraurstyrkur í sýnum teknum þann 23. ágúst fer að jafnaði vaxandi með dýpi og er mest efni á ferðinni í 105 m sniðinu en einna minnst í 65 m (mynd 9). Styrkur heildaða sýnisins sem tekið var í öllum sniðum frá botni og upp að yfirborði er í öll nema eitt skipti mjög nálægt styrk sýnisins sem tekið var í 50 % dýpi. Vegið meðaltal flasknanna fimm í hverju sniði var hinsvegar töluvert meira en heildaða sýnisins í fjögur skipti af fimm. Þetta bendir til þess að heildað sýni vanmeti hugsanlega aurstyrk að einhverju leyti, þar sem aurstyrkur frá 50 % dýpi og upp á yfirborð breytist hlutfallslega minna en frá 50 % dýpi og niður á botn.

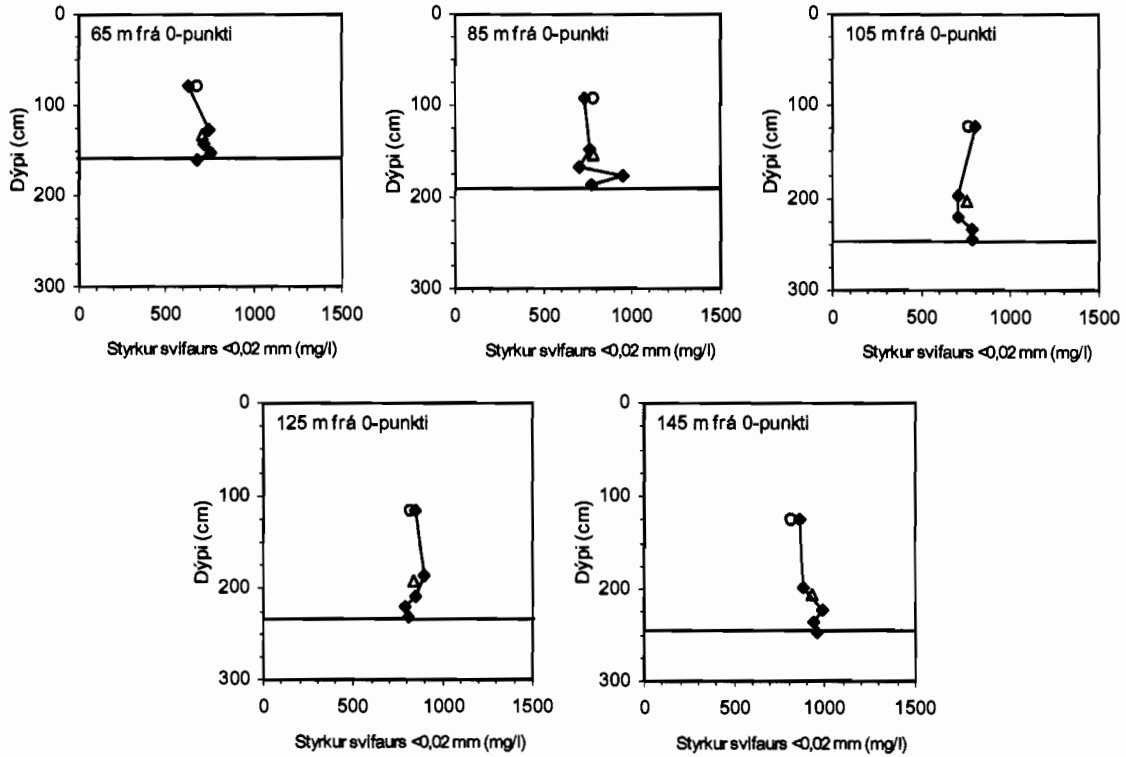
Myndir 10 til 13 sýna styrk einstakra kornastærðarflokka í sýnum sem tekin voru í punktsýnatöku við lágmark þann 23. ágúst. Engin marktæk breyting er á styrk fíngerðustu

kornastærðarflokkanna <0,02 og 0,02–0,06 mm með dýpi og er styrkurinn nokkuð sveiflukenndur á milli mismunandi dýptarsýna (myndir 10 og 11).

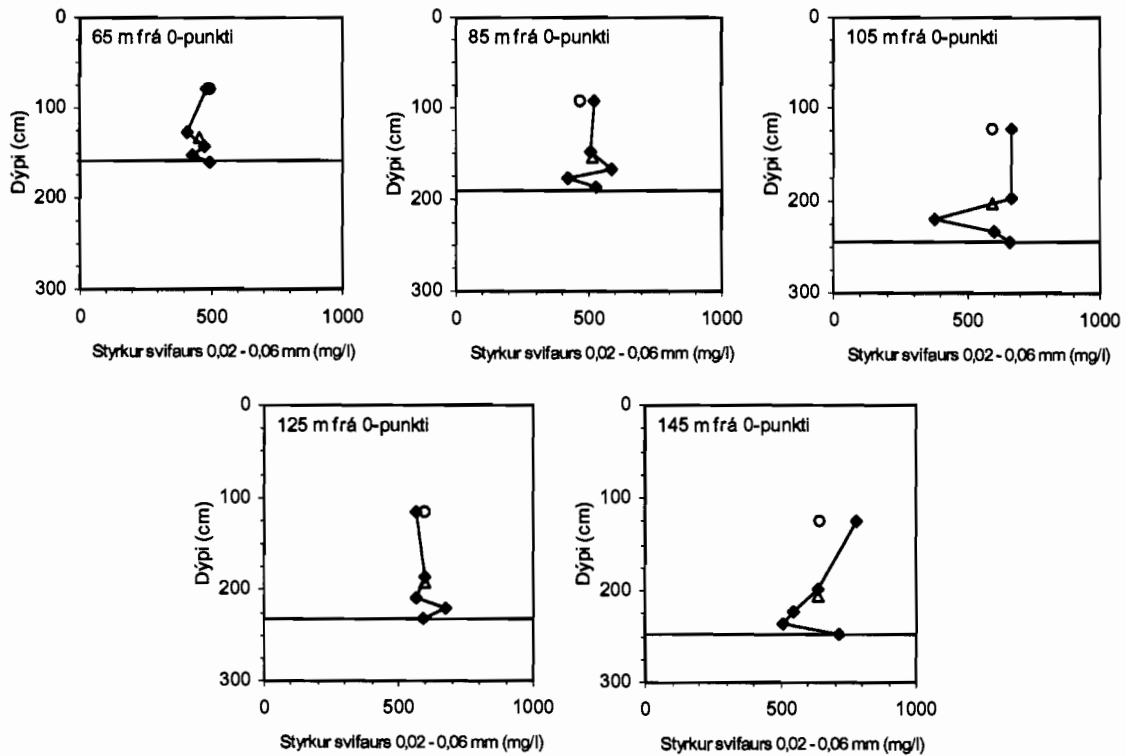
Styrkur grófari flokkanna eykst hinsvegar mikið með dýpi, þó að 95 % sýnið í 85 m hafi áberandi lágan styrk í báðum kornastærðarflokkum (myndir 12 og 13). Í 0,06–0,2 mm stærðarflokknum eru styrkferlarnir í öllum sniðum svipaðir og eykst styrkurinn úr rúmlega 1000 mg/l í um og yfir 2000 mg/l. Í grófasta flokknum er mun meiri munur á milli sniðanna þar sem styrkur sands (>0,2 mm) er mjög lítil í 65 m (<500 mg/l), en allt að 3000 mg/l í 105 m sniðinu. Sniðin í 125 og 145 m eru nokkuð áþekkt með styrk aukningu frá um 200 mg/l í 1000 mg/l. Breytingin er óreglulegri í 85 m sniðinu og inniheldur neðsta sýnið 2000 mg/l af sandi.

Þegar sýnin sem tekin voru við hámark dagssveiflu og lágmark dagsveiflu eru borin saman kemur í ljós að lágmarkssýnin hafa mun minni styrk, bæði þegar borið er saman við sýni frá fyrri og seinni degi hámarkssýnatökunnar. Við samanburðinn er nauðsynlegt að gera sér grein fyrir að kvarðinn á myndunum er misjafn á milli þessara sýnatökusyrpa og er hann allt að tvöfalt hærri fyrir suma kornastærðarflokka í hámarkssyrpunni.

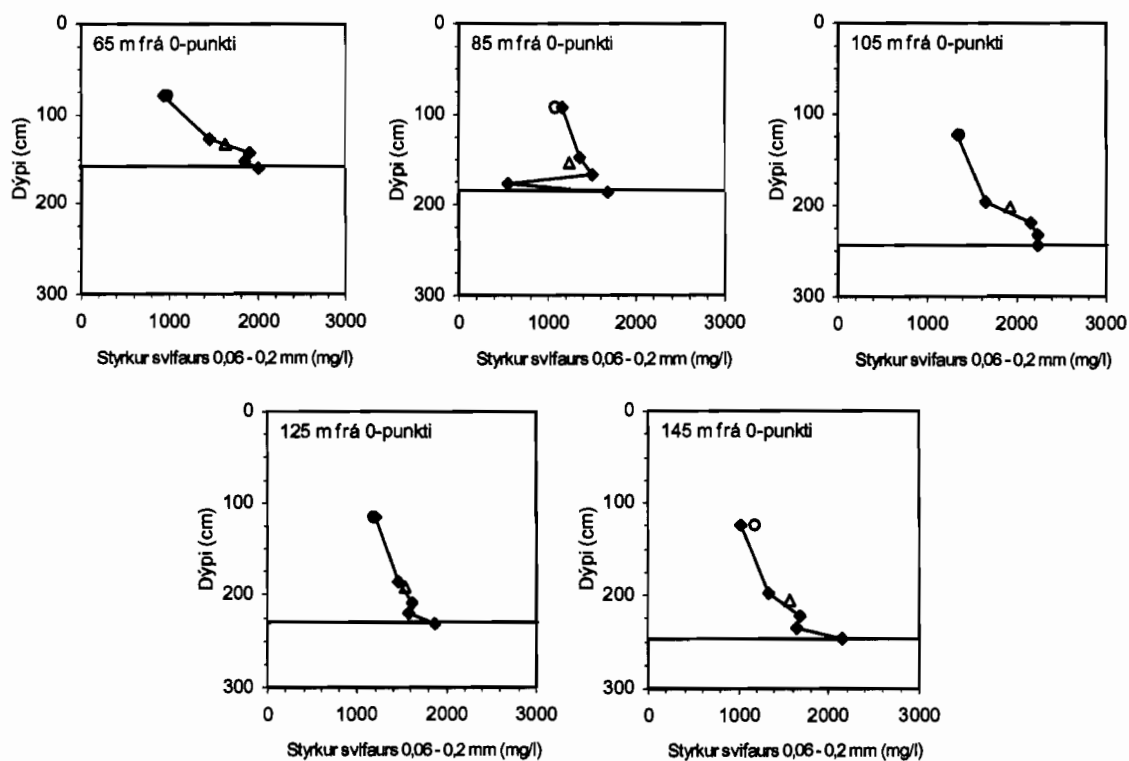
Hegðun styrkbreytinga með dýpi innan hvers kornastærðarflokks er þó nokkuð svipuð milli syrpanna, svo og styrkmunur milli sniða í hverjum flokki. Þannig eru t.d. styrkferlar 0,06–0,2 mm efnisins nokkuð svipaðir í öllum sniðum í bæði hámarks- og lágmarkssyrpu á meðan efnid >0,2 mm er langminnst í 65 m og mest í 105 m í báðum sýnatökusyrpum.



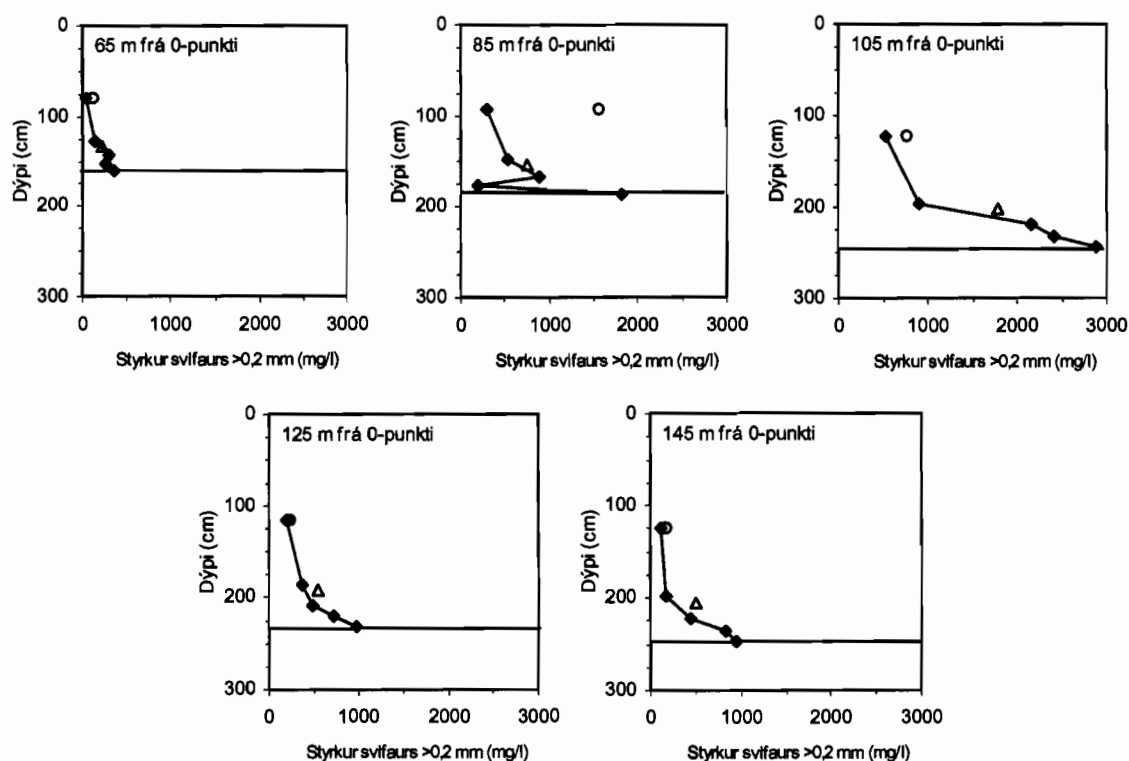
Mynd 10. Styrkur svifaurs  $<0,02\text{ mm}$  í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í lágmarks punktsýnatöku 23. ágúst 2001.



Mynd 11. Styrkur svifaurs 0,02–0,06 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í lágmarks punktsýnatöku 23. ágúst 2001.



Mynd 12. Styrkur svifaus 0,06–0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í lágmarks punktsýnatöku 23. ágúst 2001.



Mynd 13. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum í lágmarks punktsýnatöku 23. ágúst 2001.

### 2.1.3 Önnur svifaurssýni úr Jökulsá á Fjöllum og Kreppu árið 2001

Árið 2001 voru fjölmörg svifaurssýni tekin í Jökulsá á Fjöllum og Kreppu fyrir utan þau punktsýni sem kynnt voru hér á undan. Þetta voru þau sýni sem tekin voru í tengslum við hefðbundnar rennismælingaferðir Vatnamælinga, sýni frá Grímsstaðabrúnni sem tekin voru í efnavöktunarferðum, auk samanburðarsýna frá Grímsstöðum, Upptyppingum og Kreppu sem tekin voru í sýnaferðunum tveimur sem fjallað er um hér á undan. Tafla 3 sýnir aurstyrk og kornastærðarniðurstöður allra þessara sýna, auk þess sem uppgengið er með hvaða sýnataka sýnin voru tekin. Rennsli er alltaf fundið með rennislislyklum út frá álestri á vatnshæð (lykill 3 fyrir Grímsstaði, lykill 7 fyrir Upptyppinga og lykill 2 fyrir Kreppu). Ekki verður fjallað sérstaklega um kornastærðarniðurstöður efnavöktunarsýna frá Grímsstöðum (merkt með (e) í töflunni) að sinni, né sýna frá Upptyppingum og Kreppu, en niðurstöður þeirra bætast í safn aurburðarmælinga frá þessum stöðum (sjá t.d. skýrslur Svans Pálssonar og Guðmundar Vigfússonar frá 1996 og Hauks Tómassonar, Svans Pálssonar og Guðmundar H. Vigfússonar frá 1996).

Tafla 3 sýnir að öll sýni sem tekin voru af Grímsstaðabrúnni árið 2001 voru tekin með S49 sýnataka á tveimur (S2 sýni) eða þremur (S1 sýni) stöðum. Fimm þessara sýna mynda þör með kláfsýnum frá Grímsstöðum og eru þau notuð til þess að bera saman svifaur á sýnatökustöðunum tveimur. Kláfsýnin voru tekin með P61 sýnataka á 65, 85, 105, 125 og 145 m frá 0-punkti við hús. Eins og í brúarsýnunum var innihaldi allra sýnaflasknanna hellt saman áður en sýnið var kornastærðargreint. Í tvö skipti var hinsvegar aukasett af sýnaflöskum tekið af kláfnum og innihald hvarrar flösku fyrir sig greint (SD sýni). Reiknað var bæði einfalt og vegið styrkmeðaltal fyrir þessi tvö sýni á eftirfarandi hátt:

$$\text{Einfalt svifaursstyrksmeðaltal:} \quad \frac{C_1 + C_2 + \dots + C_n}{n}$$

$$\text{Vegið svifaursstyrksmeðaltal:} \quad \frac{C_1V_1 + C_2V_2 + \dots + C_nV_n}{V}$$

þar sem  $C$  táknar svifaursstyrk,  $V$  rúmmál og  $n$  fjölda flaskna. Þar sem gert er ráð fyrir mismunandi rúmmáli sýnanna í vegna svifaursmeðaltalinu er réttara að nota það við samanburð við sýni þar sem innihaldi nokkurra sýnaflaskna er hellt saman áður en þau eru greind eins og gert er í brúarsýnum og heilduðum kláfsýnum frá Grímsstöðum. Niðurstöður þessara sýna eru líka settar fram í töflu 3 (auðkennd með k.v.m. (kláfur vegið meðaltal)).

Vegna meðaltalið er hærra í öðru kláfsýnaparinu en lægra í hinu svo að ekki virðist vera kerfisbundinn munur á þessum sýnum. Sama er uppi á teningunum í sýnapörum sem tekin voru af brúnni annars vegar og kláfnum hinsvegar. Slík sýnapör, fimm talsins, eru borin saman í töflu 4 og sýna þau að munur heildarstyrks sýnaparanna er ekki mjög mikill (brúarsýnin með 83–107 % af heildarstyrk kláfsýna). Sandhlutfallið er breytilegast í sýnunum, og er það allt frá 58 % til 142 %. Þessi mikli breytileiki sandhlutfalls á milli sýnapara stafar af því hversu sveiflukennður framburður grófasta hluta svifaurs er.

Tafla 3. Niðurstöður svifaurssýna, annarra en punktsýna, sem tekin voru árið 2001 í Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og Upptýpinga og Kreppu við Lónshnjúk.

Staður	Dagsetning	Kl.	Rennsli (m <sup>3</sup> /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
						<0,002	0,02- 0,002	0,06- 0,02	0,2- 0,06	>0,2		
Grímsstaðir, brú (e)	2001.01.06.	13:30	96*	76	32	5	6	2	5	14	1,1	S49/S1
Grímsstaðir, brú (e)	2001.04.06.	14:10	89	92	95	0	2	3	35	55	0,8	S49/S2
Grímsstaðir, brú (e)	2001.05.09.	13:45	183	54	905	0	27	18	326	534	1	S49/S1
Grímsstaðir, brú (e)	2001.06.25.	15:00	228	73	1106	44	255	232	409	166	1,5	S49/S1
Grímsstaðir, brú (e)	2001.08.15.	18:10	272	83	935	9	37	103	683	103	0,8	S49/S2
Grímsstaðir, brú (e)	2001.10.08.	14:00	202	96	565	45	68	34	164	254	1,3	S49/S1
Grímsstaðir, brú (e)	2001.12.10.	15:00	142	83	936	10	37	103	683	103	0,8	S49/S2
Grímsstaðir, brú	2001.07.29.	23:50	244	58	1888	132	359	321	680	396	0,8	S49/S1
Grímsstaðir, kláfur	2001.07.30.	00:00	243	74	1853	93	389	389	704	278	1,1	P61/S1
Grímsstaðir, k.v.m.	2001.07.30.	00:48	241	55	1704	115	427	280	550	333	1,3	P61/SD
Grímsstaðir, brú	2001.07.30.	10:50	283	77	2473	99	445	618	940	371	1,1	S49/S1
Grímsstaðir, kláfur	2001.07.30.	11:00	283	72	2317	93	510	556	881	278	1,1	P61/S1
Grímsstaðir, k.v.m.	2001.07.30.	11:51	283	67	2382	130	570	505	874	303	0,9	P61/SD
Grímsstaðir, brú	2001.08.22.	09:45	383	73	5066	203	709	1216	2584	354	1,1	S49/S1
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.22.	09:40	383	62	6102	183	915	1648	2746	610	1,1	P61/S1
Grímsstaðir, brú	2001.08.23.	08:15	370	53	3356	134	537	738	1611	336	1,5	S49/S1
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.23.	09:27	376	64	3524	141	564	775	1656	388	1,4	P61/S1
Grímsstaðir, brú	2001.08.23.	20:55	318	57	2795	168	447	503	1230	447	1,4	S49/S1
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.23.	21:15	317	64	2848	142	427	456	1225	598	1,5	P61/S1
Grímsstaðir, brú	2001.08.23.	13:15	370	52	3536	141	637	813	1662	283	1,9	S49/S1
Upptýpingar	2001.04.08.	15:10	65*	59	66	7	13	2	20	17	0,7	DH48/S3
Upptýpingar	2001.06.29.	11:30	120	90	935	65	150	84	309	327	1,1	DH48/S3
Upptýpingar	2001.07.29.	00:30	160	66	6962	139	1323	2019	3272	209	0,8	DH48/S3
Upptýpingar	2001.07.29.	13:25	121	66	3524	141	599	1022	1410	352	1,6	DH48/S3
Upptýpingar	2001.08.22.	14:00	196	58	4321	216	691	994	1772	648	1,9	DH48/S3
Upptýpingar	2001.08.23.	02:20	213	62	5173	259	983	1345	2069	517	1,4	DH48/S3
Upptýpingar	2001.08.23.	12:45	183	74	3114	218	467	561	1370	498	2,6	DH48/S3
Upptýpingar	2001.09.27.	19:50	125	71	905	63	136	91	235	380	1,8	DH48/S3
Upptýpingar	2001.09.28.	14:20	117	79	579	35	35	46	191	272	1,2	DH48/S3
Kreppa, brú	2001.06.29.	12:05	85,0	48	1347	81	135	202	310	619	2,5	S49/S2
Kreppa, brú	2001.07.27.	18:20	92,8	36	833	58	167	108	242	258	1,4	S49/S2
Kreppa, brú	2001.07.29.	15:45	93,3	45	1040	73	208	146	322	291	2,4	S49/S2
Kreppa, brú	2001.08.22.	14:45	118	33	1342	107	255	148	403	429	2,7	S49/S2
Kreppa, brú	2001.08.23.	03:00	150	44	2111	106	359	422	633	591	2,2	S49/S2
Kreppa, brú	2001.08.23.	13:15	251	51	1283	64	154	167	398	500	1,9	S49/S2
Kreppa, brú	2001.09.27.	18:53	44,0	43	340	34	68	17	75	146	1,8	S49/S2
Kreppa, brú	2001.09.28.	19:50	37,5	47	327	36	78	23	68	120	1,1	S49/S2

\*Rennsli ístruflað



Tafla 4. Hlutfall (%) svifaurstyrks brúarsýna af svifaurstyrk heildaðra kláfsýna.

Staðsetning sýna	Dagssetning	Klukka	Rennsli (m <sup>3</sup> /s)	% heildarsýni	% <0,002 mm	% 0,002-0,02 mm	% 0,02-0,06	% 0,06-0,2 mm	% >0,2 mm
Grímsstaðir, kláfur	2001.07.30.	00:00	243	–	–	–	–	–	–
Grímsstaðir, brú	2001.07.29.	23:50	244	102	142	92	83	97	142
Grímsstaðir, kláfur	2001.07.30.	11:00	283	–	–	–	–	–	–
Grímsstaðir, brú	2001.07.30.	10:50	283	107	106	87	111	107	133
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.22.	09:40	383	–	–	–	–	–	–
Grímsstaðir, brú	2001.08.22.	09:45	383	83	111	77	74	94	58
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.23.	09:27	376	–	–	–	–	–	–
Grímsstaðir, brú	2001.08.23.	08:15	370	95	95	95	95	97	87
Grímsstaðir, kláfur	2001.08.23.	21:15	317	–	–	–	–	–	–
Grímsstaðir, brú	2001.08.23.	20:55	318	98	118	105	110	100	75

### 3 BOTNSKRID

Skriðaurssýni voru tekin frá rafdrifna kláfnum við Grímsstaði dagana 30. júlí til 1. ágúst annars vegar og 18. til 19. ágúst hinsvegar. Sýni voru tekin á 8 sniðum yfir þversniðið, þ.e. í 65, 85, 95, 105, 115, 125, 135 og 145 m fjarlægð frá 0-punkti við hús, auk þess sem tvö sýni voru tekin á 75 m í seinni ferðinni. Í báðum ferðum voru sýnin vegin og sýni tekin frá til kornastærðargreiningar. Sýni sem voru kornastærðargreind voru þurrkuð við 60°C áður en þau voru þurrsigtuð á aurburðarstofu Vatnamælinga. Stærsta sigtið sem var notað var 64 mm og það minnsta 0,063 mm, en þar á milli hlupu sigtin á hálfri phi-stærð. Phi ( $\phi$ ) kvarðinn er mikið notaður við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum enda einfaldar notkun hans mjög tölfræðilega útreikninga. Í þessari rannsókn er  $\phi$  kvarðinn notaður við útreikninga á kornastærð skriðurs og eru  $\phi$  gildi reiknuð á eftirfarandi hátt:

$$\phi = -\log_2(d)$$

þar sem  $d$  er þvermál korna í mm.

Tafla 5 sýnir samanburð á stærðum í mm og stærðum í  $\phi$ .

Tafla 5. Samanburður stærða í mm og í phigildum.

mm	phi ( $\phi$ )
128	-7
90.5	-6.5
64	-6
44.8	-5.5
32	-5
22.4	-4.5
16	-4
11.2	-3.5
8	-3
5.6	-2.5
4	-2
2.83	-1.5
2	-1
1.41	-0.5
1	0
0.71	0.5
0.5	1
0.35	1.5
0.250	2
0.177	2.5
0.125	3
0.088	3.5
0.063	4
<0.063	panna

Kornastærðargögnin eru sett fram sem safntíðniferlar á línulegum phikvarða. Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð (moment statistics) og er hér sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

$$\text{Meðalstærð} \quad \bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$$

$$\text{Aðgreining} \quad \sigma_{\phi} = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x}_{\phi})^2}{100}}$$

$$\text{Skakki} \quad \overline{Sk_{\phi}} = \frac{\sum f(m - x_{\phi})^3}{100\sigma_{\phi}^3}$$

Þar sem  $f$  táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og  $m$  er miðja hvers kornastærðarflokks í  $\phi$ . Afleiddir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm og því var efni sem kom í þönnu við sigtun sleppt. Í öllum tilfellum var þetta efni <5% af heildarþunga sýnisins og í langflestum sýnum minna en 2%.

Meðalstærð táknar einfalt stærðarmeðaltal, en aðgreining sýnir í raun staðalfrávik gagnanna. Því betri sem aðgreiningin er, því lægra verður aðgreiningargildið, halli á safntíðniferlinum meiri og sýnið einsleitara að stærð. Skakki segir hinsvegar til um löggun tíðniferils sýnisins hvað viðkemur ósamhverfu hans. Ef dreifing grófari hluta sýnisins er meiri en finni hluta þess er sagt að sýnið hafi “hala” af grófu efni og er talað um neikvæðan skakka. Jákvæður skakki gefur hinsvegar til kynna að sýnið hafi “hala” af fínu efni og er þá skakkagildið tiltölulega há jákvæð tala.

Hér á eftir eru settar fram niðurstöður úr botnskriðsmælingum í báðum ferðum. Gögnin eru sett upp á sama hátt fyrir báðar ferðirnar, þar sem fyrst er þyngd allra sýnanna sýnd í g og þá í g/s þar sem búið er að deila með tímanum sem skriðaurstakinn safnaði í sig sýninu við botninn. Báðar myndirnar eru sýndar þar sem sýnatakinn var ekki alltaf jafnlengi niðri á botni. Þá er sýnd tafla með útreiknuðum framburði skriðaus.

Heildarframburður skriðaus var reiknaður í nokkrum þrepum. Fyrst var meðalframburður á hverri stöð reiknaður á eftirfarandi hátt:

$$\text{Meðalframburður á stöð } j \quad q_{bj} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \frac{M_i}{t_i}$$

þar sem  $M_i$  er þyngd sýnis  $i$  (í g),  $t_i$  söfnunartíminn (í sekúndum) fyrir sýni  $i$  og  $n_j$  er heildarfjöldi sýna á stöð  $j$ .

Framburður á milli stöðva var þá reiknaður með jöfnunni:

$$\text{Framburður á milli stöðva} \quad \psi = \left( \frac{q_{bj}}{d} \right) \cdot L_j$$

þar sem  $d$  er þvermál sýnatökuopsins (0,0762 m) og  $L_j$  er fjarlægðin á milli miðjupunkta á milli stöðva næst stöð  $j$ .

Heildarframburður fyrir þversniðið var að lokum reiknaður með því að leggja saman öll gildin fyrir framburð á milli stöðva:

$$\text{Heildarframburður í gegnum þversnið} \quad Q_b = \sum_{j=1}^N \left( \frac{q_{bj}}{d} \right) \cdot L_j$$

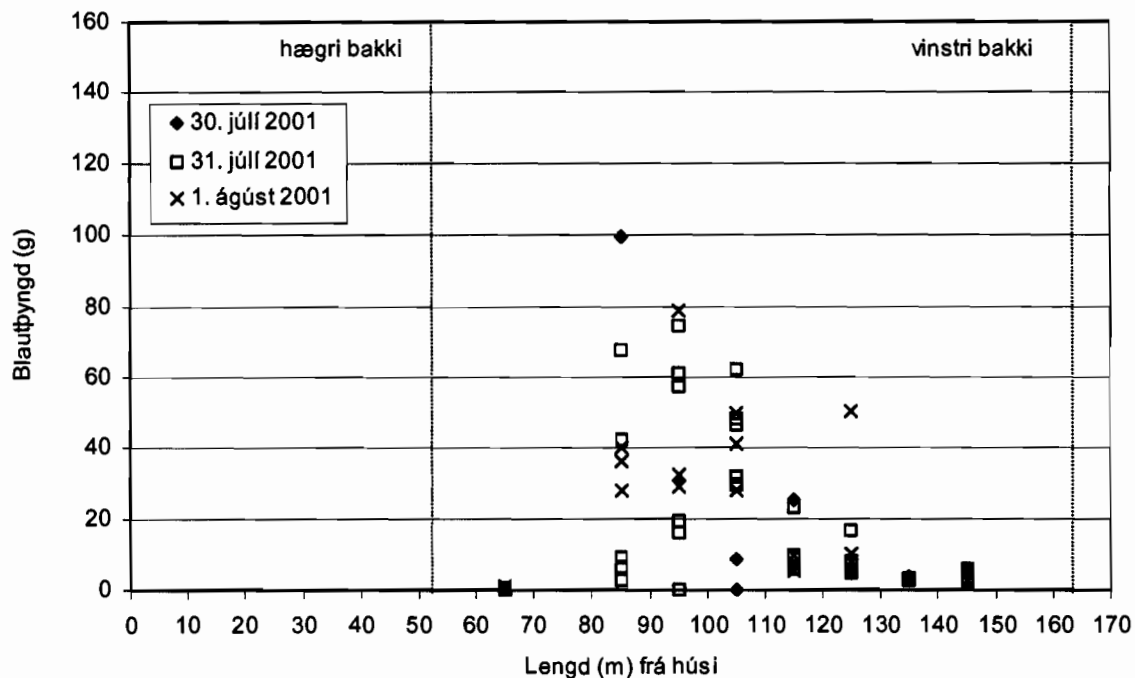
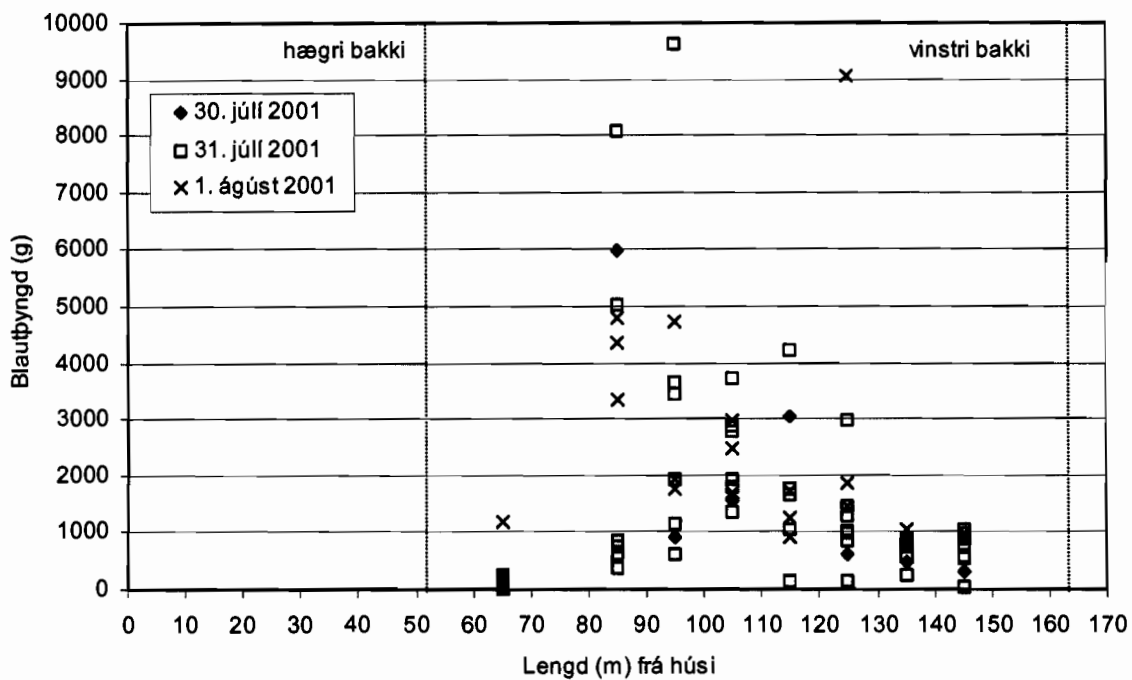
þar sem  $N$  er fjöldi stöðva.

### 3.1 Botnskriðsmælingar 30. júlí og 1. ágúst 2001

#### 3.1.1 Framburður skriðaus

Dagana 30. júlí og 1. ágúst voru alls tekin 84 skriðaurssýni á 8 stöðum af kláfnum við Grímsstaði. Mismörg sýni voru tekin á þessum dögum og stóð aðalsýnatökusyrpan yfir frá kl. 14:30 þann 31. júlí og fram yfir miðnætti næsta dag. Rennsli var nokkuð breytilegt milli sýnatökusyrpa og var meðalrennslið 230,8 m<sup>3</sup>/s þann 30. júlí, 239 m<sup>3</sup>/s þann 31. júlí og 319,8 m<sup>3</sup>/s 1. ágúst. Mynd 14 sýnir niðurstöður allra sýnanna, annars vegar blautþyngd hvers sýnis (efri mynd) og hinsvegar blautþyngd deilt með tímanum sem sýnatakinn sat á botninum (neðri mynd). Ekki var sýnatakinn hafður jafnlengi niðri við botn á hverri stöð og var hann styst á botninum þar sem mestur skriðaur var á ferðinni (oft um 60 s) og lengst (300 s) þar sem minnst var á ferðinni. Það vekur strax athygli að sýnin sem tekin voru þann 1. ágúst við langhæsta rennslið skera sig ekki sérstaklega úr fjöldanum. Greinilegt er að minnst safnaðist í sýnatakann næst bökkunum á 65 m, 135 m og 145 m stöðvunum, en á sömu stöðum var sýnatakinn hafður niðri við botn í lengstan tíma. Mikill breytileiki er í þyngd sýnanna á öðrum stöðvum, sérstaklega á 85 m og 95 m. Hluti þessa breytileika er hugsanlega til kominn vegna mismunandi rennslis innan sýnatökutímans, en aðallega sýnir þessi mikli breytileiki hve ójafnt skriðaur ferðast niður eftir farveginum, enda líklegast að hann flytjist í púlsum eða jafnvel sköflum. Skiptir þá miklu máli hvar sýnatakinn lendir þegar hann sest á botninn, mun meira getur skóflast inn í hann ef hann lendir á milli sandskafla en ef hann lendir ofan á skafli.

Töfluhluti myndar 14 sýnir einnig að langmestur skriðaur berst fram á stöðvum 85 til 105 m, eða um og yfir 500 g/s/m. Á þessu breiddarbili berst því fram langstærstur hluti heildarframburðarins sem mældur var, en hann var ríflega 22.500 g/s.

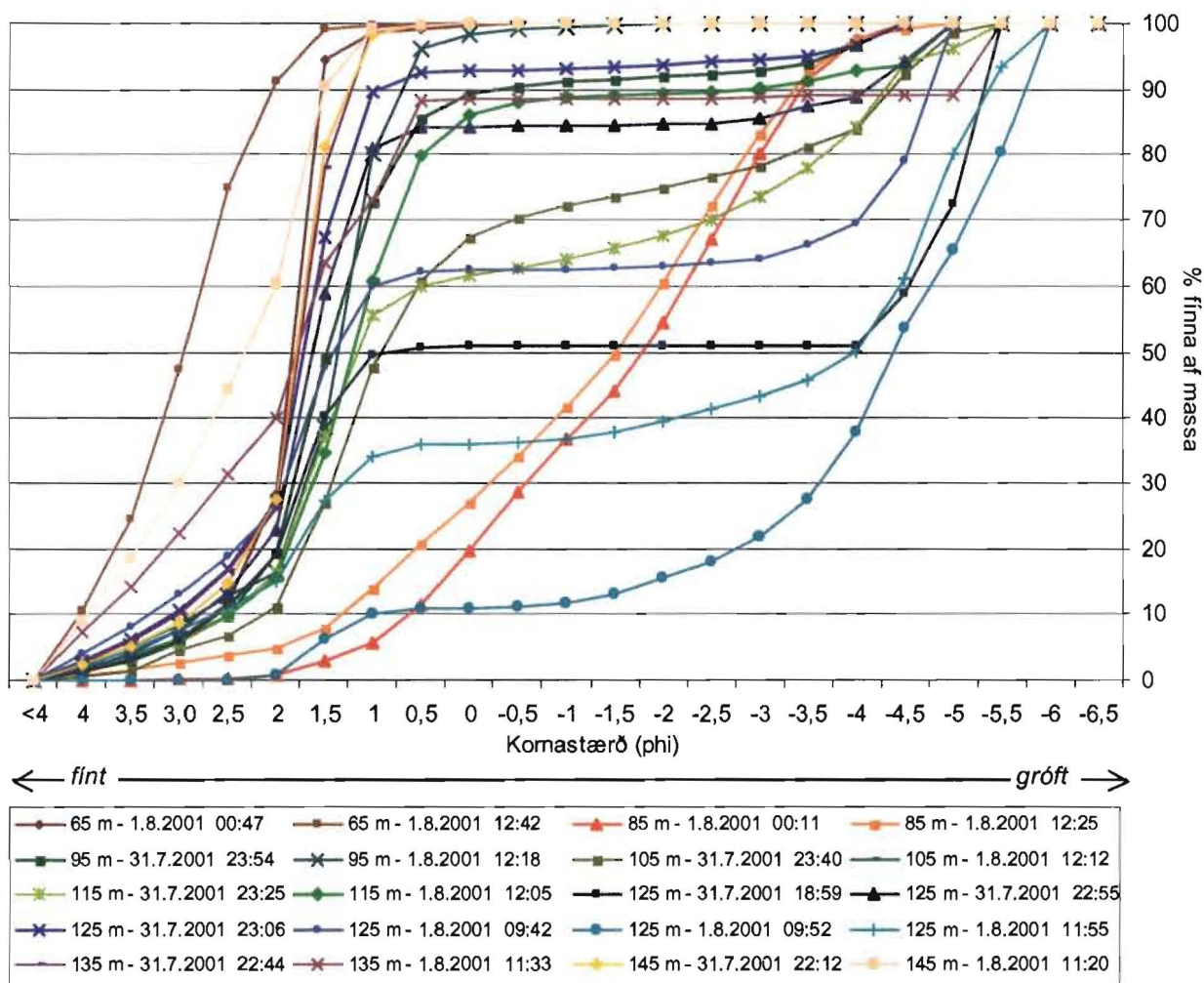


30 júlí-1 ágúst 2001	65 m	85 m	95 m	105 m	115 m	125 m	135 m	145 m	Heildarframburður
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	22	15	10	10	10	10	10	23	Meðal Q= 262 m <sup>3</sup> /s
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	7	484	547	503	152	160	40	47	<b>1941</b>
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	161	7266	5472	5032	1518	1596	399	1087	<b>22531</b>

Mynd 14. Niðurstöður botnskriðsmælinga dagana 30. júlí til 1. ágúst, 2001.

### 3.1.2 Kornastærðargreiningar

Af þeim 84 sýnum sem vegin voru í fyrri botnskriðsferðinni voru 20 sýni kornastærðargreind með sigtun. Mynd 15 sýnir safnlínurit fyrir þessi sýni þar sem stærð kornastærðarflokka er sýnd í phi gildum (tafla 5 sýnir sambærilegar mm stærðir). Mikill munur er á kornastærðarferlum sýnanna, bæði milli sýna frá mismunandi stöðvum og á milli sýna frá sömu stöð. Breytileiki milli sýna frá sömu stöð sést vel á 125 m stöðinni þar sem 6 sýni voru tekin (sýnd með mismunandi bláum ferlum á mynd 15).



Mynd 15. Safntíðniferlar fyrir sýni tekin dagana 31. júlí og 1. ágúst 2001.

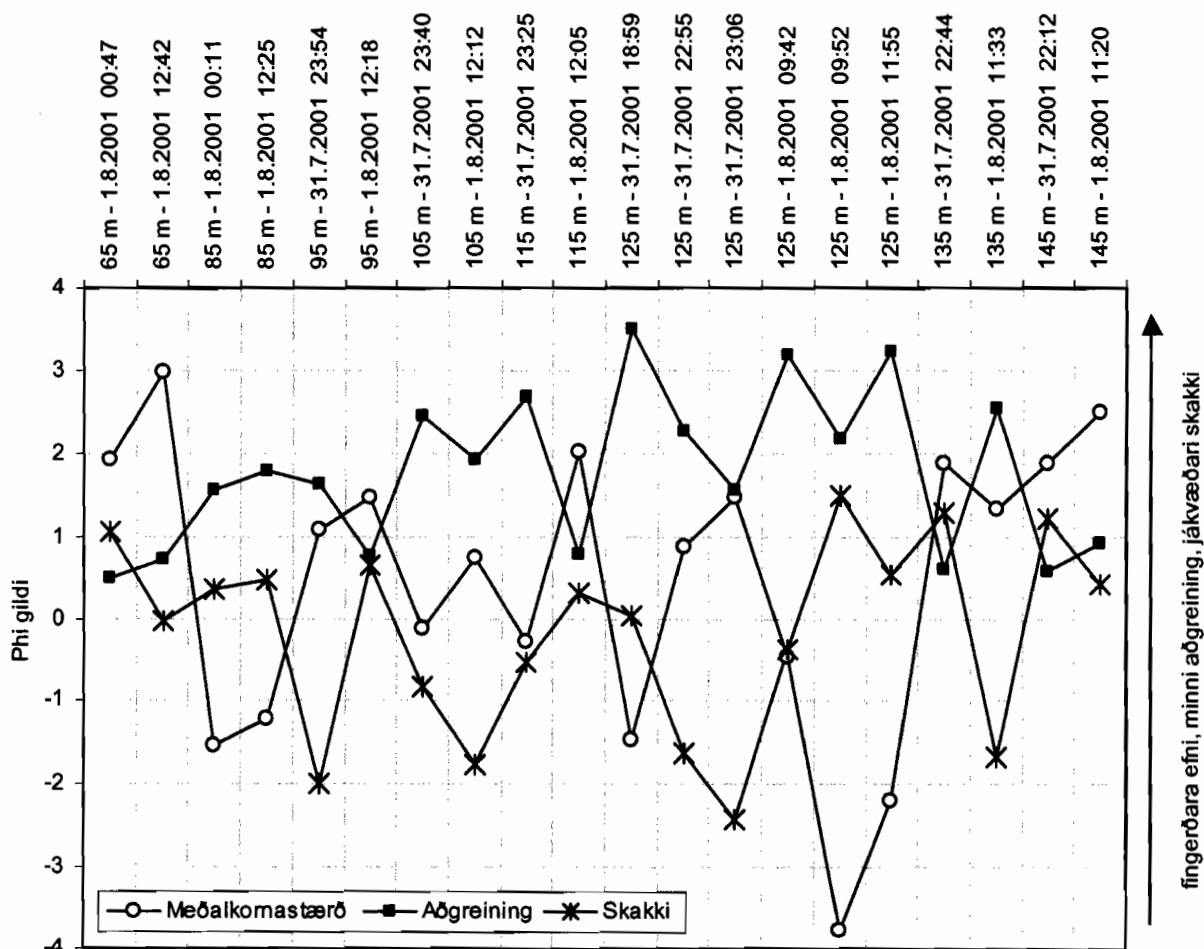
Í töflu 6 er sýnunum lýst og gildi afleiddra kornastærðareiginleika sett fram. Gildi fyrir öll sýnin eru reiknuð út en taka skal fram að gildin í þeim sýnum sem eru mjög illa aðgreind (tafla 6, annar dálkur) þarf að taka með fyrirvara þar sem kornastærð þeirra er langt frá því að vera normaldreifð, sem er forsenda fyrir réttum gildum. Þessi sýni skera sig úr á mynd 6 þar sem safntíðniferill þeirra er mjög flatur á ákveðnu prósentubili. Flest þessara sýna hafa a.m.k. tvítoppa kornastærðardreifingu þannig að sýnin innihalda einstaka stóra steina innan um mun finni sand og mól.

Tafla 6. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem tekin voru frá 31. júlí til 1. ágúst 2001. Taka skal gildin með fyrirvara fyrir sýnin sem sýnd eru skáletruð þar sem kornastærð þeirra er ekki normaldreifð.

Staðsetning og tími sýnis	Sýnalýsing*	Meðalstærð (phi)	Aðgreining (phi)	Skakki (phi)
65 m - 1.8.2001 00:47	Einstoppa, Vel aðgreint	1,928	0,493	1,066
65 m - 1.8.2001 12:42	Einstoppa, Miðlungi vel aðgreint	2,976	0,725	-0,029
85 m - 1.8.2001 00:11	Tvítoppa, Illa aðgreint	-1,540	1,551	0,352
85 m - 1.8.2001 12:25	Tvítoppa, Illa aðgreint	-1,222	1,790	0,475
95 m - 31.7.2001 23:54	Einstoppa, Illa aðgreint	1,092	1,636	-1,999
95 m - 1.8.2001 12:18	Einstoppa, Fremur vel aðgreint	1,459	0,765	0,647
105 m - 31.7.2001 23:40	Þrítoppa, Mjög illa aðgreint	-0,132	2,449	-0,826
105 m - 1.8.2001 12:12	Tvítoppa, Illa aðgreint	0,744	1,916	-1,774
115 m - 31.7.2001 23:25	Þrítoppa, Mjög illa aðgreint	-0,283	2,688	-0,540
115 m - 1.8.2001 12:05	Einstoppa, Miðlungi vel aðgreint	2,006	0,796	0,303
125 m - 31.7.2001 18:59	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	-1,463	3,493	0,030
125 m - 31.7.2001 22:55	Tvítoppa, Illa aðgreint	0,873	2,263	-1,634
125 m - 31.7.2001 23:06	Einstoppa, Illa aðgreint	1,464	1,553	-2,431
125 m - 1.8.2001 09:42	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	-0,462	3,182	-0,367
125 m - 1.8.2001 09:52	Þrítoppa, Mjög illa aðgreint	-3,765	2,166	1,497
125 m - 1.8.2001 11:55	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	-2,189	3,215	0,525
135 m - 31.7.2001 22:44	Einstoppa, Fremur vel aðgreint	1,870	0,607	1,280
135 m - 1.8.2001 11:33	Margtoppa, Mjög illa aðgreint	1,328	2,545	-1,683
145 m - 31.7.2001 22:12	Einstoppa, Fremur vel aðgreint	1,875	0,575	1,209
145 m - 1.8.2001 11:20	Einstoppa, Miðlungi vel aðgreint	2,500	0,920	0,417

\* Einstoppa, tvítoppa, þrítoppa og margtoppa lýsing á við tíðnidreifingu kornastærðar.

Á mynd 16 eru gildin í töflu 6 sett fram á myndrænan hátt svo að hægt sé að meta fylgni kornastærðareiginleika við stöðvarstaðsetningu. Hér eru, eins og áður, öll sýnin sett fram þó að nokkur skekkja sé í þeim sýnum, sem eru skáletruð í töflu 6. Engin áberandi fylgni virðist vera á afleiddum kornastærðareiginleikum eftir stöð, þó að meðalkornstærð sé heldur minni nær bökkum og meiri á 85 m stöðinni. Aðgreining er einnig töluverð á bakkastöðvunum 65 m og 145 m, og það er líklega vegna þess að í þau sýni vantar stóra steina sem í öðrum sýnum minnka útreiknaða aðgreiningu. Sýnin sex sem tekin voru á 125 m stöðinni sýna hinsvegar vel mismun á milli sýna frá sömu stöð, þó að aðgreining þeirra sé heldur minni þegar þau eru borin saman við hin sýnin er enda er kornastærðardreifing þeirra tvítoppa í öllum tilfellum. Skakkagildin sveiflast á milli jákvæðra og neikvæðra gilda og sýna enga fylgni við stöðvar.



Mynd 16. Kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá 31. júlí og 1. ágúst 2001.

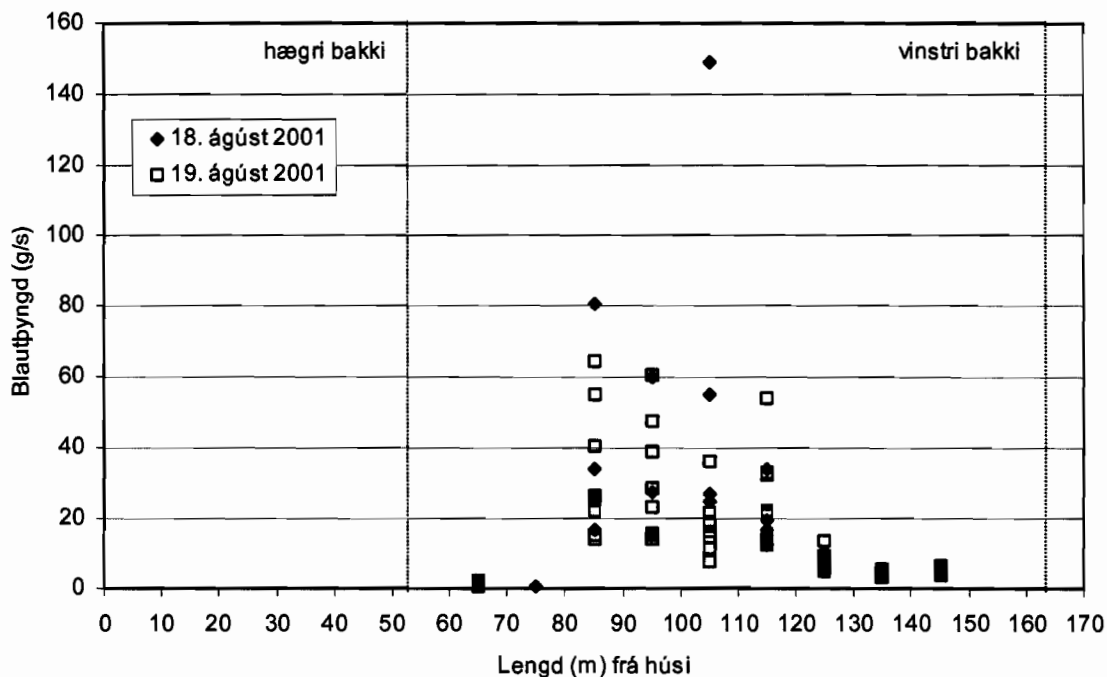
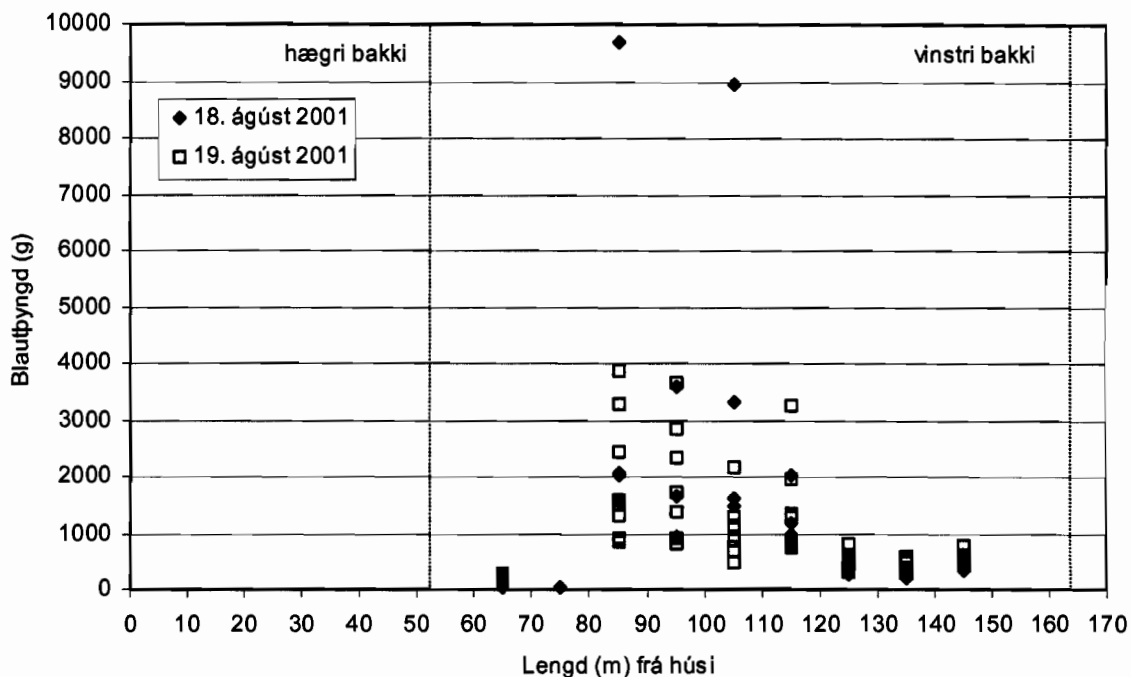
## 3.2 Botnskriðsmælingar 18. og 19. ágúst 2001

### 3.2.1 Framburður skriðaus

Dagana 18. og 19. ágúst voru 92 skriðaurssýni tekin á sömu 8 stöðum og í fyrri skriðaurssýnaferðinni, auk þess sem tvö sýni voru tekin á 75 m. Af heildarfjölda sýnanna voru 34 sýni tekin þann 18. ágúst og fór rennslið minnkandi innan sýnatökutímans úr 290 í 253 m<sup>3</sup>/s (272 m<sup>3</sup>/s að meðaltali). Daginn eftir var rennslið svipað þó að það hafi ekki minnkað jafn mikið, en það fór úr 293 m<sup>3</sup>/s við upphaf sýnatöku og í 268 m<sup>3</sup>/s við lok hennar (279 m<sup>3</sup>/s að meðaltali). Tólf af þessum 92 sýnum voru kornastærðargreind með sigtun.

Mynd 17 er sambærileg við mynd 14 og sýnir niðurstöður allra skriðaurssýnanna sem tekin voru 18. og 19. ágúst. Mikill breytileiki er í blautþyngd sýna frá hverri stöð fyrir sig, þó að hann sé heldur minni en í sýnum sem tekin voru í fyrri ferðinni. Eins og þá kom minnst í sýnatakann á stöðvum 65, 135 og 145 m, auk þess sem sýnin tvö frá 75 m stöðinni voru lítil. Mest kom í sýnatakann á 85 m en framburðurinn var jafnari á stöðvum 85 til 115 m í seinni ferðinni en þeirri fyrri. Alls reiknaðist meðalskriðausframburður dagana 18. og 19. ágúst 21.808 g/s, sem er litlu minna en í fyrri ferðinni.



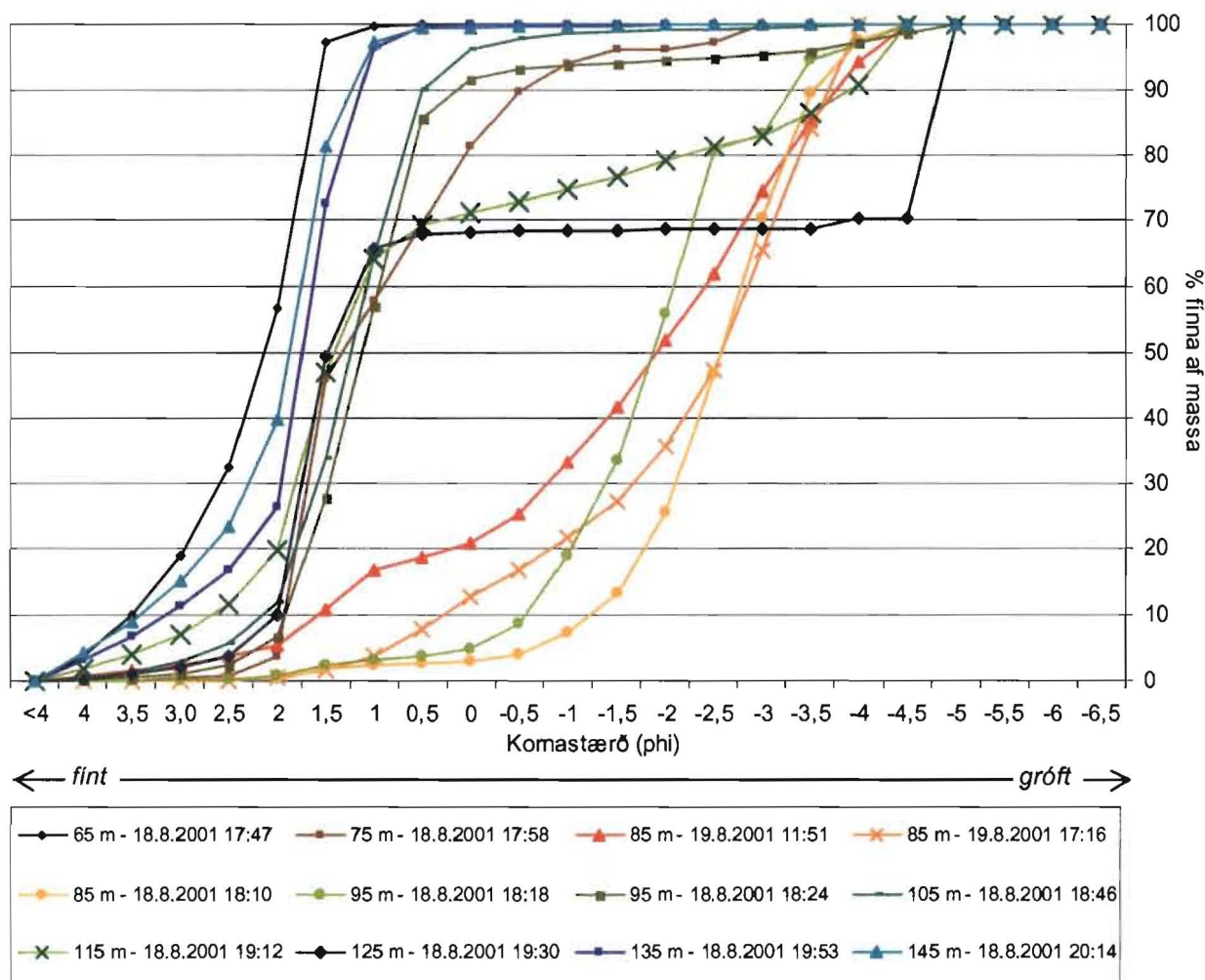


18-19 ágúst 2001	65 m	85 m	95 m	105 m	115 m	125 m	135 m	145 m	Heildarframburður
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	22	15	10	10	10	10	10	23	Meðal Q= 279 m <sup>3</sup> /s
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	17	461	396	438	313	103	58	63	<b>1848</b>
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	367	6916	3958	4381	3125	1033	577	1451	<b>21808</b>

Mynd 17. Niðurstöður botnskriðsmælinga dagana 18. og 19. ágúst, 2001.

### 3.2.2 Kornastærðargreiningar

Tólf sýni voru kornastærðargreind með þurrsigtun og eru safntíðniferlar allra sýnanna sýndir á mynd 18. Mikill munur er á ferlum sýnanna og sést að sýnin þrjú frá 85 m stöðinni auk annars sýnisins frá 95 m eru töluvert grófari en önnur sýni. Aðgreining þeirra er einnig mikil eins og kemur fram í minni halla á safntíðniferlinum og í töflu 7, sem sýnir afleiða kornastærðareiginleika skriðaurssýnanna. Kornastærðardreifing þessara þriggja sýna er mun einsleitari en tveggja sýna sem tekin voru með 6 mínútna millibili á stöð 95 m (mynd 18). Bæði mynd 18 og tafla 7 sýna einnig, að sýnin næst bökkunum (65, 135 og 145 m sýnin) eru langfingerðust og hafa minnstu aðgreininguna. Sýnin sem tekin voru á 115 og 125 m eru einu sýnin sem hafa sérstaklega tvítoppa kornastærðardreifingu og eru því skáletruð í töflu 7. Kornastærðareiginleikar þeirra ættu því að túlkast með fyrirvara.



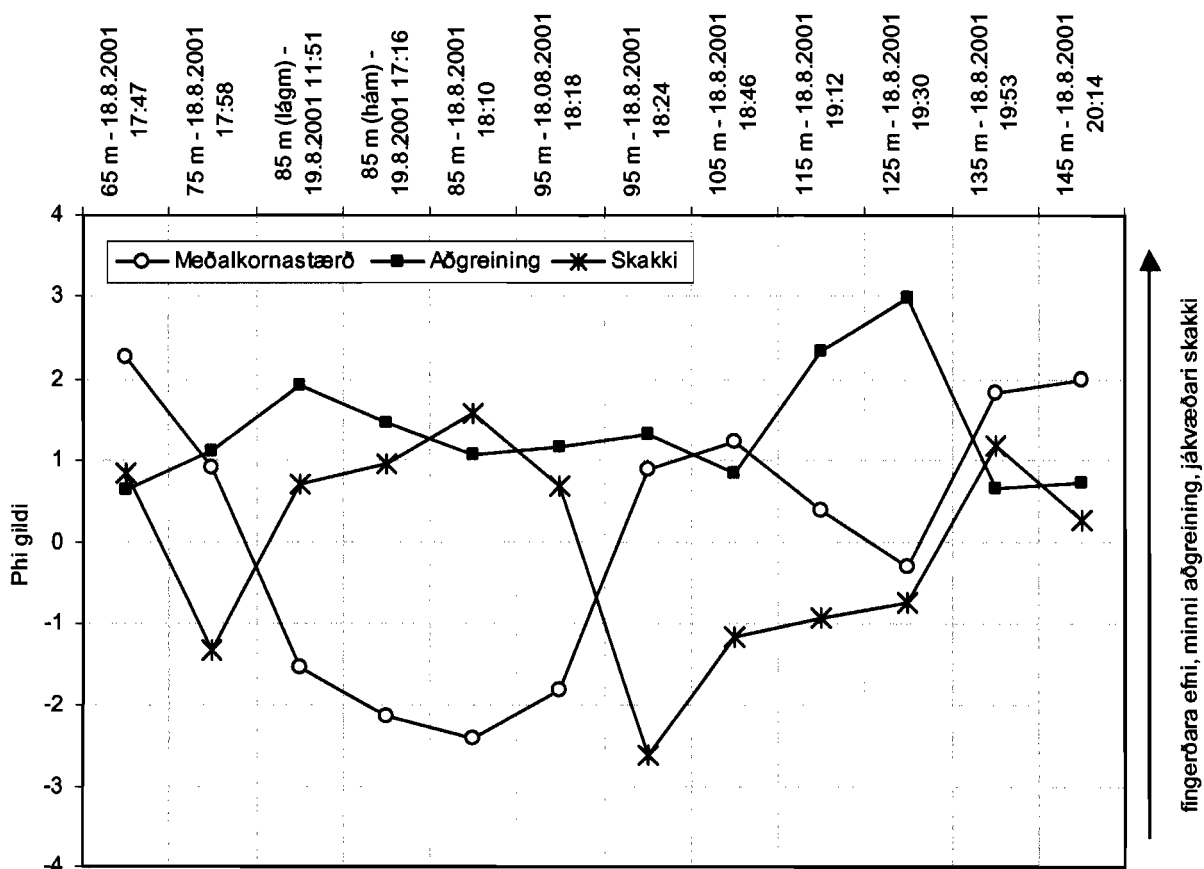
Mynd 18. Safntíðniferlar fyrir skriðaurssýni tekin dagana 18. og 19. ágúst 2001.

Á mynd 19 má sjá gildin í töflu 7 sett fram á myndrænan hátt svo að hægt sé að átta sig betur á breytileika sýnanna eftir stöðvum. Mest er áberandi hversu gróft efnið er í 85 m sýnunum og öðru 95 m sýninu. Sömu sýni hafa jákvæðan skakka sem bendir til að þau hafi hala af fingerðu efni, sem væntanlega hefur sest til á milli stærri korna.

Tafla 7. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá 18. og 19. ágúst 2001. Nokkur skekkja er í afleiddum kornastærðareiginleikum skáletraðra sýna.

Staðsetning og tími sýnis	Sýnalýsing*	Meðalstærð (phi)	Aðgreining (phi)	Skakki (phi)
65 m - 18.8.2001 17:47	Eintoppa, Fremur vel aðgreint	2,261	0,636	0,844
75 m - 18.8.2001 17:58	Tvítoppa, Miðlungi vel aðgreint	0,915	1,121	-1,321
85 m (lág) - 19.8.2001 11:51	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	-1,542	1,927	0,708
85 m (há) - 19.8.2001 17:16	Tvítoppa, Illa aðgreint	-2,122	1,460	0,950
85 m - 18.8.2001 18:10	Eintoppa, Miðlungi vel aðgreint	-2,420	1,066	1,569
95 m - 18.08.2001 18:18	Tvítoppa, Illa aðgreint	-1,804	1,154	0,681
95 m - 18.8.2001 18:24	Eintoppa, Illa aðgreint	0,893	1,325	-2,612
105 m - 18.8.2001 18:46	Eintoppa, Fremur vel aðgreint	1,226	0,835	-1,159
115 m - 18.8.2001 19:12	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	0,377	2,335	-0,929
125 m - 18.8.2001 19:30	Tvítoppa, Mjög illa aðgreint	-0,313	2,986	-0,743
135 m - 18.8.2001 19:53	Eintoppa, Fremur vel aðgreint	1,835	0,654	1,179
145 m - 18.8.2001 20:14	Eintoppa, Fremur vel aðgreint	1,987	0,718	0,256

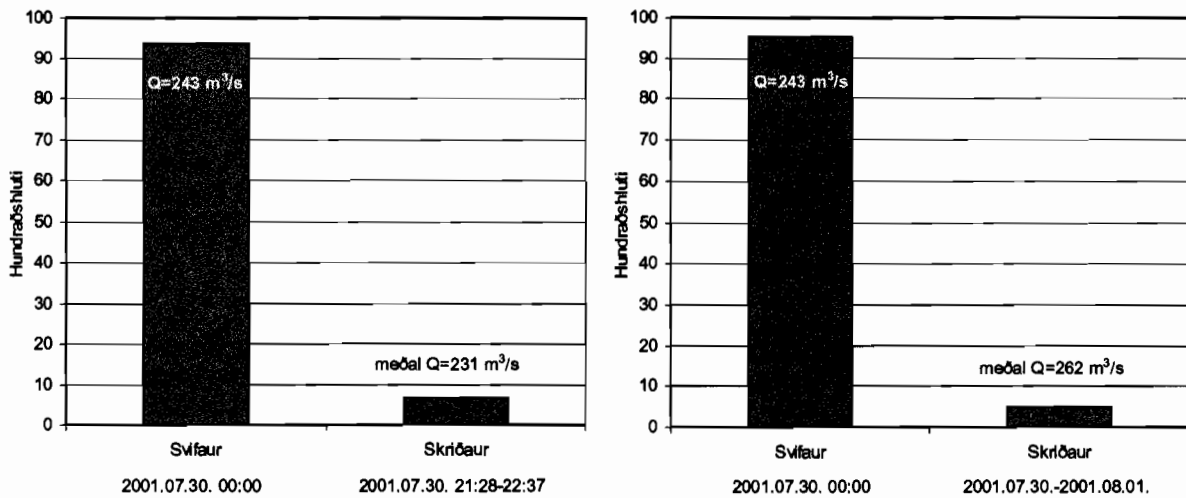
\* Eintoppa og tvítoppa lýsing á við tíðnidreifingu kornastærðar.



Mynd 19. Kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá 18. og 19. ágúst 2001.

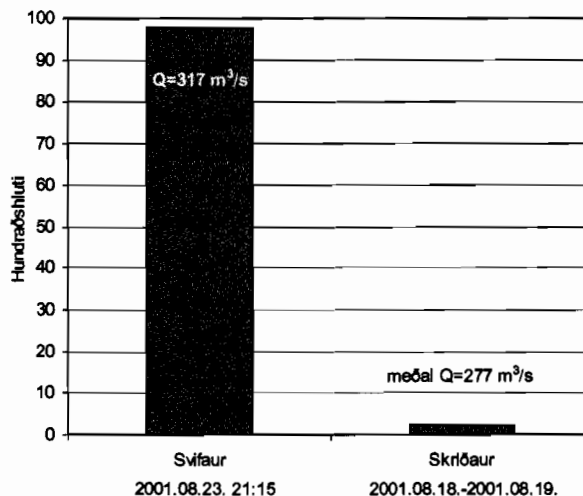
## 4 HLUTFALL SVIFAURS OG SKRÍÐAURS

Reynt var að meta hlutfall svifaurs og skriðaus í ítarlegu sýnatökuferðunum tveimur, sem farnar voru að Grímsstöðum sumarið 2001. Þar sem skriðaurssýni voru tekin yfir langan tíma og svifaursýni ekki alltaf tekin alveg samtímis er álitamál við hvaða sýni á að miða samanburðinn. Mynd 20 sýndir samanburð svifaursýnis, sem tekin var kl. 00:00 þann 30. ágúst, við annars vegar skriðaurssýnasyrpu, sem tekin var rétt fyrir miðnætti sólarhring seinna við svipað rennsli, og hinsvegar meðaltal allra skriðaurssýnanna í fyrri sýnatökuferðinni. Nokkur munur er á þessum samanburði, en í bæði skiptin er hlutfall skriðaus töluvert undir 10 % af heildarframburði.



Mynd 20. Hlutföll svifaurs og skriðaus í fyrri heildarsýnatökuferð að Grímsstöðum sumarið 2001.

Í seinni sýnatökuferðinni var ekki tekið svifaursýni samtímis skriðaurssýnatökunni og verður því að nota sýni sem tekið var fjórum dögum síðar til samanburðar. Rennsli var þá um 40 m³/s hærra en meðalrennslið var á meðan skriðaurssýnatökunni stóð. Hlutfall skriðaus af heildarframburði er því enn minna en í fyrri sýnatökuferðinni eða 2,4 % (mynd 21).



Mynd 21. Hlutföll svifaurs og skriðaus í seinni heildarsýnatökuferð að Grímsstöðum sumarið 2001.

## 5 NIÐURSTÖÐUR

Í þessari greinargerð eru teknar saman niðurstöður allra svifaurs- og skriðaurssýna sem tekin voru árið 2001 úr Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og Upptýppinga og Kreppu við brú. Aðallega er fjallað um sýni sem tekin voru í tveim ítarlegum sýnatökuferðum á þessa staði um 30. júlí – 1. ágúst og 18. – 23. ágúst. Þær ferðir eru hluti af stóru verkefni, sem hófst sumarið 2000, og hefur það að meginmarkmiði að meta heildaraurburð við Grímsstaði og bera hann saman við rennslismælingar og breytingar á aurburði í tengslum við framhlaup í Dyngjujökli. Í þessum ferðum voru tekin bæði svifaurs- og skriðaurssýni og eru helstu niðurstöður þeirra settar fram hér fyrir neðan, svo og niðurstöður annarra svifaurs- og skriðaurssýna úr fyrrgreindum vatnsföllum.

### 5.1.1 Punktssýnataka við Grímsstaði

Í seinni sýnatökuferðinni voru punktssýni tekin af nýja rafdrifna kláfnum við Grímsstaði. Sýni voru tekin bæði við hámark og lágmark dagssveiflu á 5 sniðum yfir þversniðið, á 5 dýptarbilum í hverju sniði. Vindur jókst mjög daginn þegar punktssýnin við hámark voru tekin og þurfti að fresta hluta sýnatökunnar til næsta dags. Þá hafði lægt töluvert og rennsli minnkað heldur. Punktssýnatkan við lágmark gekk hinsvegar vel fyrir sig.

Punktssýnin reyndust gefa góða mynd af breytileika svifaursstyrks með dýpi og eftir sniðum. Mestur styrkur var yfirleitt í sýnum næst botni og þar sem straumur er mestur á 105 m stöðinni þó að einstaka undantekningar væru á þessu. Töluverður styrkmunur var á milli sýna sem tekin voru í fyrri og seinni hluta hámarkssýnatökunnar og er hann heldur meiri en búist hefði mátt við af rennslismismun milli dagana. Líklegt er að hið mikla sandfok sem var fyrri daginn hafi haft sín áhrif í að auka aurframburð þann daginn, þó ekki sé hægt að vita með vissu hve mikið.

Þegar einstaka kornastærðir eru skoðaðar sést að ómarktækur munur er á styrk minnstu kornastærðanna (<0,02 mm og 0,02-0,06 mm) með dýpi nema í 105 m sniðinu sem tekið var fyrri daginn í hámarkssýnatökunni. Styrkur grófari flokkanna, 0,06-0,2 mm og >0,2 mm, eykst hinsvegar með dýpi í flestum sniðum þó að einstaka sýni skeri sig úr. Greinilegt er að grófastu kornin eru aðallega á ferðinni í miðjum farveginum (105 m sniðið) og minnst við bakkana, sérstaklega í 65 m sniðinu.

Þegar punktssýnasyrþurnar við hámark og lágmark eru bornar saman sést að mun meira og grófara efni hefur verið á ferðinni við hámark dagssveiflu, sérstaklega fyrri daginn þegar sandfokið var sem mest. Rennsli var þá líka 40-50 m<sup>3</sup>/s meira en við lágmark dagssveiflu.

### 5.1.2 Önnur svifaursýni

Í greinargerðinni eru einnig settar fram niðurstöður allra annarra svifaursýna frá Grímsstöðum, Upptýppingum og Kreppu við brú frá árinu 2001. Aðeins er fjallað frekar um sýnapörin frá kláfnum og brúnni við Grímsstaði, en niðurstöður hinna sýnanna verða notaðar seinna við samanburð og til frekari útreikninga á framburði.

Þau fimm sýnapör sem borin voru saman sýndu minni mun á milli kláf- og brúarsýna en samskonar pör sem tekin voru sumarið 2000. Í sýnum frá því ári höfðu kláfsýnin alltaf hærri heildarstyrk og hærri styrk af grófasta efninu, en árið 2001 var þessi munur ekki jafn skýr og

sum kláfsýnin jafnvel með lægri svifaursstyrk en brúarsýnin. Nauðsynlegt er að safna fleiri sýnapörum til þess að skoða þetta samband frekar.

## 5.2 Skriðaurssýnataka

Sýni af skriðaur voru tekin í báðum sýnatökuferðum og gekk sú sýnataka vel. Sýni voru tekin reglulega á átta stöðvum á þversniðinu (65, 85, 95, 105, 115, 125, 135 og 145 m), auk tveggja aukasýna á 75 m. Alls voru 84 sýni tekin í fyrri ferðinni og 92 sýni í seinni ferðinni. Af þessum sýnum voru 32 kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga.

### 5.2.1 Framburður skriðaus

Reiknaður var úr meðalframburður á hverri stöð og hann margfaldaður með breiddarmetrum á milli miðjupunkta stöðva til þess að fá heildaðan framburð á milli stöðva. Þær tölur voru síðan lagðar saman til þess að meta heildarskriðausframburð í gegnum þversniðið.

Útreiknaður heildarframburður var svipaður í báðum sýnatökuferðum, eða 22.531 g/s í fyrri ferðinni og 21.808 g/s í seinni ferðinni. Rennsli var þó töluvert breytilegt innan sýnatökusyrpanna tveggja enda sýnin ekki öll tekin á einum degi í hverri syrpu. Mestur skriðaur mældist á stöðvum 85-105 m, en í seinni syrpu mældist einnig töluverður skriðaur á 115 m stöðinni. Langminnst efni var á ferðinni á 65 m stöðinni í báðum sýnum og lítið á 135 og 145 m stöðvunum. Ljóst er að minnstur straumur er við bakkana þar sem skriðaur mælist minnstur, en bera þarf saman gögn skriðausmælinga við samtíma rennslismælingar til að skoða frekar samband milli þessara þátta.

### 5.2.2 Kornastærð skriðaus

Kornastærðarmælingar voru gerðar á 20 sýnum úr fyrri ferðinni og 12 sýnum úr seinni ferðinni. Reiknaðir voru afleiddir kornastærðareiginleikar með afleiðuaðferð fyrir öll sýnin, þ.e. meðalstærð, aðgreining og skakki. Hafa ber í huga að dreifing kornastærðar var ekki normaldreifð í öllum sýnum svo að afleiddir kornastærðareiginleikar þeirra sýna eru ekki jafn trúverðugir og annarra sýna. Sýnt var þó að meðalkornastærð var heldur minni uppi við bakkana á 65 m og 145 m stöðvunum og aðgreining sömuleiðis mest á þessum stöðvum. Einna grófustu sýnin voru tekin á 85 m stöðinni, en mikill munur reyndist á kornastærð sýna sem tekin voru á sömu stöð, jafnvel þótt aðeins liðu nokkrar mínútur á milli sýnatökunnar. Gildi skakka sýndu enga marktæka fylgni á milli stöðva í fyrri sýnatökuferðinni og sveifluðust á milli jákvæðra og neikvæðra gilda. Í seinni ferðinni voru grófustu sýnin frá 85 m með jákvæðastan skakka sem bendir til þess að þau hafi hala af fíngerðu efni, sem þá hefur væntanlega sest til á milli stærri korna.

## 5.3 Hlutfall svifaurs og skriðaus

Reiknað var út hlutfall svifaurs og skriðaus í sýnum sem tekin voru í þessum sýnatökuferðum. Í fyrri sýnatökuferðinni er álitamál hvaða svifaursýni á að nota við samanburðinn þar sem skriðaur var safnað yfir 3 daga tímabil. Hinsvegar var ekki tekið svifaursýni samhliða skriðaurssýnatökunni í seinni ferðinni og verður því að bera skriðausframburð saman við svifaursýni sem tekið var fjórum dögum síðar. Í ljós kom þó að skriðaur var í öllum tilfellum vel innan við 10% af heildarframburði.

## 5.4 Framhald rannsókna við Grímsstaði

Gert er ráð fyrir að framhald verði á rannsóknunum við Grímsstaði sumarið 2002 og sýnum safnað við Grímsstaði, Upptýppinga og Kreppu. Eftir að búið er að taka punktsýni tvö ár í röð af rafdrifna kláfnum við Grímsstaði hefur dreifing svifaurs í gegnum þversniðið verið skoðuð nokkuð vel og kominn tími til þess að einbeita sér frekar að öðrum mælingum. Þá er nærtækast að snúa sér að framburði svifaurs og skriðausr samanborið við rennsli en slíkar rannsóknir fela í sér tíðar rennslismælingar og sýnasöfnun líkt og gert hefur verið við Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga síðustu ár. Einnig vantar upplýsingar um það hvernig styrkur svifaurs breytist innan dagsveiflunnar, en tiltölulega einfalt væri að gera mælingar á þeim breytingum. Helst þyrfti þó að rennslismæla samhliða sýnasöfnuninni, en það væri hægt ef notuð væri straumsjá. Að lokum er æskilegt að haldið verði áfram mælingum á skriðaur og að tekin verði fleiri svifaursýnapör af kláfi og brú við Grímsstaði til þess að bera betur saman þessa tvo sýnatökustaði.

## 6 HEIMILDIR

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

Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2001. *Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum. Niðurstöður ársins 2000*. Orkustofnun, **GRG JHa-ÁG-2001/01**, 25 s.

Oddur Sigurðsson 2000. Dyngjujökull hleypur fram. *Fréttabréf Jökларannsóknarfélags Íslands*, **75**, 2-4.

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

VST og Vatnamælingar Orkustofnunar 2001. *Botnskrið Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001*. **OS-2001/023**.