

**Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum.
Niðurstöður ársins 2000**

**Jórunn Harðardóttir,
Ásgeir Gunnarsson**

Greinargerð JHa-ÁG-2001-01



HEILDARAURBURÐUR JÖKULSÁR Á FJÖLLUM NIÐURSTÖÐUR ÁRSINS 2000

1 INNGANGUR

Vorið 2000 var gerður samningur á milli Auðlindadeildar (ALD) og Vatnamælinga (VM) Orkustofnunar um ítarlega svifaurskýnatöku í Jökulsá á Fjöllum og rennslismælingar tengdar henni. Í þessari sýnatökusýrpu átti m.a. að taka svokölluð punktsýni, 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 þess að slík sýnataka væri möguleg þurfti fyrst að byggja rafdrifinn kláf og var kláfurinn settur upp í lok júní 2000 áður en jöklaleysingartíminn hófst. Kláfurinn er um 1 km neðan við brúna við Grímsstaði 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.

Farið var í tvær punktsýnatökufærðir að Jökulsá á Fjöllum sumarið 2000, þá fyrri 26. júlí og þá seinni 20. ágúst. Í hvorri ferð var ráðgert að taka fyrst sýni á fjórum stöðum frá botni að yfirborði í sex sniðum á þversniði yfir ána, auk heildaðs sýnis úr hverju sniði. Þá átti að taka svifaursýni á hefðbundnum sýnatökustöðum við brúna við Grímsstaði (bæði fyrir og eftir sýnatöku ofar í ánni), við Upptýppinga og við Kreppu við Lónshnjúk. Í lokin var önnur punktsýnasyrpa ráðgerð við rafdrifna kláfinn. Daginn eftir aurburðarsýnatökuna var áætlað að gera rennslismælingar við Grímsstaði og í Krepputungu. Þessari áætlun var haldið að mestu leyti nema að í stað sex sniða á þversniði var sýnum aflað á fimm sniðum og í staðinn var bætt við einum sýnatökustað í hverju sniði, þ.e. sýni voru tekin á 50, 80, 90, 95 og 100% af vatnsdýpinu.

Tilgangur sýnatökunnar 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.

Vorið 1999 tóku menn eftir því að framhlaupsbylgja var sjáanleg á miðjum Dyngjujökli og í lok árs var jökullinn farinn að skriða 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 sýnatökufærðum að ná svifaursýnum sem endurspegluðu þennan atburð. Hægt verður að bera sýnin frá árinu 2000 saman við sæmilegar sýnasyrpur frá árunum 1998 og 1999 til þess að skoða mismun aurburðar fyrir og eftir framhlaup.

Alls voru tekin 64 sýni sem voru kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga. Einfaldari kornastærðarmæling var gerð á sýnum sem tekin voru af rafdrifna kláfnum, þ.e.

kornastærðarferillinn nær aðeins niður í um 0,01 mm í stað u. þ. b. 0,0016 mm í venjulegri mælingu.

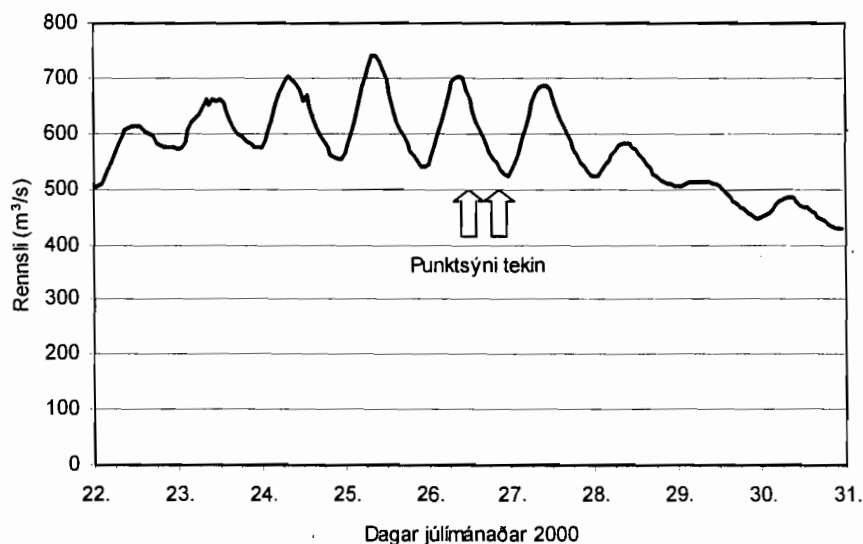
Í þessari greinargerð verður fyrst fjallað um mælingar á sýnum úr einstökum þversniðum, bæði punktýni, sem tekin eru í tilteknu sniði og á ákveðnu dýpi, og heilduð sýni úr hverju sniði, sem eru tekin með því að aurburðarsýnatakinn er látinn leggjast á botninn (100% dýpi) og sýninu safnað meðan sýnatakinn er dreginn upp í gegnum vatnssúluna. Þá er greint frá niðurstöðum mælinga á hefðbundnum sýnum frá brúnni við Grímsstaði, við Upptypinga, og frá Kreppu við Lónshnjúk. Sérstaklega er athugað hvernig niðurstöður frá Grímsstaðabrúnni samræmast niðurstöðum heildaðra sýna af kláfnum.

2 MÆLINGAR Á EINSTÖKUM ÞVERSNIDUM

Punktýnin voru tekin á 50, 80, 90, 95 og 100% dýpi í hverju dyptarsniði miðað við að 100% dýpi sé þar sem punktýnatakinn (P61) 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 stútinn í fyrirfram ákveðinn tíma. Þvermál inntaksstútsins var 4,5 mm. O-punkturinn sem sniðin eru miðuð við er í dyragætt hússins, sem hýsir rafdrifna spilið, eða um 44 m inni á hægri bakka árinna. Farnar voru 2 ferðir þar sem punktýni voru tekin, þann 26. júlí og 20. ágúst.

2.1 Sýni tekin 26. júlí 2000

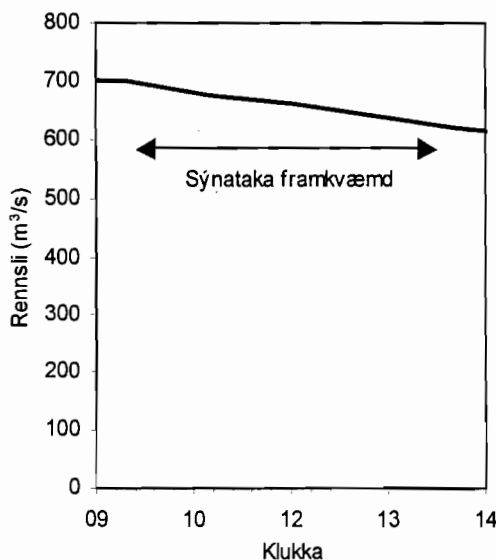
Fyrri punktýnaferðin fór fram þann 26. júlí 2000 í hæglætis veðri. Tvær sýnasyrpur voru teknar og stóð sú fyrri yfir frá kl. 9:22 til 13:50, eða á liggjanda við hámark dagsins, en sú seinni frá kl. 19:50 til 23:28 nálægt lágmarki dagsins. Mynd 1 sýnir rennslisbreytingar dagana fyrir og eftir sýnatökuna. Rennslismæling kl. 20:43 – 23:16 þann 27. júlí gaf 569,6 m³/s, en önnur mæling frá 7:14 – 9:40 þann 28. júlí sýndi 622,4 m³/s.



Mynd 1. Rennslí Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði dagana 22. – 31. júlí 2000.

2.1.1 Morgunsýnataka þann 26. júlí 2000

Rennslið í byrjun fyrri sýnatökunnar var 687 m³/s samkvæmt rennslislykli, en var komið niður í 639 m³/s við lok hennar. Mynd 2 sýnir rennslisbreytingar á sýnatökutímanum, Byrjað var á að taka punktsýnin í dýptarsniðinu næst 0-punktinum og endað í sniðinu fjærst 0-punktinum. Heilduðu sýnin voru tekin í lok punktsýnatökunnar.



Mynd 2. Rennsli Jökulsár á Fjöllum þegar fyrri punktsýnasyrpan var tekin þann 26. júlí.

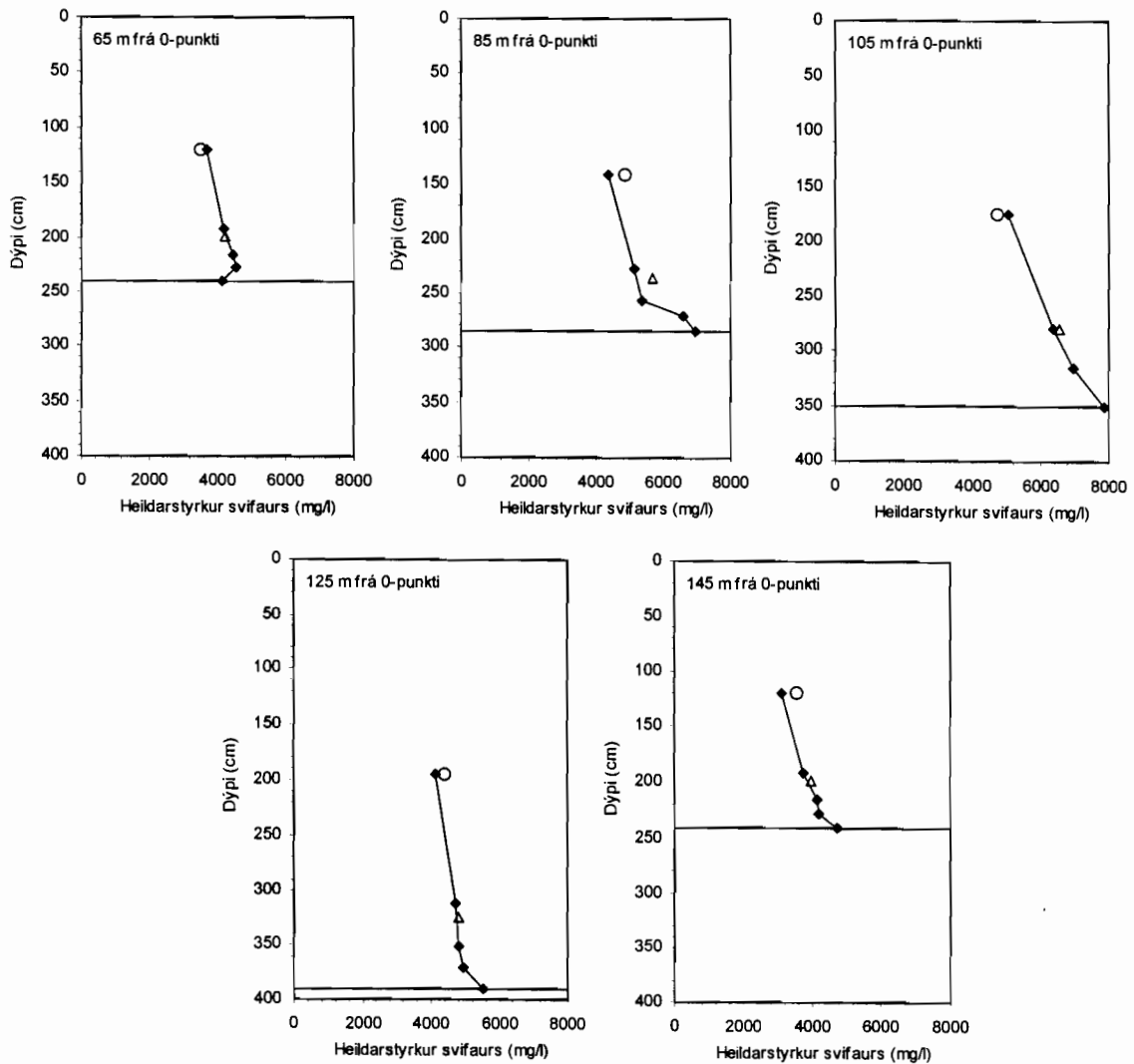
Niðurstöður fyrri svifaursýnatökunnar þann 26. júlí eru sýndar í töflu 1. Styrkur uppleystra efna og leirs (<0,002 mm) er ekki reiknaður fyrir hvert punktsýni vegna þess að þau voru mæld með einfaldari kornastærðaraðferð en hefðbundin sýni. Hins vegar er hægt að nálgast styrk uppleystra efna í aurburðarsýni sem tekið var við brúna á Grímsstöðum strax eftir punktsýnatökuna kl. 14:17 og var styrkur uppleystra efna í því 65 mg/l. Eins og sjá má í töflu 1 var þvermál stærstu korna innan við 1,6 mm í öllum sýnum nema einu, og í yfir helmingi sýnanna undir 1 mm. Því er ljóst að þrátt fyrir að sýnatakinn væri látinn setjast á botninn með sýnaopið um 10 cm yfir botni safnaði hann nær eingöngu aur af eðlilegri kornastærð svifaurs, en ekki skriðaus. Stærstu kornin (>1 mm) komu í sýnatakann í 85 m og 105 m sniðunum.

Tafla 1. Niðurstöður mælinga í einstökum þversniðum 26. júlí 2000, 9:22 – 13:50.

Fjarlægð frá 0-punkti	Botndýpi (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	
65	240	heildað	0-240	3486	1464	871	1046	105	0,5
"	"	50	120	3697	1479	665	1442	111	0,6
"	"	80	192	4183	1506	1004	1464	209	0,5
"	"	90	216	4463	1517	893	1741	312	0,6
"	"	95	228	4529	1449	906	1812	362	0,5
"	"	100	240	4158	1445	873	1497	333	1,0
85	285	heildað	0-285	4860	1409	778	1604	1069	1,3
"	"	50	142	4349	1479	913	1609	348	1,0
"	"	80	228	5115	1125	1177	1841	972	1,5
"	"	90	257	5371	1504	913	1719	1235	2,5
"	"	95	271	6584	1514	1383	1909	1778	1,6
"	"	100	285	6959	1531	835	2157	2436	1,5
105	350	heildað	0-350	4754	1426	856	1806	666	0,5

“	“	50	175	5058	1366	1062	2074	556	0,9
“	“	80	280	6354	1461	826	2669	1398	1,0
“	“	90	315	6963	1044	975	2507	2437	1,5
“	“	95	333	--	--	--	--	--	1,5
“	“	100	350	7858	1493	864	2829	2672	1,6
125	390	heildað	0-390	4406	1366	837	1762	441	0,6
“	“	50	195	4123	1402	742	1773	206	0,5
“	“	80	312	4717	1415	943	1981	378	0,9
“	“	90	351	4803	1441	769	2065	528	0,6
“	“	95	370	4953	1486	991	1981	495	1,0
“	“	100	390	5514	1489	1103	2371	551	0,5
145	240	heildað	0-240	3576	1359	858	1216	143	0,5
“	“	50	120	3123	1374	656	1031	63	0,5
“	“	80	192	3758	1391	864	1353	150	0,6
“	“	90	216	4162	1457	874	1665	166	0,6
“	“	95	228	4196	1385	797	1804	210	0,5
“	“	100	240	4726	1418	945	2127	236	0,5

Mynd 3 sýnir hins vegar niðurstöður mælinganna á myndrænu formi til þess að hægt sé að átta sig betur á breytileika svifaurs með dýpi.



Mynd 3. Heildarsvifaursstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum frá kl. 9:22 – 13:50 þann 26. júlí 2000. Opnir hringir tákna aurstyrk heildaðra sýna sem tekin voru frá yfirborði niður á botn, en opnir þríhyrningar sýna meðalaurstyrk punktsýnanna fimm. Lárétta strikið markar botn sniðsins.

Miðað er við að dýpi heilduðu sýnanna sé 50 % af heildardýpi sniðsins, en fjarlægð opnu þríhyrninganna frá yfirborði er meðaltal dýptartalna sýnanna. Skýringar við mynd 3 eiga einnig við um samskonar myndir sem koma síðar í textanum.

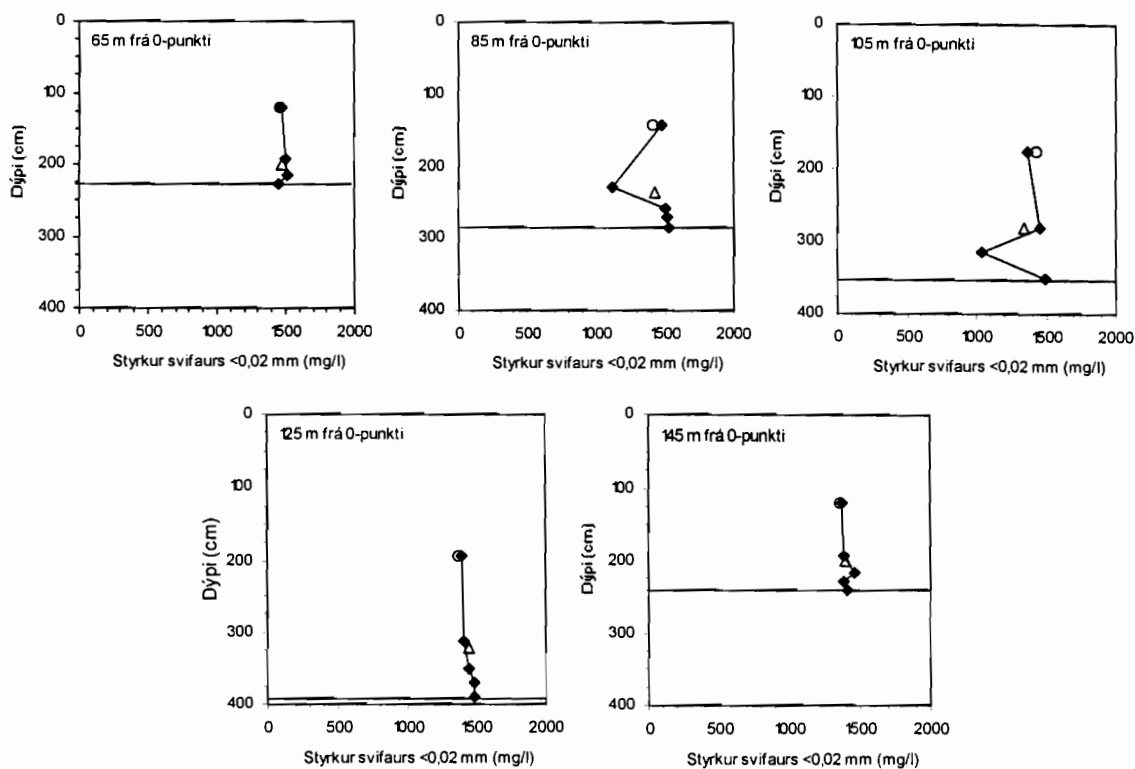
Mynd 3 sýnir greinilega að heildarsvifaur í morgunsýnatöku þann 26. júlí 2000 fer vaxandi með dýpi ef frá er talið neðsta sýnið í 65 m sniðinu. Hugsanlegt er að þar sé einhver óregla í streymi vegna jaðaráhrifa enda er dýpið í því sniði einna minnst. Heildaða sýnið, sem táknað er með opnum hring á mynd 3, sýnir svipaðan heildaraurstyrk og punktsýnið á 50 % dýpi og vanmetur því heildaraurstyrkinn að einhverju leyti.

Myndir 4, 5, 6 og 7 sýna styrk svifaurs eins og hann skiptist í einstaka kornastærðarflokka, þ.e. <0,02 mm, 0,02 – 0,06 mm, 0,06 – 0,2 mm og >0,2 mm. Mikill munur er á skiptingu svifaurs eftir kornastærðum milli hinna fimm dýptarsniða í 65, 85, 105, 125 og 145 m fjarlægð frá 0-punkti (mynd 4). Litlar breytingar eru með dýpi innan minnsta kornastærðarflokksins (<0,02 mm) þrátt fyrir að 50 % sýnin hafi heldur minni aurstyrk en punktsýnin neðar í sniðunum. Þessi litla breyting er eðlileg þar sem styrkur fingerðs efnis er yfirleitt nokkuð jafn um vatnssúluna við þetta hátt rennsli. Tvö sýni skera sig þó úr hvað þetta varðar, þ.e. 80 % sýnið í 85 m sniðinu og 95 % sýnið í 105 m sniðinu. Styrkur <0,02 mm kornastærðarinnar í þessum sýnum er um 500 mg/l minni en annarra sýna, en ekkert virðist vera athugavert við sýnatökuna sjálfa. Því er óljóst hvað veldur þessum lága styrk annað en breytileiki í aurstyrk árinna með tíma eða ónákvæmni kornastærðarmælinganna sjálfra.

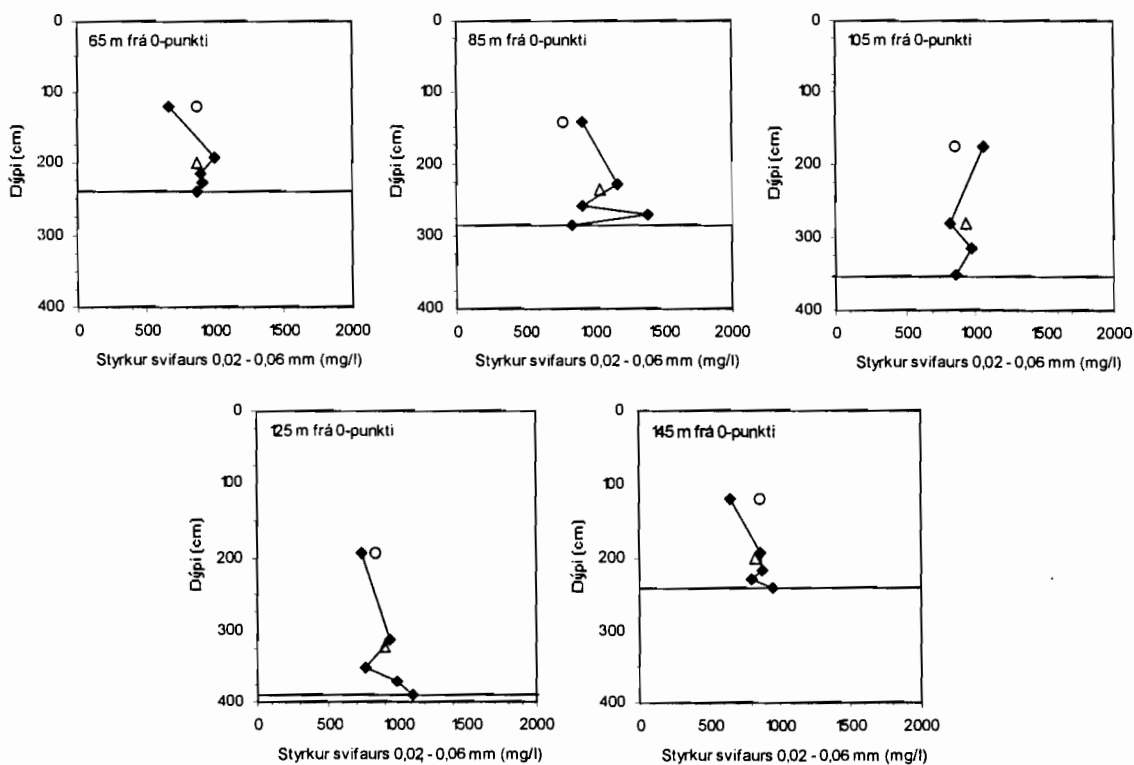
Á mynd 5 má sjá að styrkur svifaurs af stærðinni 0,02 – 0,06 mm breytist óreglulega með dýpi, sérstaklega í 85 m sniðinu. Styrkur þessarar kornastærðar eykst heldur meira með dýpi en fingerðasta efnisins í 125 og 145 m sniðunum.

Eins og sést á mynd 6 eykst styrkur kornastærðarinnar frá 0,06 – 0,2 mm yfirleitt þegar nær dregur botni, þó einhver óregla sé til staðar. Aurstyrkur þessarar kornastærðar er heldur meiri en í minni kornastærðarflokkum og því ber að athuga að kvarðinn er annar.

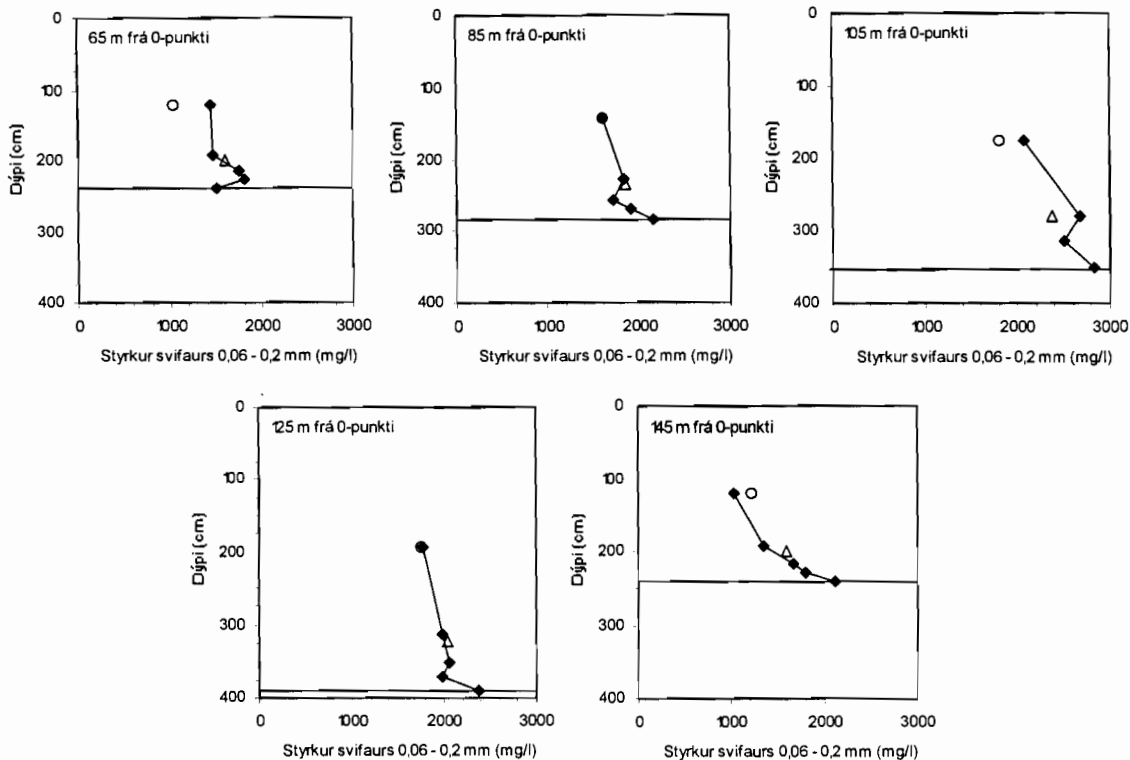
Aukning aurstyrks með dýpi sést greinilegast í stærsta kornastærðarflokknum, þ.e. efninu grófara en 0,2 mm (mynd 7). Þar eykst styrkurinn alls staðar með dýpi eins og við er að búast, en mikill munur er á styrk efnisins á milli sniða. Styrkur >0,2 mm efnis við botn er langmestur 85 og 105 m sniðunum, eða yfir 2500 mg/l, á meðan hann er í öðrum sniðum um eða undir 500 mg/l.



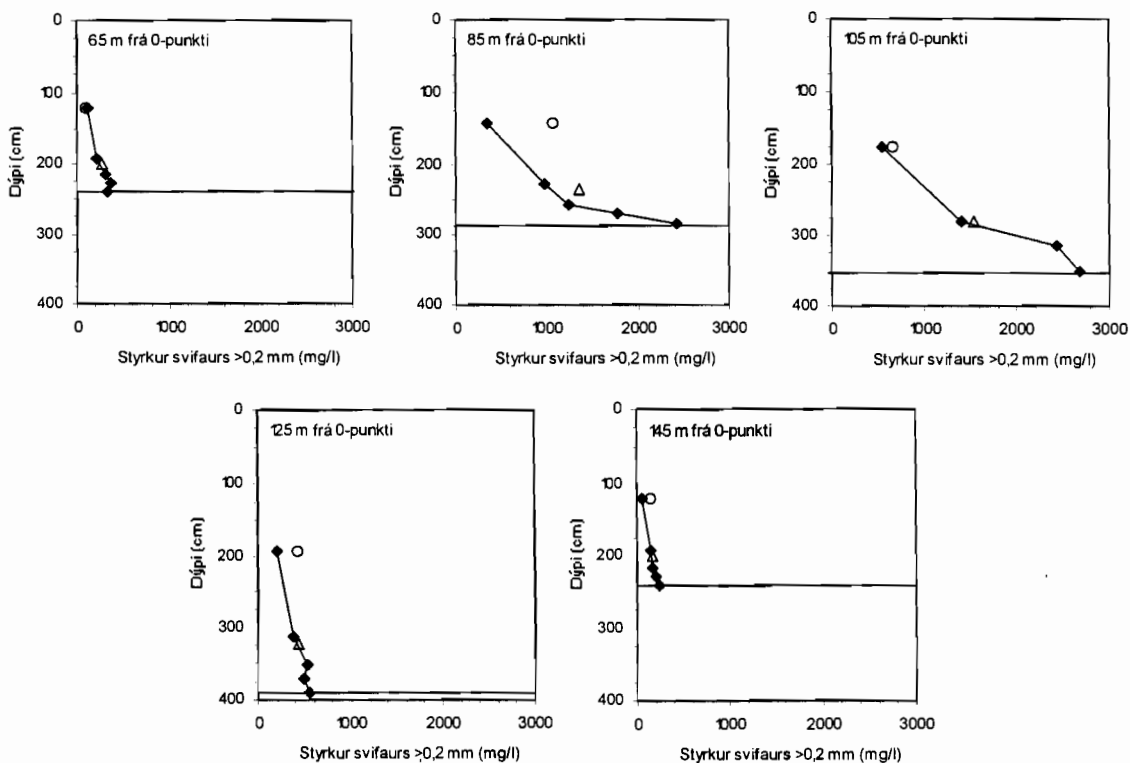
Mynd 4. Styrkur svifaurs <math><0,02\text{ mm}</math> í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 9:22 – 13:50 þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 5. Styrkur svifaurs 0,02 – 0,06 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 9:22 – 13:50 þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



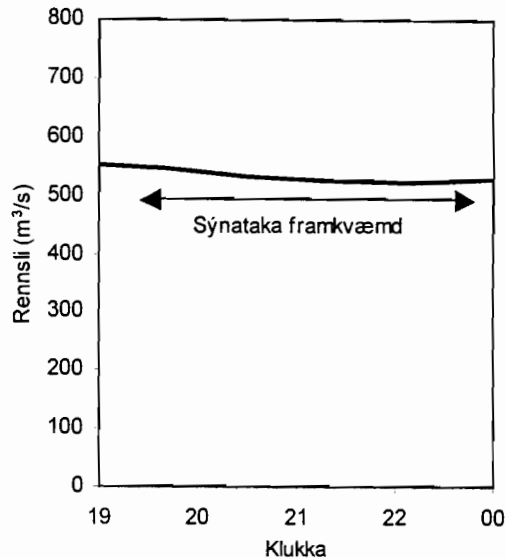
Mynd 6. Styrkur svifaus 0,06 – 0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 9:22 – 13:50 þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 7. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 9:22 – 13:50 þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.

2.1.2 Kvöldsýnataka þann 26. júlí 2000

Seinni sýnataka þann 26. júlí fór fram á milli kl. 19:50 og 23:28. Rennsli Jökulsár á Fjöllum minnkaði úr 555 m³/s í byrjun sýnatökunnar í 516 m³/s við lok hennar eins og sést á mynd 8.

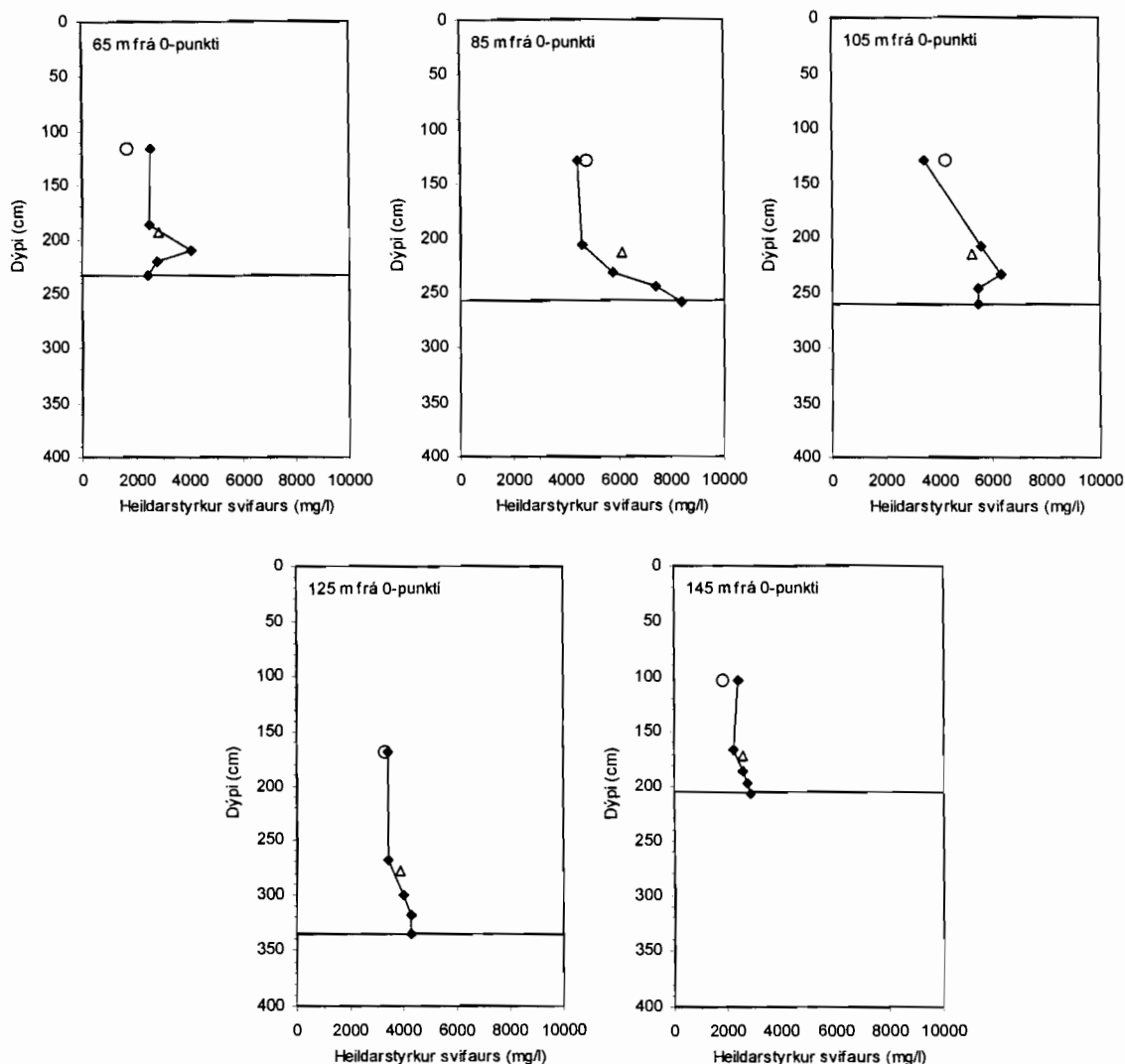


Mynd 8. Rennsli Jökulsár á Fjöllum þegar seinni punktsýnasyrpan var tekin þann 26. júlí.

Tafla 2. Niðurstöður mælinga í einstökum þversniðum 26. júlí 2000, kl. 19:50 – 23:28.

Fjarlægð frá 0-punkti	Dýpi botns (cm)	Dýpi í % 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	
65	233	heildað	0-233	1653	678	265	628	83	0,3
"	"	50	116	2518	1108	403	881	126	0,5
"	"	80	186	2463	813	468	936	246	0,6
"	"	90	210	4041	1132	485	1616	808	1,6
"	"	95	221	2782	1141	389	695	556	1,0
"	"	100	233	2416	1135	290	701	290	1,0
85	258	heildað	0-258	4811	1155	529	1684	1443	1,3
"	"	50	129	4461	1651	491	1561	758	1,5
"	"	80	206	4627	1157	463	1527	1480	1,5
"	"	90	232	5795	1159	464	1796	2376	1,0
"	"	95	245	7414	1112	519	2076	3707	1,5
"	"	100	258	8374	1172	586	2261	4355	2,5
105	260	heildað	0-260	4230	1184	423	1777	846	1,0
"	"	50	130	3463	623	485	1697	658	1,0
"	"	80	208	5583	1116	614	2457	1396	1,5
"	"	90	234	6313	1136	631	2336	2210	1,0
"	"	95	247	5449	1254	599	2016	1580	1,1
"	"	100	260	5470	1258	547	1969	1696	3,0
125	335	heildað	0-335	3338	1168	601	1269	300	0,5
"	"	50	168	3438	1100	550	1444	344	0,5
"	"	80	268	3403	1089	613	1327	374	1,0
"	"	90	301	4005	1201	601	1562	641	1,2
"	"	95	318	4307	1120	474	1809	904	1,0
"	"	100	335	4300	1204	1677	516	903	0,6
145	207	heildað	0-207	1812	797	217	725	73	0,5
"	"	50	104	2394	1173	359	790	72	0,3
"	"	80	166	2236	1297	179	693	67	0,5
"	"	90	186	2534	1115	304	1014	101	1,5
"	"	95	197	2734	1148	465	1066	55	0,5
"	"	100	207	2844	1223	540	967	114	0,5

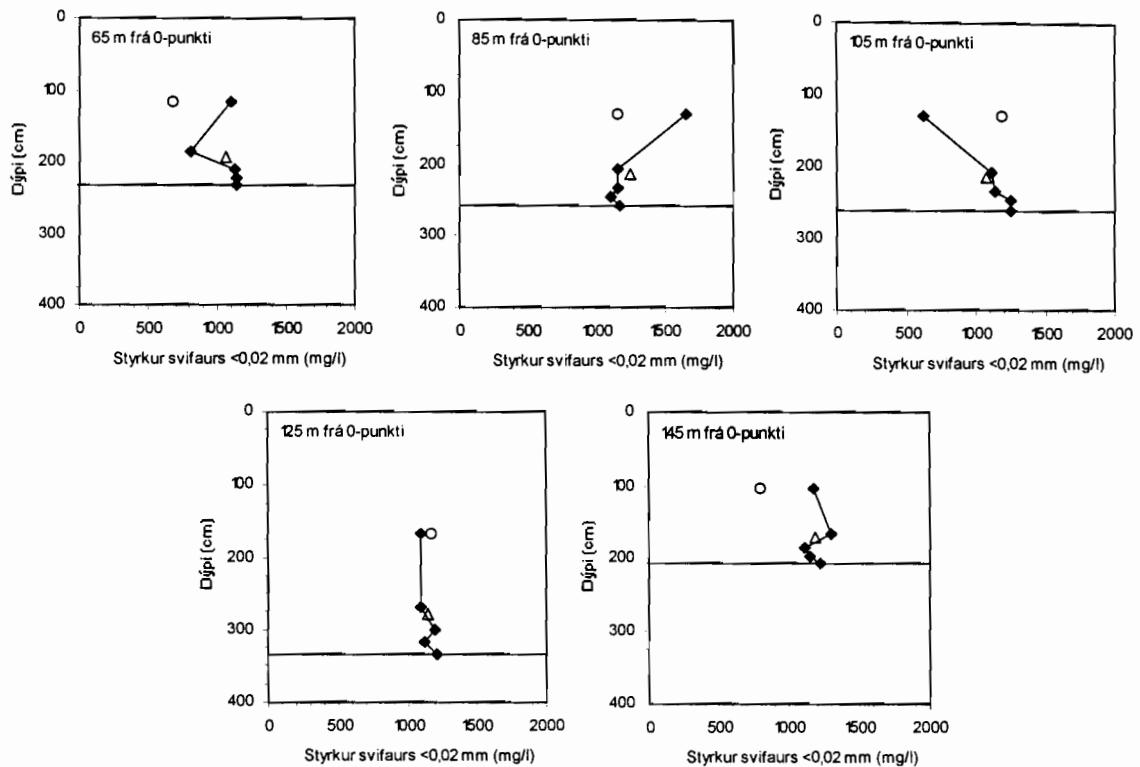
Magn uppleystra efna er áætlað það sama og í sýni sem tekið var af brúnni við Grímsstaði kl. 19:15, eða 55 mg/l. Niðurstöður kvöldsýnatökunnar þann 26. júlí eru settar fram í töflu 2, auk þess sem mynd 9 sýnir magn heildarsvifaus punktsýna í þversniðunum fimm.



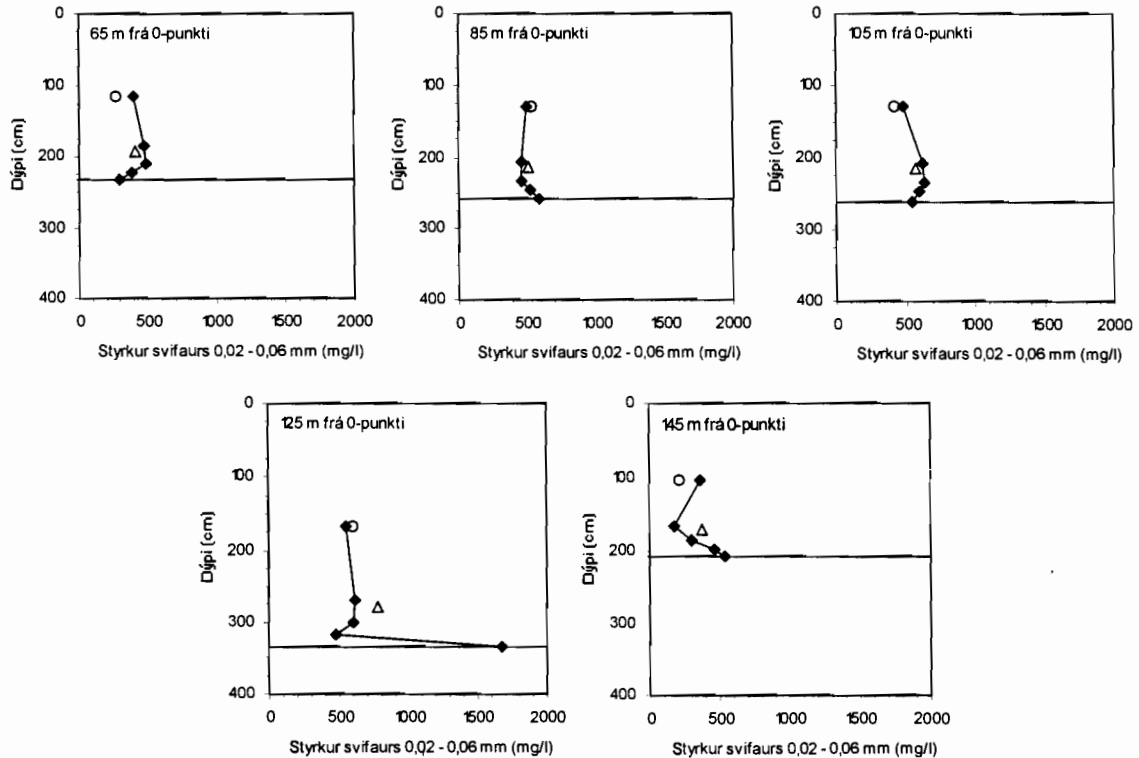
Mynd 9. Heildarsvifausstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum frá kl. 19:50 – 23:28 þann 26. júlí 2000.

Niðurstöður svifausmælinganna gefa til kynna að sýnatakinn hafi nær eingöngu safnað efni af eðlilegri kornastærð svifaus en ekki skriðaus. Þó hefur punktsýnið við botn í 105 m sniðinu innihaldið korn af stærðinni 3,0 mm. Eins og í fyrri sýnasyrpunni þann 26. júlí liggur heildarsvifausstyrkur heildaða sýnisins nálægt styrk punktsýna á 50 % dýpi, og er jafnvel lægri í 65 og 145 m sniðunum. Í sniðum 85, 125 og 145 m eykst heildarsvifausstyrkurinn jafn og þétt með dýpi og er aukningin langmest í 85 m dýptarsniðinu. Breytingin með dýpi er hinsvegar óreglulegri í sniðum 65 og 105 m.

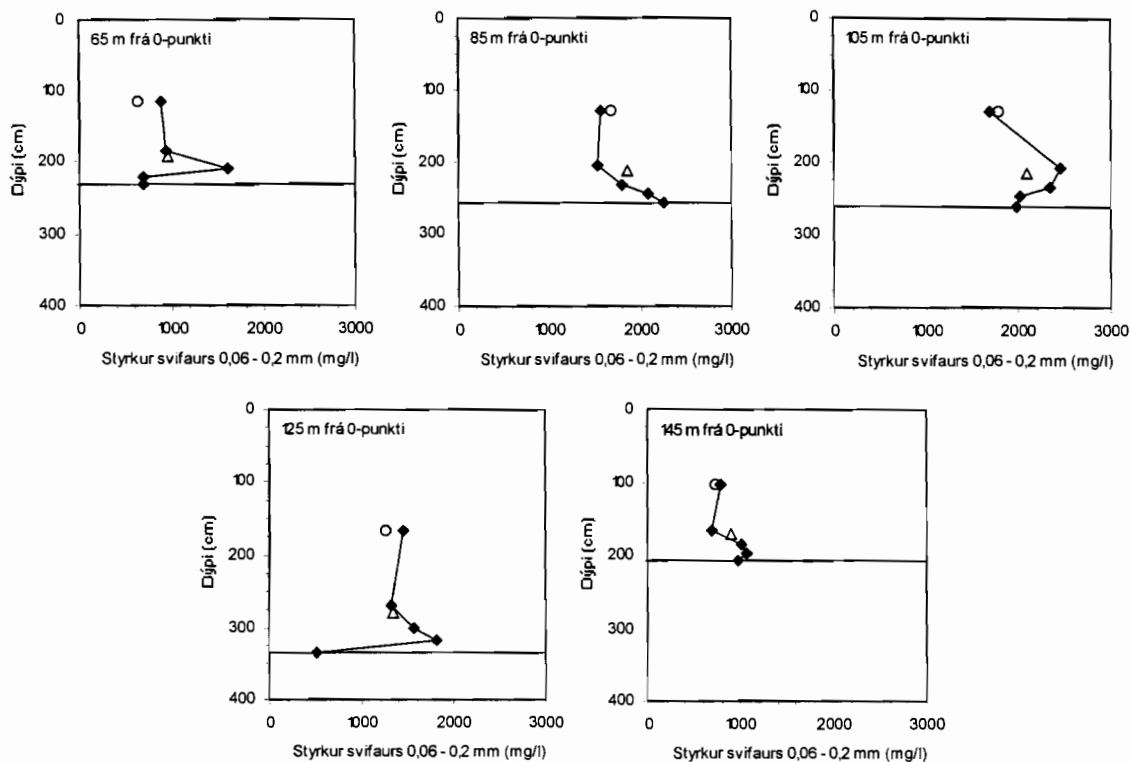
Á myndum 10, 11, 12 og 13 má sjá svifausstyrk hinna fjögurra kornastærðarflokka innan dýptarsniðanna fimm.



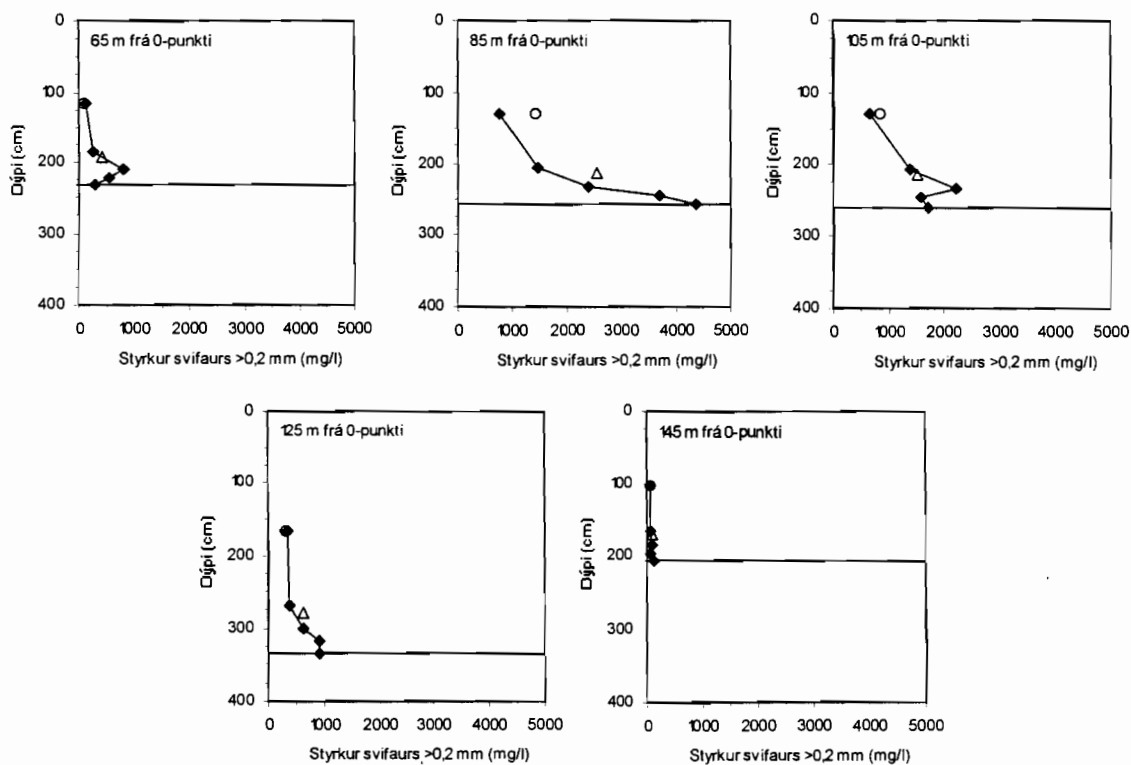
Mynd 10. Styrkur svifaus $<0,02\text{ mm}$ í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 19:50 – 23:28, þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 11. Styrkur svifaus 0,02 – 0,06 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 19:50 – 23:28, þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 12. Styrkur svifaus 0,06 – 0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 19:50 – 23:28, þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 13. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 19:50 – 23:28, þann 26. júlí 2000. Sjá skýringar við mynd 3.

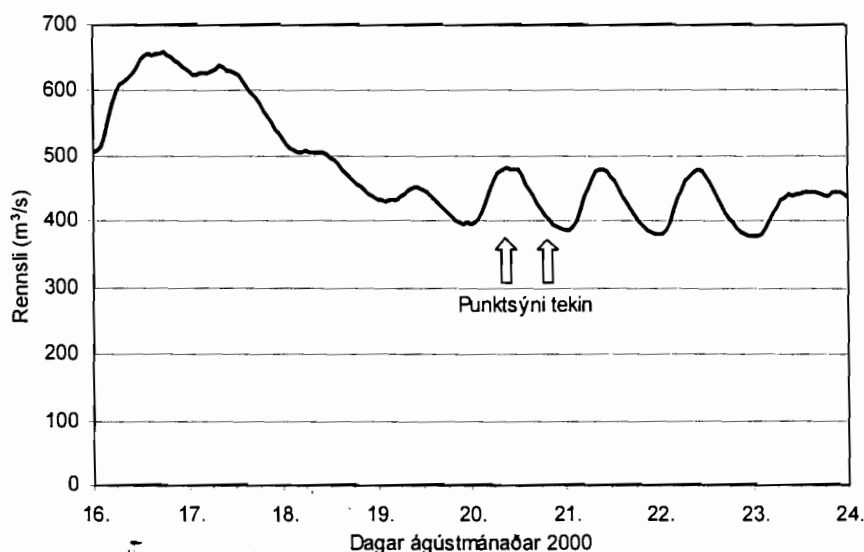
Á mynd 10 sést að svifaursbreytingar á efni <0,02 mm eru litlar með dýpi og að magn svifaurs <0,02 mm í 50 % dýpi getur ýmist verið töluvert meira (65 m) eða minna (85 m) en á öðru dýpi í sniðunum. Þessi mismunur tengist þá sveiflukennndum svifaursframburði eða ónákvæmni í kornastærðargreiningu.

Athyglisvert er að í kornastærðinni 0,02 – 0,06 mm minnkar magn svifaurs með dýpi í neðsta hluta 65 og 105 m sniðanna, en þessi breyting er þó mjög lítil eins og sjá má á mynd 11. Sama mynd sýnir að magn af 0,02 – 0,06 mm efni í neðsta sýninu í 125 m sniðinu er um 1000 mg/l meira en í öðrum sýnum innan sömu sýnasyrpu. Sú niðurstaða er í samræmi við þá staðreynd að efni við botninn berst frekar fram í púlsum en efni ofar í vatnssúlunni. Hafa ber í huga að niðurstöður kornastærðarflokka eru reiknaðar út frá prósentuhluta hverrar kornastærðar og þær því háðar öðrum kornastærðarflokkum. Þetta sést vel í ofangreindu sýni (125m, 100 %), sem í staðinn sýnir óvenjulega lágt magn af svifaurs innan 0,06 – 0,2 mm kornastærðarinnar (mynd 12).

Magn stærsta svifaursflokksins (>0,2 mm) eykst í megindráttum með dýpi, þó að óreglur séu í ferlunum í sniðum 65 og 105 m eins og sjá má á mynd 13. Eins og í fyrri sýnatökusyrpunni, sem tekin var fyrr um morguninn sama dag, er mikill munur á svifaursstyrk efni >0,2 mm innan sniðanna og er hann langmestur í 85 m sniðinu, eða um 4500 mg/l við botn, í kringum 2000 mg/l í 105 m sniðinu, en mun minni í hinum sniðunum þremur (<1000 mg/l). Í þeim sniðum er langminnst af grófu efni á ferðinni við vinstri bakka, þ.e. í 145 m sniðinu.

2.2 Sýni tekin 20. ágúst

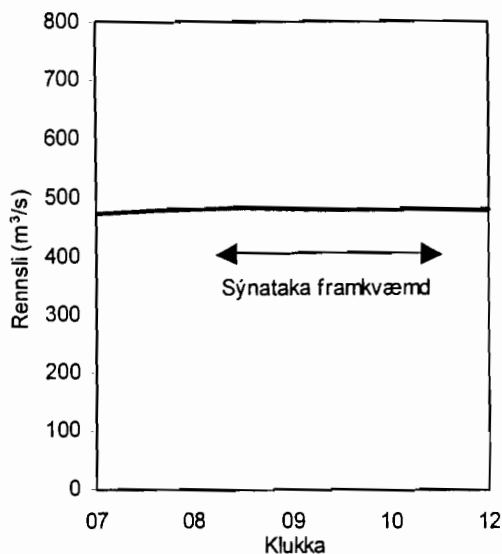
Seinni punktsýnatökuferðin var farin þann 20. ágúst og voru teknar tvær sýnasyrpur eins og í fyrri ferðinni, nálægt bæði hámarks- og lágmarksrennsli dagsins. Mynd 14 sýnir rennsli Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði dagana fyrir og eftir sýnatökuna. Þegar sýnin voru tekin var dagsveifla árinna orðin regluleg eftir mjög hátt rennsli dagana áður, sem að öllum líkindum er tengt mikilli úrkomu á svæðinu 16. júlí. Rennslismæling þann 21. ágúst kl. 8:40 – 11:07 gaf 488,1 m³/s.



Mynd 14. Rennslisbreytingar Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði dagana 16. – 24. ágúst, 2000.

2.2.1 Morgunsýnataka þann 20. ágúst 2000

Rennsli samkvæmt rennslislykli breyttist lítið innan sýnatökunnar og var 488 m³/s í upphafi sýnasyrpunnar kl. 8:16, en 490 m³/s við lok hennar kl. 11:19 (mynd 15).

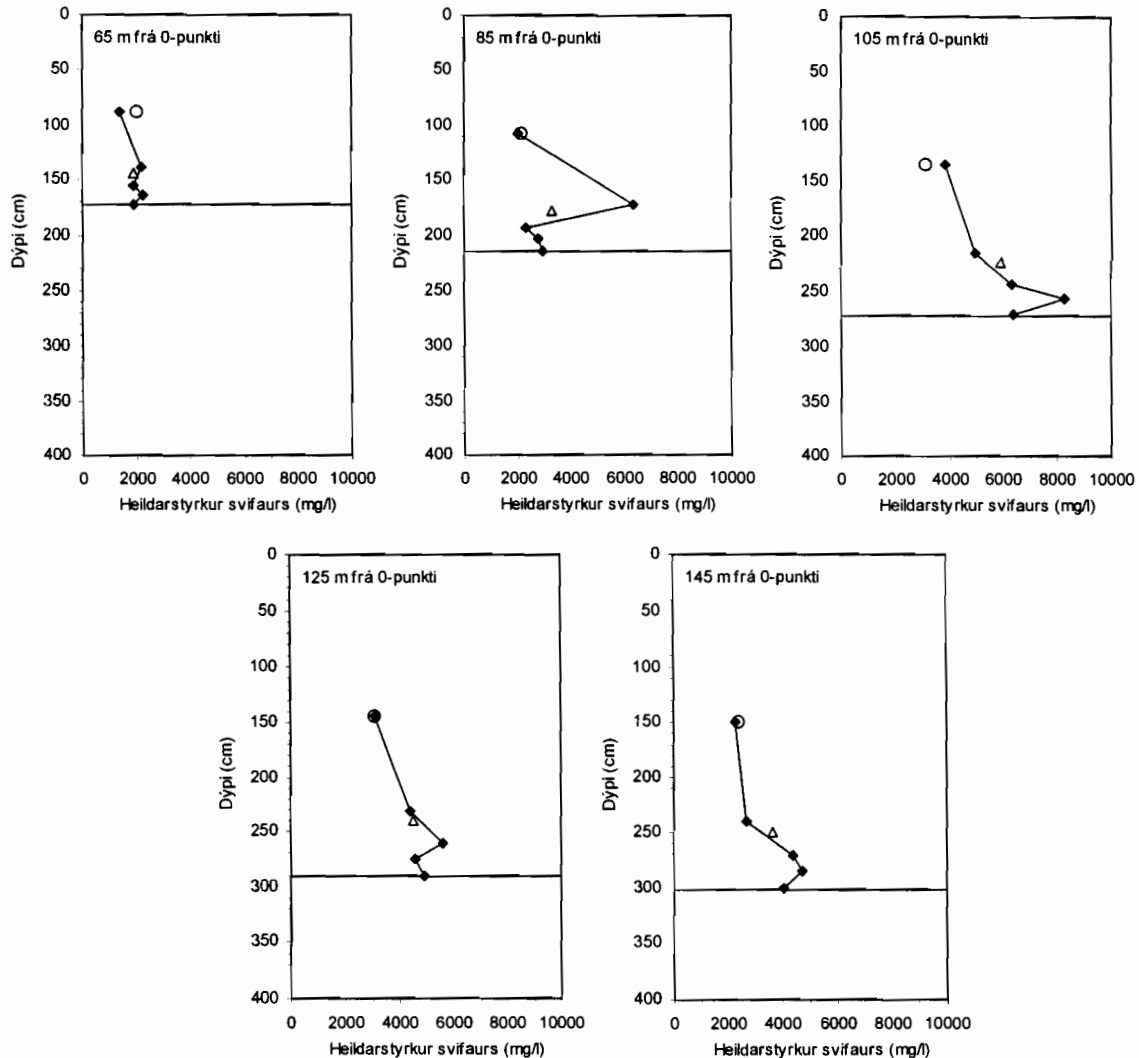


Mynd 15. Rennsli Jökulsár á Fjöllum við Grímsstaði þegar fyrri punktsýnasyrpan var tekin þann 20. ágúst.

Tafla 3. Niðurstöður mælinga í einstökum þversniðum 20. ágúst, 2000, kl. 8:16 – 11:19.

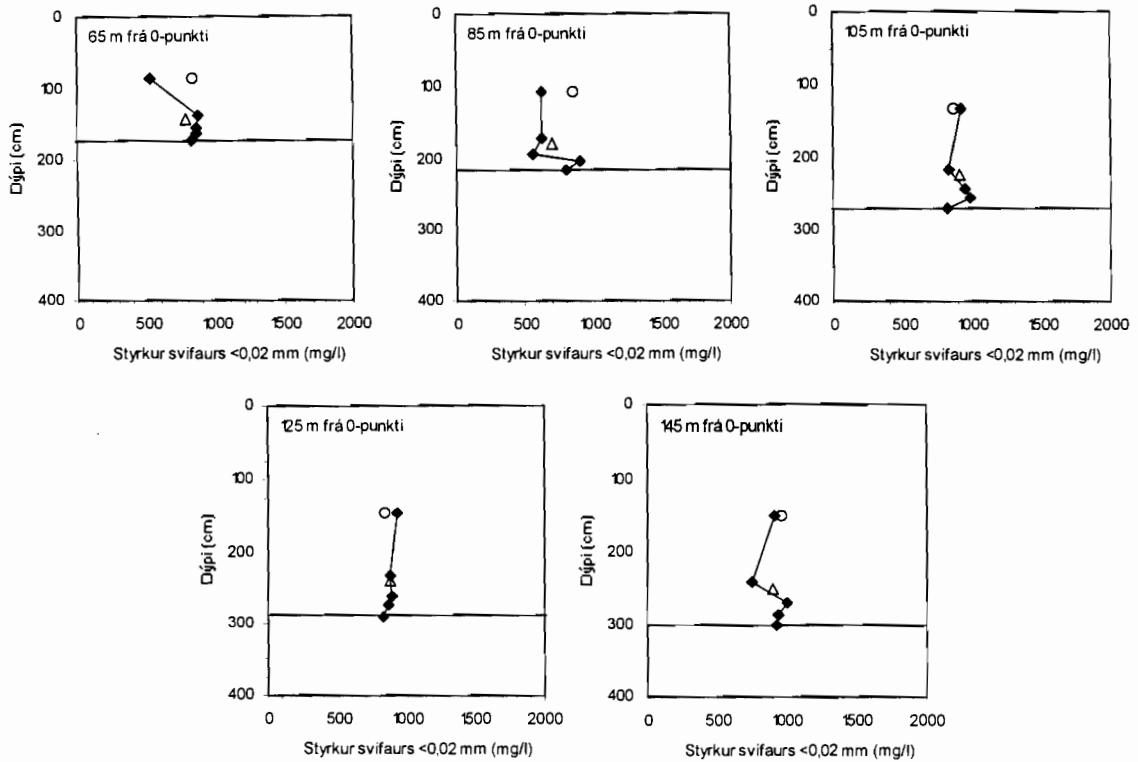
Fjarlægð frá 0-punkti	Dýpi botns (cm)	Dýpi í % frá yfirborði	Dýpi sýnis (cm)	Aur-styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l)				Stærstu korn (mm)
					<0,02 mm	0,02-0,06 mm	0,06-0,2 mm	>0,2 mm	
65	173	heildað	0-173	1995	838	279	718	160	0,5
"	"	50	87	1367	520	369	451	27	0,5
"	"	80	138	2174	869	370	848	87	0,3
"	"	90	156	1918	863	326	633	96	0,3
"	"	95	164	2264	860	385	860	159	0,8
"	"	100	173	1896	815	360	645	76	0,3
85	215	heildað	0-215	2139	856	342	770	171	0,6
"	"	50	108	2031	630	447	812	142	0,7
"	"	80	172	6387	621	454	1026	286	0,8
"	"	90	193	2335	560	490	1004	280	0,6
"	"	95	204	2751	908	413	1045	385	0,6
"	"	100	215	2976	803	476	1161	536	0,8
105	270	heildað	0-270	3103	869	310	1148	776	0,5
"	"	50	135	3855	925	463	1388	1079	0,6
"	"	80	216	4935	839	592	1629	1875	1,2
"	"	90	243	6325	949	506	1897	2973	1,5
"	"	95	256	8273	993	331	2316	4633	3,0
"	"	100	270	6353	826	445	1779	3303	1,5
125	290	heildað	0-290	3101	837	403	1179	682	1,3
"	"	50	145	3091	927	464	1205	495	0,7
"	"	80	232	4389	878	395	1536	1580	1,2
"	"	90	261	5581	893	502	1786	2400	2,0
"	"	95	275	4547	864	455	1682	1546	1,1
"	"	100	290	4900	833	490	1617	1960	1,7
145	301	heildað	0-301	2396	958	359	815	264	0,5
"	"	50	150	2286	914	480	732	160	1,5
"	"	80	241	2661	745	399	1038	479	0,5
"	"	90	271	4357	1002	436	1525	1394	1,0
"	"	95	286	4717	943	377	1604	1793	0,6
"	"	100	301	4021	925	362	1447	1287	0,6

Í töflu 3 má finna niðurstöður kornastærðarmælinga sýna sem tekin voru í fyrri punktsýnatökunni þann 20. ágúst, en breytileiki heildarsvifauers er sýndur á mynd 16. Eins og í sýnasyrpunum 26. júlí var byrjað á að taka sýnin næst 0-punkti (65 m), síðan koll af kalli út að sniði í 145 m fjarlægð frá 0-punkti og endað á að taka heilduðu sýnin í hverju sniði. Stuttu eftir að fyrri punktsýnatökunni lauk, kl. 12:15, var tekið venjulegt svifaursýni af brúnni við Grímsstaði og er miðað við að magn uppleystra efna í punktsýnunum sé hið sama og í þessu sýni, 89 mg/l.

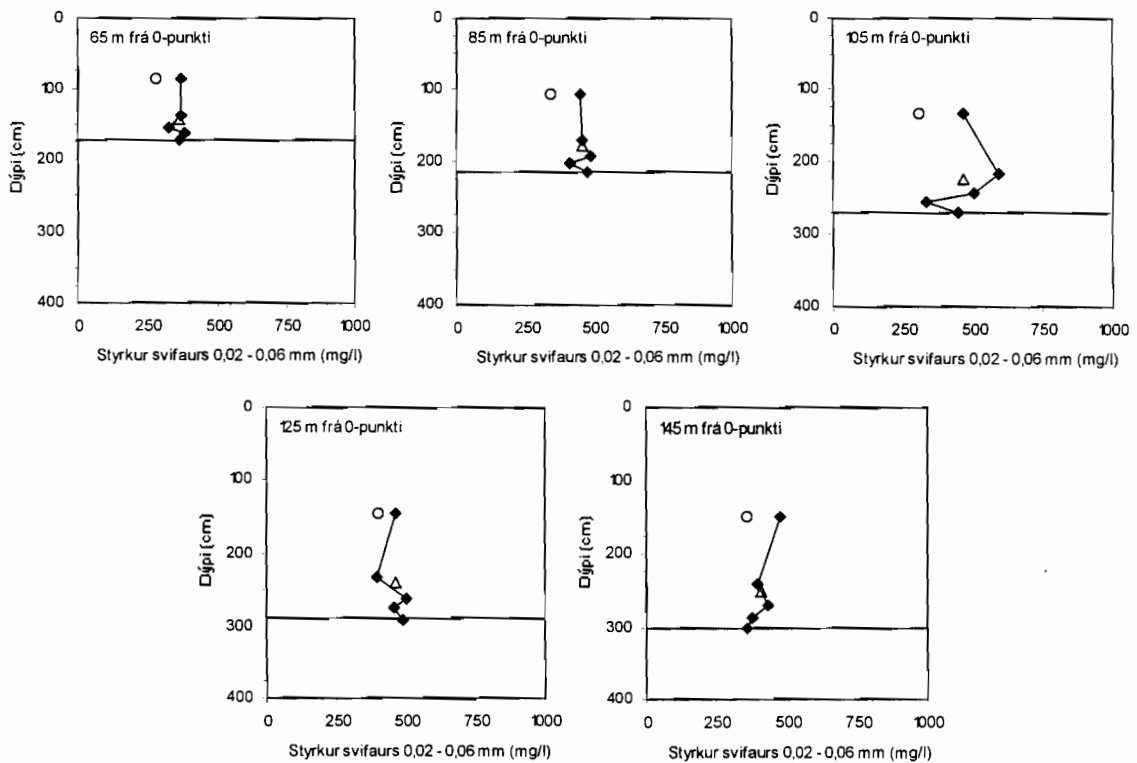


Mynd 16. Heildarsvifauersstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum frá kl. 8:16 – 11:19 þann 20. ágúst 2000.

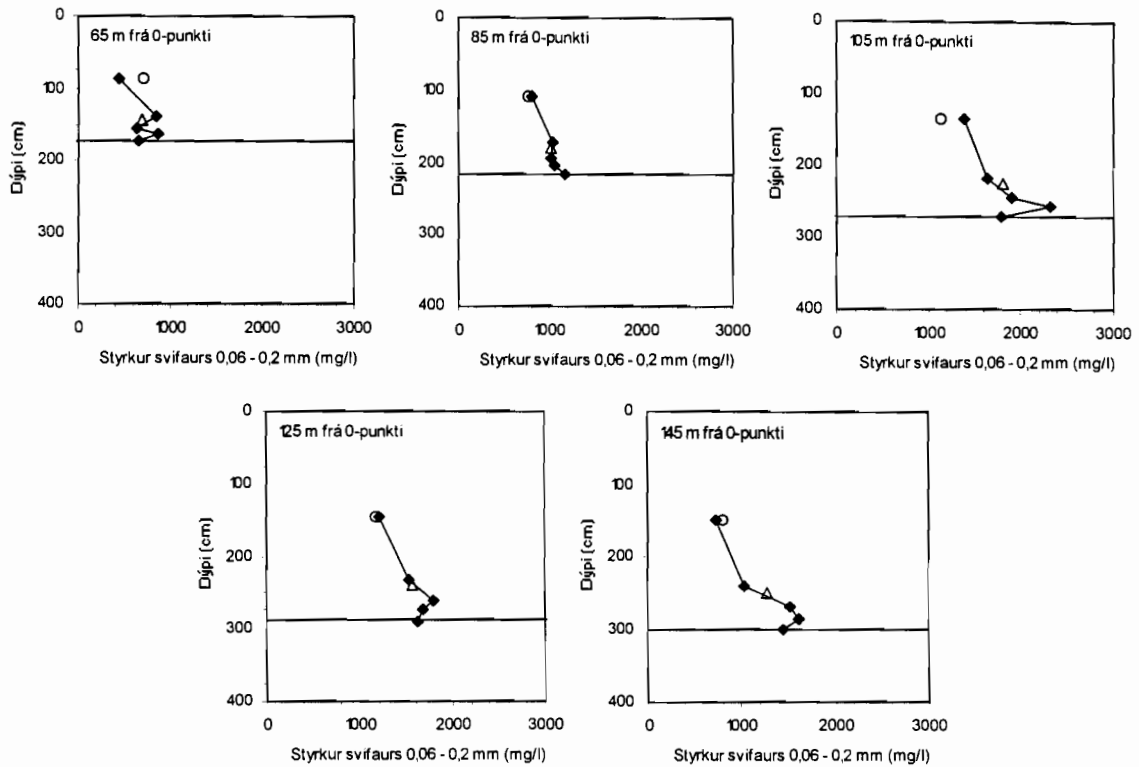
Aðeins eitt sýni inniheldur korn stærra en 2 mm og aðeins um þriðjungur sýnanna er með korn á bilinu 1 – 2 mm (tafla 3), sem bendir til að eingöngu sé verið að safna svifaur, ekki skriðaursefni. Á mynd 16 má sjá að heildarstyrkur svifauers eykst í meginatriðum með auknu dýpi í sýnunum sem tekin voru í fyrri sýrpunni þann 20. ágúst. Aukningin er þó ekki eins jöfn og í sýnasyrpunum frá 26. júlí (myndir 3 og 9) og hafa t.d. neðstu sýnin í sniðum 105 og 145 m minni heildarsvifauersstyrk en sýnin í 95 % dýpisins í sömu sniðum. Myndir 17, 18, 19 og 20 sýna skiptingu svifauersstyrks sýnanna eftir kornastærðarflokkum.



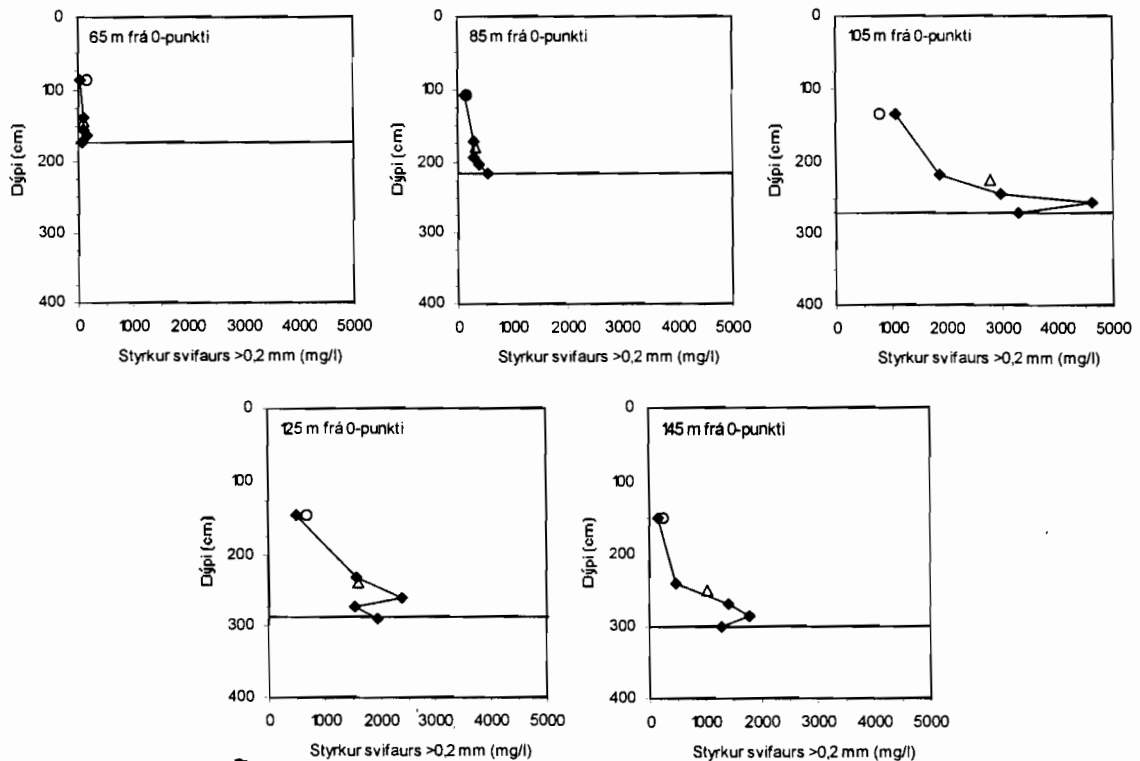
Mynd 17. Styrkur svifaus <math><0,02\text{ mm}</math> í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 8:16 – 11:19, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 18. Styrkur svifaus 0,02 – 0,06 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 8:16 – 11:19, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 19. Styrkur svifaus 0,06 – 0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 8:16 – 11:19, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



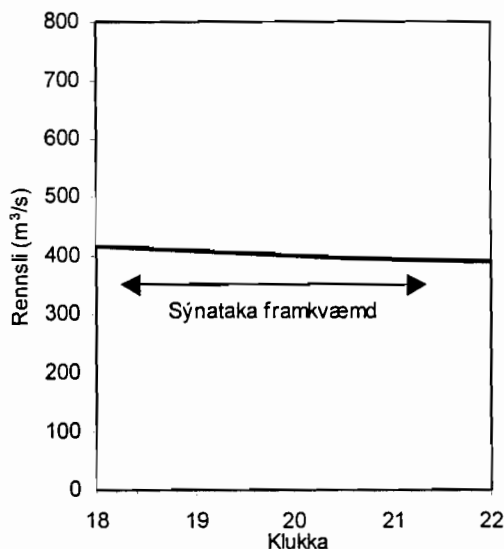
Mynd 20. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 8:16 – 11:19, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.

Tiltölulega lítill breytileiki er á styrk svifaurs með dýpi í fingerðustu kornaflokkunum, þ.e. <0,02 og 0,02 – 0,06 mm sem sýndir eru á myndum 17 og 18. Áhugavert er að breytileikinn er heldur minni ef eitthvað er í grófari flokknum af þessum tveimur, en venjulega er það fingerðasta efnið sem er jafndreift um vatnsbolinn.

Mynd 19 sýnir styrk svifaurs í 0,06 – 0,2 mm kornastærðarflokknum á milli sniðatökustaða og sést að styrkurinn eykst yfirleitt með dýpi ef frá er talið neðsta sýnið (100 % sýni) í öllum sniðum nema 85 m sniðinu. Óljóst er hvað veldur þessum minnkandi aurstyrk við botn, en sams konar tilhneigingu má sjá í styrk stærstu svifaurskornanna (>0,2 mm) í þremur sniðum fjærst 0-punkti á mynd 20. Í sömu sniðum er styrkur svifaurs af grófustu gerð einnig mestur, þó langmestur í 85 m sniðinu.

2.2.2 Kvöldsýnataka þann 20. ágúst 2000

Fyrsta sýni í seinni sýnasyrpanni var tekið kl. 18:07 við 431 m³/s rennsli og það síðasta kl. 21:16 við 408 m³/s rennsli, eða nærri lágrennsli dagsins. Mynd 21 sýnir breytingar á rennsli á sýnatökutímanum. Þetta er eina sýnasyrpan þar sem byrjað var að taka sýnin í 145 m sniðinu og heildaða sýnin tekið í framhaldi af sýnatöku í hverju sniði. Svifaursnýni var tekið af brúnni við Grímsstaði rétt eftir lok sýnatökunnar kl. 21:35 og var styrkur uppleystra efna í því sýni 105 mg/l. Sá styrkur er notaður sem leiðbeinandi styrkur uppleystra efna fyrir punktsýnin.



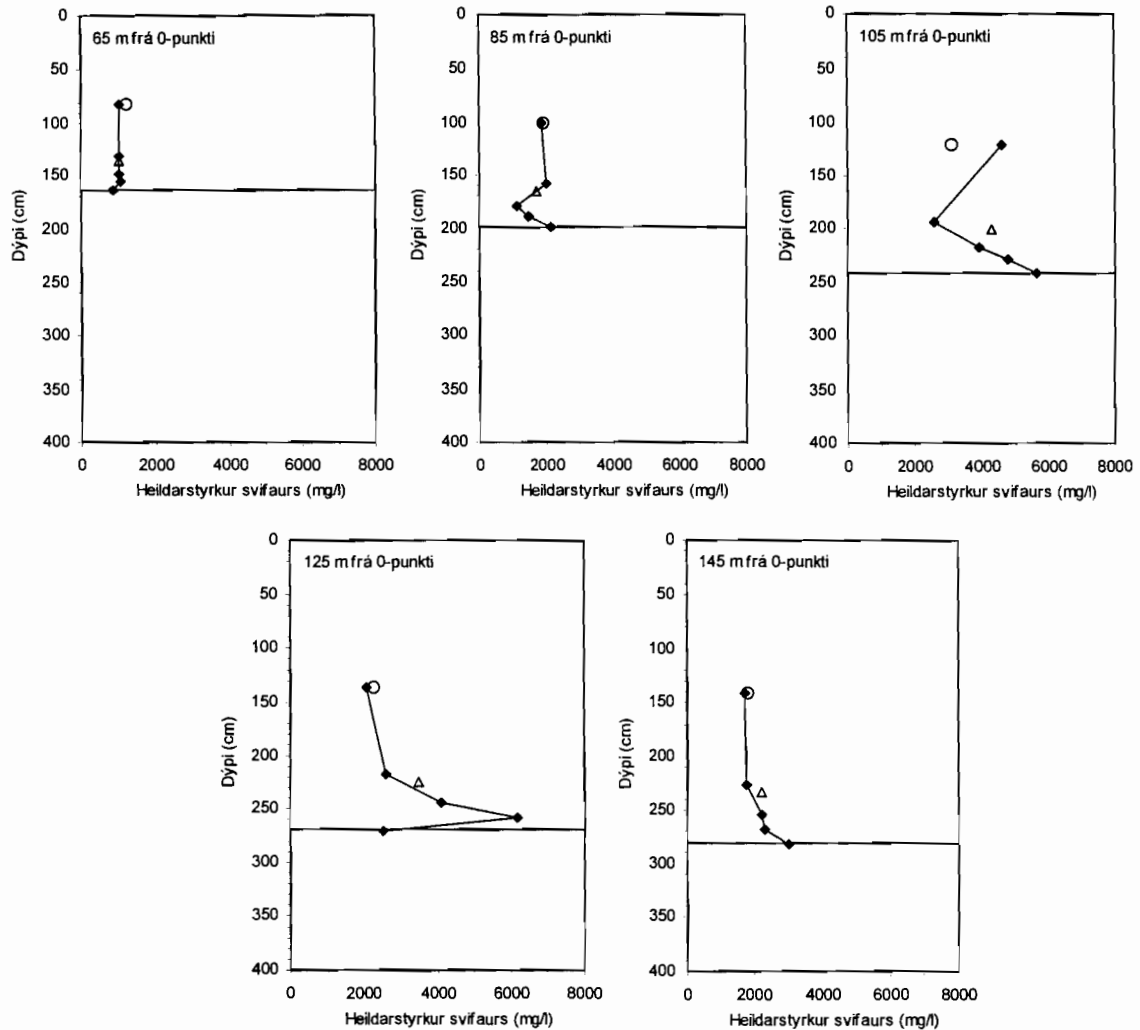
Mynd 21. Rennsli Jökulsár á Fjöllum þegar seinni sýnasyrpan var tekin þann 20. ágúst.

Niðurstöður punktsýnatökunnar eru sýndar í töflu 4 og á myndum 21, 22, 23, 24 og 25. Tafla 4 sýnir að stærstu korn í þessum sýnum eru öll innan eðlilegrar svifaursstærðar, og ná ekki skriðsærð, þó að eitt þeirra innihaldi korn sem er 3,1 mm í þvermál.

Tafla 4. Niðurstöður mælinga í einstökum þversniðum 20. ágúst, 2000, kl. 18:07 – 21:16.

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	
65	164	heildað	0-164	1224	612	245	294	73	0,6
"	"	50	82	1029	669	154	175	31	0,7
"	"	80	131	1036	704	124	166	42	0,5
"	"	90	148	1016	599	203	183	31	0,5
"	"	95	156	1085	629	271	152	33	0,6
"	"	100	164	878	658	79	123	18	0,6
85	199	heildað	0-199	1912	612	344	765	191	0,5
"	"	50	100	1856	668	316	705	167	1,3
"	"	80	159	2016	665	262	766	323	0,6
"	"	90	179	1097	669	241	132	55	0,6
"	"	95	189	1486	684	267	401	134	0,5
"	"	100	199	2145	729	236	772	408	0,5
105	242	heildað	0-242	3128	657	281	1126	1064	0,5
"	"	50	121	4626	694	370	1434	2128	1,5
"	"	80	194	2595	675	208	1012	700	0,6
"	"	90	218	3924	706	314	1334	1570	0,9
"	"	95	230	4771	620	334	1527	2290	1,5
"	"	100	242	5651	735	226	1639	3051	1,5
125	271	heildað	0-271	2277	637	319	820	501	0,7
"	"	50	136	2062	681	227	784	371	0,5
"	"	80	217	2606	704	287	964	651	0,6
"	"	90	244	4097	778	205	1147	1967	2,5
"	"	95	258	6184	742	124	1113	4205	3,1
"	"	100	271	2500	600	150	800	950	1,5
145	282	heildað	0-282	1818	745	200	600	273	0,5
"	"	50	141	1727	777	259	553	138	0,5
"	"	80	226	1767	707	283	530	247	0,5
"	"	90	254	2231	781	245	714	491	0,5
"	"	95	268	2296	781	229	712	574	0,5
"	"	100	282	2992	628	150	987	1227	1,5

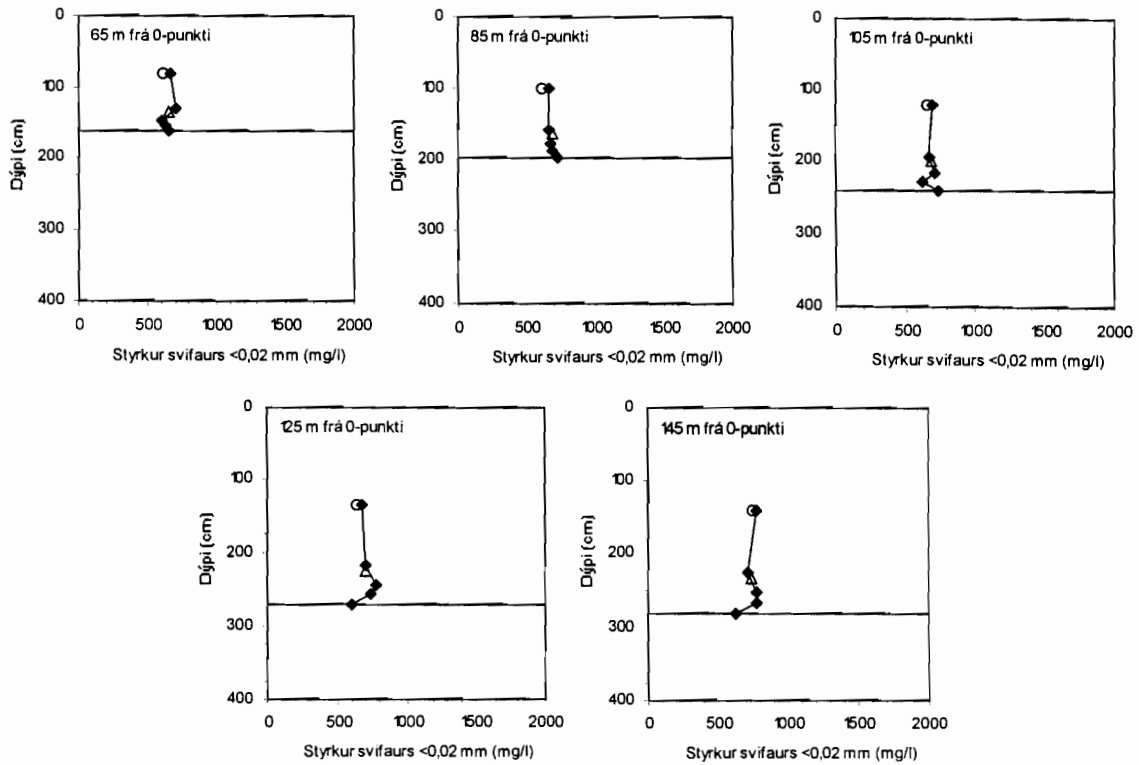
Á mynd 22 sést að heildarsvifaur eykst í aðaldráttum með dýpi, en aukningin er óregluleg og nokkur sýni skera sig úr. Minnsti heildarsvifaurstyrkurinn er í 65 m sniðinu, þar sem engin merkjanleg styrkbreyting er með dýpi, en sá mesti í 105 og 125 m sniðunum. Þar er greinileg styrk aukning með dýpi þrátt fyrir að eitt sýni í hvoru sniði skeri sig úr hvað styrk varðar. Eins og fyrr segir er ástæðan væntanlega sveiflukennt setframboð og þá sérstaklega breytileiki í grófasta efninu. Í töflu 4 sést t.d. að hinn hái heildarsvifaurstyrkur í efsta sýni (50 %) í 105 m sniðinu stafar einkum af háum styrk sands og er stærsta korn þess sýnis um 1,5 mm í þvermál.



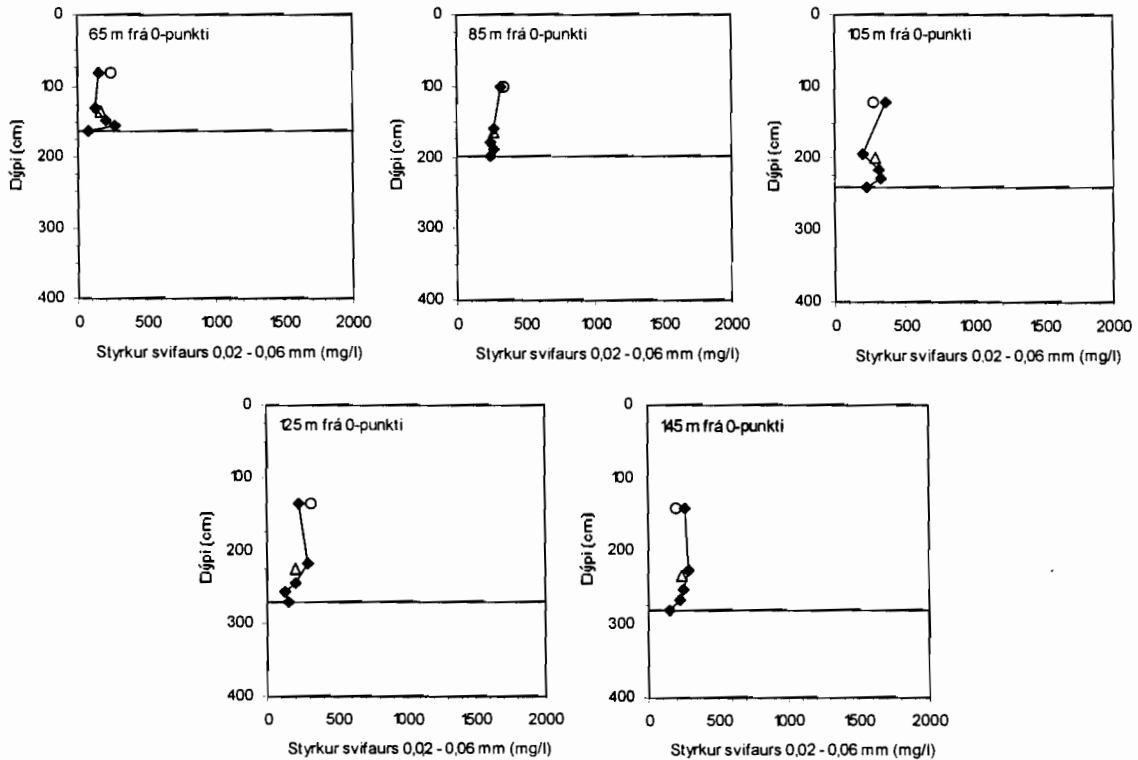
Mynd 22. Heildarsvifaursstyrkur í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum frá kl. 18:07 – 21:16, 20. ágúst 2000.

Myndir 23 og 24 sýna styrk fingerðustu kornastærðarflokkanna, <0,02 og 0,02 – 0,06 mm, í sýnunum úr seinni punktsýnasýrþunni þann 20. ágúst. Ekki verður séð að marktæk breyting sé með dýpi í þessum stærðarflokkum og einnig sést að styrkur svifaurs er svipaður á milli dýptarsniða.

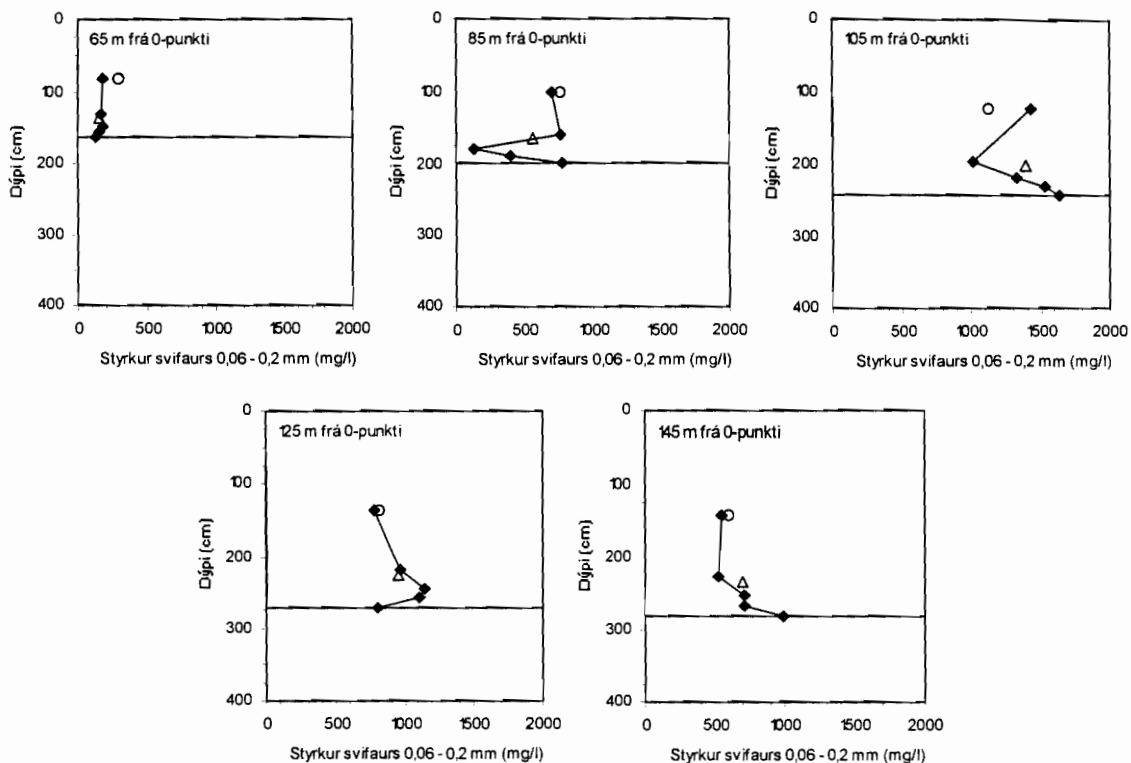
Styrkur svifaurs í grófari kornastærðarflokkunum frá 0,06 – 0,2 mm og >0,2 mm breytist mismikið eftir sniðum eins og sjá má á myndum 25 og 26. Enginn marktækur munur er með dýpi í 65 m sniðinu í þessum flokkum og þar er styrkur þessa efnis mun minni en á öðrum stöðum í þversniði árinna. Þessi niðurstaða kemur heim og saman við lítinn straum í þessu sniði sem nær ekki að lyfta stærri kornum hátt upp í vatnsbolinn. Breytileiki sýnanna með dýpi í hverju sniði er svipaður í þessum kornastærðarflokkum og er í raun áþekkur breytingu í heildarsvifaursstyrk þeirra. Í 85 m sniðinu breytist styrkurinn óreglulega með dýpi, eykst með dýpi í 145 m sniðinu, sem og í 105 og 125 m sniðinum ef frá eru talin efsta sýnið í 105 m og neðsta sýnið í 125 m.



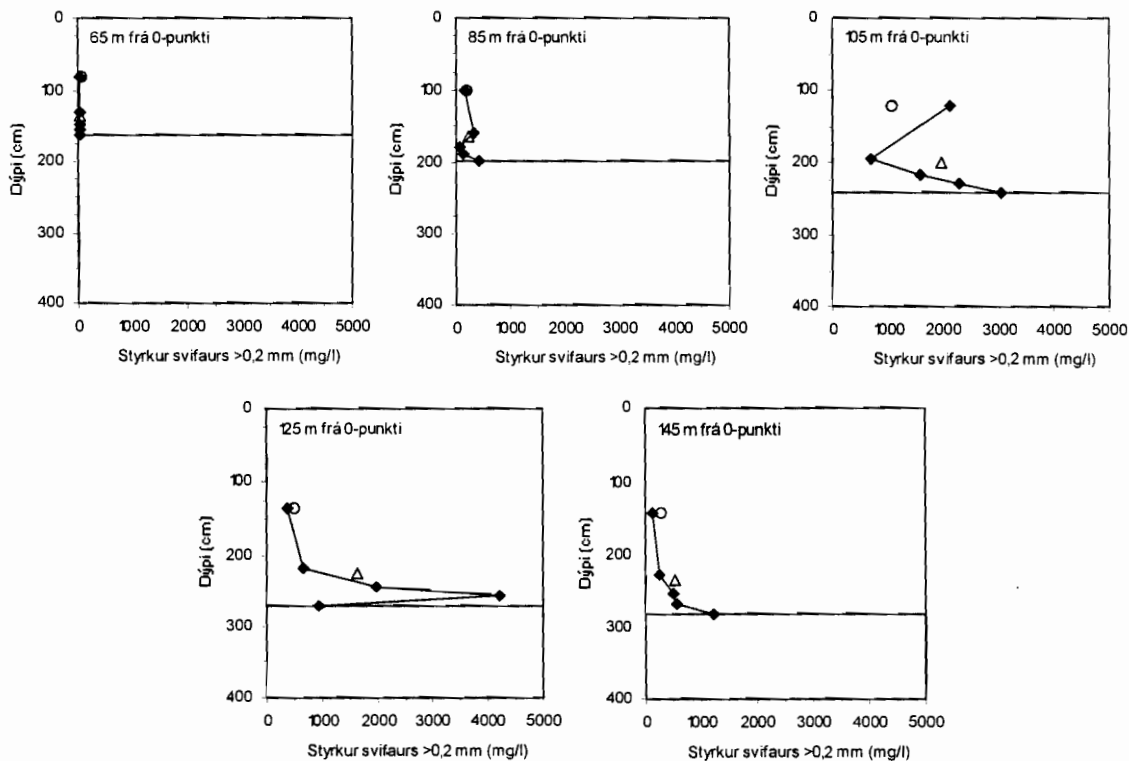
Mynd 23. Styrkur svifaus <math><0,02\text{ mm}</math> í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 18:07 – 21:16, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 24. Styrkur svifaus 0,02 – 0,06 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 18:07 – 21:16, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 25. Styrkur svifaus 0,06 – 0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 18:07 – 21:16, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.



Mynd 26. Styrkur svifaus >0,2 mm í sýnum úr einstökum dýptarsniðum teknum á bilinu 18:07 – 21:16, þann 20. ágúst 2000. Sjá skýringar við mynd 3.

Mismunur er þó á styrk svifaurs á milli þessa grófu kornastærðarflokka á myndum 25 og 26 ef dýptarsniðin eru borin saman. Þar sést að styrkur svifaurs í 0,06 – 0,2 mm flokknum er alls staðar um og innan við 1000 mg/l nema í 105 m sniðinu þar sem mesti styrkurinn er um 1700 mg/l. Í grófasta kornastærðarflokknum er hins vegar mikill munur á svifaursstyrk á milli sniða og er mesti styrkurinn yfir 4000 mg/l í 125 m sniðinu, en langminnstur, eða um og undir 1000 mg/l, í 65 m sniðinu. Hafa ber í huga við samanburð á myndum 25 og 26 að kvarðinn er misjafn á þeim.

3 SAMANBURÐUR PUNKTSÝNA VIÐ ÖNNUR SÝNI FRÁ ÁRINU 2000

Í sýnatökufærðunum 26. júlí og 20. ágúst voru, auk punktsýna, tekin hefðbundin sýni úr Jökulsá á Fjöllum af brúnum við Grímsstaði og Upptýppinga, ásamt sýni úr Kreppu við Lónshnjúk. Við Grímsstaði var notaður sýnataki S49 og var sýnaflöskum safnað á a.m.k. 4 stöðum á þversniði yfir ána (svokölluð S1 sýni). Sýnin við Kreppu eru einnig tekin með S49 sýnataka, en þau voru aðeins tekin á einum stað á þversniðinu (svokölluð S2 sýni). Við Jökulsá á Fjöllum við Upptýppinga var ekki hægt að komast að með aurburðarfisk á spili eins og notaður er við S49 sýnatöku og var þar sýnið tekið með handsýnataka (DH48) við hægri bakkann skammt ofan við vhm 162 (svokölluð S3 sýni). Í þessum hefðbundnu aurburðarsýnum var innihaldi allra flaskna í hverju sýni blandað saman áður en aurinn var mældur. Tveggja mm stútur var notaður á sýnatakana í öllum S49 sýnum nema sýninu frá Grímsstaðabrúnni þann 20. ágúst þar sem notaður var 4 mm stútur. Í handsýnatakanum var notaður 6 mm stútur.

Í töflu 5 má sjá niðurstöður þessara sýna auk niðurstöður sambærilegra sýna af kláfnum. Rennsli á öllum stöðum er fengið með rennslislykli út frá álestri á vatnshæð. Kláfsýnin samanstanda af heilduðu sýnunum sem tekin voru í 65, 85, 105, 125 og 145 m sniðunum. Innihald hvernar flösku var mælt og kornastærðargreint en ekki blandað saman eins og gert var með brúarsýnin. Til þess að finna heildaraurstyrk þessara flaskna voru reiknuð tvenns konar meðaltöl, annars vegar einfalt meðaltal (arithmetic mean) af hverri kornastærð fyrir sig og hins vegar vegið meðaltal þar sem hver kornastærð var vegin með rúmmáli hvernar sýnaflösku, sbr. eftirfarandi jöfnur:

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

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

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 sýnaflaska er hellt saman áður en þau eru greind eins og gert er í brúarsýnunum frá Grímsstöðum.

Í öllum sýnapörunum hafði brúarsýnið lægri heildaraurstyrk en sýnið af kláfnum, hvort sem notast var við einfalt eða vegið meðaltal. Af þessum tveimur meðaltölum var hinsvegar vegna meðaltalið herra í öllum tilfellum. Mismunur brúar- og kláfsýna sést einnig vel í töflu 6 þar sem hlutfall svifaursstyrks brúarsýna af svifaursstyrki kláfsýna (vegið meðaltal) hefur verið reiknað, bæði fyrir heildarsvifaur og einstaka kornastærðarflokka.

Tafla 5. Niðurstöður mælinga á hefðbundum sýnum við Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og Upptýppinga og Kreppu við Lónshnjúk ásamt samanburði við kláfsýni.

Staður	Dagsetning	Klukkan	Rennsli (m ³ /s)	Aur-styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l)				Stærstu korn (mm)	Sýna-taki
					<0,02 mm	0,02-0,06 mm	0,06-0,2 mm	>0,2 mm		
Grímsstaðir, kláfur einfalt meðaltal	2000.07.26.	13:28	639	4216	1405	840	1487	485	1,3	P61
Grímsstaðir, kláfur vegið meðaltal	2000.07.26.	13:28	639	4234	1393	841	1528	473	1,3	P61
Grímsstaðir, brú	2000.07.26.	14:17	625	3447	1241	724	1275	207	0,9	S49
Upptýppingar	2000.07.26.	16:00	353	3648	1386	584	1277	401	1,5	DH48
Kreppa, brú	2000.07.26.	16:31	224	2043	879	490	511	164	1,0	S49
Grímsstaðir, kláfur einfalt meðaltal	2000.07.26.	23:12	519	3169	996	407	1217	549	1,3	P61
Grímsstaðir, kláfur vegið meðaltal	2000.07.26.	23:12	519	3471	1057	456	1336	623	1,3	P61
Grímsstaðir, brú	2000.07.26.	19:15	558	2896	1158	579	985	174	0,8	S49
Grímsstaðir, kláfur einfalt meðaltal	2000.08.20.	11:04	491	2547	872	339	926	411	1,3	P61
Grímsstaðir, kláfur vegið meðaltal	2000.08.20.	11:04	491	2699	867	348	992	493	1,3	P61
Grímsstaðir, brú	2000.08.20.	12:15	482	2299	621	414	804	460	1,6	S49
Upptýppingar	2000.08.20.	14:00	289	2194	501	241	702	746	1,1	DH48
Kreppa, brú	2000.08.20.	14:59	99,4	799	392	184	168	56	1,4	S49
Grímsstaðir, kláfur einfalt meðaltal	2000.08.20.	20:18	413	2072	653	278	721	420	0,7	P61
Grímsstaðir, kláfur vegið meðaltal	2000.08.20.	20:18	413	2270	654	282	796	539	0,7	P61
Grímsstaðir, brú	2000.08.20.	21:35	409	1647	527	264	543	313	1,0	S49

Tafla 6. Hlutfall (%) svifaursstyrks brúarsýna af svifaursstyrk kláfsýna reiknuðum með vegnu meðaltali.

Staðsetning sýna	Dagssetning	Klukkan	Rennsli (m ³ /s)	% heildarsýni	% vegna			
					<0,02 mm	0,02-0,06 mm	0,06-0,2 mm	>0,2 mm
Grímsstaðir, kláfur	2000.07.26.	13:28	639	-	-	-	-	-
Grímsstaðir, brú	2000.07.26.	14:17	625	81	89	86	83	44
Grímsstaðir, kláfur	2000.07.26.	23:12	519	-	-	-	-	-
Grímsstaðir, brú	2000.07.26.	19:15	558	83	110	127	74	28
Grímsstaðir, kláfur	2000.08.20.	11:04	491	-	-	-	-	-
Grímsstaðir, brú	2000.08.20.	12:15	482	85	72	119	81	93
Grímsstaðir, kláfur	2000.08.20.	20:18	413	-	-	-	-	-
Grímsstaðir, brú	2000.08.20.	21:35	409	73	81	94	68	58

Samkvæmt töflu 6 innihalda brúarsýnin eingöngu 73 – 85% af heildarsvifaursstyrk kláfsýnanna, en mismunurinn er mismikill innan bæði kornastærðarflokka og einstakra sýna. Sérstaklega er mismunurinn mikill innan sýna í stærsta kornastærðarflokknum (>0,2 mm, sandur) þar sem eitt brúarsýnið inniheldur 93% af sandstyrk sambærilegs kláfsýnis, en annað aðeins 28%, þrátt fyrir að í því síðarnefnda hafi rennslið verið meira við töku brúar- en kláfsýnis sem hugsanlega ætti að leiða til hlutfallslega hærra sandmagns. Á móti kemur að við hærra rennsli er hættara við að aurburðarsýnatakinn nái ekki til botns vegna iðukasta. Greinilegt er að taka þarf mun fleiri sýnapör af kláfi og brú til þess að hægt sé að meta

mismun slíkra sýna, þó að fyrstu niðurstöður bendi til þess að brúarsýnin frá Grímsstöðum vanmeti svifaurframburð um að meðaltali 20% miðað við kláfsýnin.

Í þessari greinargerð er ekki gerð sérstaklega grein fyrir aurburðarsýnum úr Jökulsá á Fjöllum við Upptyppinga og úr Kreppu við Lónshnjúk (tafla 5), en sýnin 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). Niðurstöður aurburðarmælinga frá þessum stöðum verða teknar saman og túlkaðar síðar, þegar framburðarbreytingar í kjölfar framhlaups Dyngjujökuls verða skoðaðar.

4 NIÐURSTÖÐUR

Í þessari greinargerð eru teknar saman niðurstöður kornastærðarmælinga ársins 2000 á sýnum úr Jökulsá á Fjöllum við Grímsstaði og Upptyppinga og úr Kreppu við Lónshnjúk. Um er að ræða fyrsta hluta stærra verkefnis þar sem gert er ráð fyrir að meta heildaraurburð við Grímsstaði og samband hans við rennslismælingar, auk breytingar á aurburði á framangreindum stöðum í tengslum við framhlaup í Dyngjujökli.

Punktsýnataka svifaurssýna gekk vel af nýjum kláfi sem settur var upp um 1 km neðan við Grímsstaðabrúna í lok júní 2000. Fjórar sýnatökusyrpur voru teknar í tveimur ferðum og fór sú fyrri fram þann 26. júlí og sú seinni þann 20. ágúst. Sýnin reyndust gefa góða hugmynd um breytileika svifaursstyrks með dýpi og með fjarlægð frá bakka.

Aurstyrkur heildaðra sýna, sem tekin voru frá botni og að yfirborði í hverju sniði, var borinn saman við meðaltal aurstyrks einstakra punktsýna í sama sniði. Meðalstyrkur þeirra síðartöldu var hærri í öllum sýnapörum nema fimm.

Heildarsvifaur jókst greinilega með dýpi, en breytingin var þó mismikil eftir fjarlægð frá bakka. Minnst var breytingin með auknu dýpi í 65 m sniðinu við hægri bakka þar sem straumur er minnstur og í raun ekki nógur til þess að lyfta stærra kornum upp í vatnsbolinn. Mest var breytingin hinsvegar í sniðum 85 – 125 m, en það var misjafnt eftir sýnatökusyrpum hvar breytingin var mest.

Einnig var mikill munur á breytileika með dýpi á milli hinna fjögurra kornastærðarflokka sem skoðaðir voru. Í minnsta kornastærðarflokknum (<0,02 mm) var breyting með dýpi óveruleg í flestum tilfellum, en með stærra kornastærð jókst svifaursstyrkur með dýpi og var breytingin langmest innan sandstærðarinnar (>0,2 mm). Breytileikinn með dýpi var óreglulegur í sumum sniðum og var jafnvel minni við botn (100% af dýpi), en í næsta sýni fyrir ofan sem var tekið í 95% af dýpi hvers sniðs. Þessi breytileiki kemur væntanlega til vegna þess að framburður svifaur, sérstaklega grófasti hluti hans, er sveiflukenndur.

Í nær öllum sýnum virðist sýnatakinn hafa safnað eingöngu svifaursefni en ekki skriðaur.

5 HEIMILDIR

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

Oddur Sigurðsson 2000. Dyngjújökull hleypur fram. Fréttabréf Jöklarannsóknarfélags Íslands, **75**, 2-4.

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