



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar



Niðurstöður aurburðarmælinga í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003

**Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorláksdóttir**

Unnið fyrir Landsvirkjun

2004

OS-2004/010



ORKUSTOFNUN
Vatnamælingar

Verknr.: 7-546763

Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorláksdóttir

Niðurstöður aurburðarmælinga í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2004/010

Apríl 2004

ISBN 9979-68-141-1

ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896
Netfang Vatnamælinga: vm@os.is – Veffang: <http://www.os.is/vatnam>

Skýrsla nr.: OS-2004/010	Dags.: Apríl 2004	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Niðurstöður aurburðarmælinga í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003		Upplag: 30
		Fjöldi síðna: 37
Höfundar: Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir		Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir
Gerð skýrslu / Verkstig: Niðurstöður mælinga á svifaur og skriðaur		Verknúmer: 7-546763
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er fjallað um aurburðarmælingar sem gerðar voru í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003. Sýnatakan fór annars vegar fram af brú ofan við vhm 109 við Hól og hins vegar um 5 km neðar af kláfi við Melgrófarlæk. Hefðbundin svifaurssýni voru tekin á efri staðnum og bæði svifaurs- og skriðaurssýni á neðri staðnum. Heildarstyrkur svifaurs var ≤ 60 mg/l við rennsli innan við $23 \text{ m}^3/\text{s}$, en yfir tífalt hærri við rennsli hærra en $50 \text{ m}^3/\text{s}$. Stærstur hluti svifaursins var efni $< 0,06$ mm, þ.e. leir, méla og finmór. Svifaursframburður jókst verulega með rennsli. Skriðaurssýnum var safnað í þremur sýnatökuferðum í júlí, ágúst og september 2003, og var reiknaður út framburður skriðaus og kornastærð greind á völdum sýnum. Dreifing skriðausframburðar var misjafn innan farvegarins og var hann yfirleitt mestur á 35 til 55 m. Heildarframburður skriðaus jókst verulega með rennsli, þ.e. úr 0,1 til $1,7 \text{ kg/s}$ við rennslisbreytingu úr 54 í $134 \text{ m}^3/\text{s}$. Skriðausframburður mældist um 1% af heildaraufamburði við Hól.		
Lykilorð: Jökulsá í Fljótsdal við Hól (vhm 109), Eyjabakkafoss (vhm 221), rennslislykill, rennsli, rennslismælingar, sýnataka, kornastærðarmælingar, svifaursstyrkur, skriðausframburður		ISBN-númer: 9979-68-141-1
		Undirskrift verkefnisstjóra:
		Yfirfarið af: KE

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	7
2	AÐFERÐIR VIÐ SÝNAÚRVINNSLU	9
2.1	Svifaurssýni	9
2.2	Skriðaurssýni	10
3	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Í JÖKULSÁ Í FLJÓTSDAL ÁRIÐ 2003	12
3.1	Sýnatökuáætlanir	12
3.2	Niðurstöður hefðbundinna svifaurssýna	13
3.3	Niðurstöður úr sýnatökuferð 21.–24. júlí 2003	15
3.3.1	Rennsli	15
3.3.2	Svifaurssýni	16
3.3.3	Skriðaurssýni	16
3.4	Niðurstöður úr sýnatökuferð 11.–15. ágúst 2003	18
3.4.1	Rennsli	18
3.4.2	Svifaurssýni	20
3.4.3	Skriðaurssýni	20
3.5	Niðurstöður úr sýnatökuferð 8.–10. september 2003	22
3.5.1	Rennsli	22
3.5.2	Svifaurssýni	23
3.5.3	Skriðaurssýni	24
4	SAMANTEKT	26
4.1	Rennsli	26
4.2	Svifaurssýni	27
4.3	Skriðaurssýni	29
4.3.1	Skriðaurflutningur	29
4.3.2	Kornastærð skriðaurssýna	32
4.4	Samanburður svifaur- og skriðaurframburðar við Hól	34
4.5	Staða rannsókna við Jökulsá í Fljótsdal	35
5	HEIMILDIR	37

MYNDASKRÁ

Mynd 1: Vatnasvið Jökulsár í Fljótsdal og staðsetning vhm 109 við Hól og vhm 221 (V234) við Eyjabakkafoss.	8
Mynd 2: Yfirlitsmynd yfir farveg Jökulsár í Fljótsdal.	9
Mynd 3: Tímasetning töku hefðbundinna svifaurssýna á brú ofan við bæinn Hól og tímasetning heildaraurburðarferða að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.	13
Mynd 4: Vensl heildarstyrks svifaurss (t.v.) og svifaurssframburðar (t.h.) við rennsli í hefðbundnum svifaurssýnum sem tekin voru í Jökulsá í Fljótsdal af brú við bæinn Hól árið 2003.	14
Mynd 5: Kornastærðardreifing hefðbundinna svifaurssýna sem tekin voru úr Jökulsá í Fljótsdal af brú ofan við bæinn Hól.	14
Mynd 6: Rennsli við Hól frá 19. til 26. júlí 2003 ásamt tímasetningu svifaurss- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðu rennslismælingar.	15
Mynd 7: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-07-21 kl. 18:00 af kláfi við Melgrófarlæk ($Q=86,5 \text{ m}^3/\text{s}$).	15
Mynd 8: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 22. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.	17
Mynd 9: Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 22. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	18
Mynd 10: Rennsli við Hól frá 8. til 17. ágúst 2003 ásamt tímasetningu svifaurss- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðum rennslismælinga.	19
Mynd 11: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-08-16 ($Q=62,0 \text{ m}^3/\text{s}$) með straumslák af kláfi við Melgrófarlæk.	19
Mynd 12: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.	22
Mynd 13: Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	22
Mynd 14: Rennsli við Hól frá 4. til 12. september 2003 ásamt tímasetningu svifaurss- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðu rennslismælingar.	23
Mynd 15: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-09-08 kl. 21:28 af kláfi við Melgrófarlæk ($Q=63,6 \text{ m}^3/\text{s}$).	23
Mynd 16: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.	25
Mynd 17: Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	26
Mynd 18: Vensl heildarstyrks svifaurss og svifaurssframburðar við rennsli í öllum svifaurssýnum sem tekin voru í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.	28
Mynd 19: Kornastærðardreifing svifaurssýna sem tekin voru af kláfi yfir Jökulsá í Fljótsdal við Melgrófarlæk árið 2003.	29
Mynd 20: Vensl rennslis og skriðaurssframburðar stakra sýna sem tekin voru í öllum sýnatökuferðum að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.	30
Mynd 21: Meðalframburður skriðaurss á hverri stöð flokkaður eftir tímabilum.	31
Mynd 22: Vensl heildarframburðar skriðaurss við rennsli fyrir öll mælingarbil ársins 2003 í Jökulsá í Fljótsdal.	32
Mynd 23: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem tekin voru af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109. A. Meðalstærð, B. Aðgreining og C. Skakki. .	33
Mynd 24: Vensl kornastærðareiginleika í kornastærðargreindum skriðaurssýnum. Efri mynd: Aðgreining og meðalstærð. Neðri mynd: Skakki og aðgreining.	34

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Kornastærðarflokkar svifaurssýna.	10
Tafla 2: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.	10
Tafla 3: Niðurstöður kornastærðargreiningar á hefðbundnum svifaurssýnum sem tekin voru árið 2003 af brú við Hól.	13
Tafla 4: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 22. og 23. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	16
Tafla 5: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk 22. og 23. júlí 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennslí.	17
Tafla 6: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	20
Tafla 7: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk 11. til 14. ágúst 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennslí.	21
Tafla 8: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.	24
Tafla 9: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk þann 9. september 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennslí.	24
Tafla 10: Samanburður rennslismælinga og gildandi rennslislykils við vhm 109 við Hól í Jökulsá í Fljótsdal.	27
Tafla 11: Niðurstöður kornastærðargreiningar svifaurssýna sem tekin voru í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.	27
Tafla 12: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga í öllum ferðum að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003. Q_{bj} táknar meðalframburð skriðaus á hverri stöð og Q_b merkir heildarframburð skriðaus.	31
Tafla 13: Samanburður svifaur- og skriðausframburðar í sýnasettum úr Jökulsá í Fljótsdal af kláfi við Melgrófarlæk frá árinu 2003. Notaðir eru sömu litir og áður til að aðgreina sýnatökuferðirnar.	35

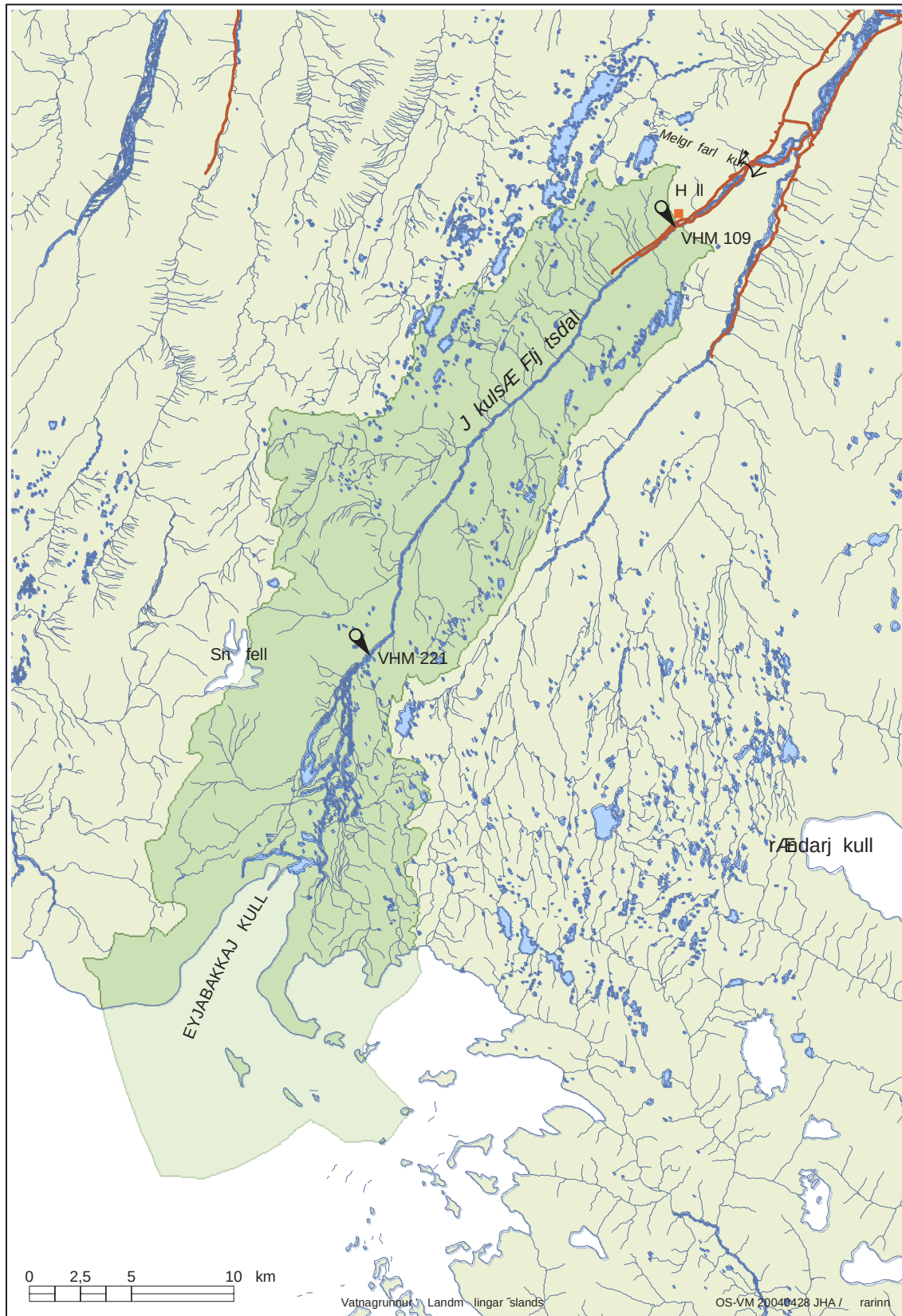
1 INNGANGUR

Taka svifaurssýna í Jökulsá í Fljótssdal við Hól (vhm 109) (mynd 1) hófst árið 1962, en það var ekki fyrr en árið 1966 sem fyrstu svifaurssýnin voru tekin í þar til gerðar sýnatökuflöskur. Síðan þá hafa verið tekin um 360 svifaurssýni. Heildarstyrkur svifaurs og uppleystra efna, auk kornastærðar, hefur verið mældur í þessum sýnum á aurburðarstofu Vatnamælinga og hafa niðurstöður þessara greininga verið notaðar til þess að reikna út framburð svifaurs við Hól (Haukur Tómasson o.fl. 1996). Samkvæmt þeim útreikningum var svifaursframburður við Hól á tímabilinu frá 1966 til 1994 um 350 þúsund tonn á ári. Árið 1972 hljóp Eyjabakkajökull fram og jókst svifaursframburður töluvert í kjölfar framhlaupsins. Ahrifanna gætti í um áratug og er þeim jafnað út á tímann sem svifaursframburður er reiknaður út fyrir.

Í kjölfar framkvæmda á vatnasviði Jökulsár á Dal og Jökulsár í Fljótssdal í tengslum við byggingu Kárahnjúkavirkjunar hafa rannsóknir á aurburði í Jökulsá í Fljótssdal orðið enn mikilvægari en áður. Sumarið 2003 var gerður samningur milli Landsvirkjunar og Vatnamælinga Orkustofnunar um mælingar á heildaraurburði í Jökulsá í Fljótssdal við vhm 109 við Hól. Samkvæmt þeim samningi átti að reyna að meta heildaraurburð með því að safna sýnum af bæði svifaur og skriðaur af rennslismælingakláfi við Melgrófarlæk (myndir 1 og 2). Þessi sýnataka átti að koma til viðbótar við aðra svifaurssýnatöku á svæðinu sem farið hefur fram samkvæmt öðrum samningum.

Vatnshæðarmælir 109 við Hól hefur verið starfræktur síðan 1962 og var á síðasta ári ráðist í að endurskoða gögn hans frá upphafi og fram til ársins 1997 (Vatnamælingar 2004). Í kjölfar þeirrar endurskoðunar var búinn til nýr rennslislykill (Inn. 6) Á haustmánuðum 2002 og í febrúar 2003 var asahláka og miklar rigningar á Austurlandi og fylgdu þeim mikil flóð, þar á meðal í Jökulsá í Fljótssdal. Þegar byrjað var að vinna með vatnshæðargögn síðasta vatnsárs kom í ljós að ráðandi þversnið hafði breyst umtalsvert í þessum flóðum svo að nauðsynlegt var að búa til nýjan rennslislykil. Bráðabirgðarennslislykill, lykil nr. 7, var því gerður og gildir hann fyrir gögn frá 12. október 2002 (Vatnamælingar 2004).

Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður mælinga á heildaraurburði við Hól og er rennsli samkvæmt rennslislykli 7 notað við útreikningana. Einnig eru settar fram niðurstöður kornastærðarmælinga annarra svifaurssýna frá árinu 2003, nú með uppfærðu rennsli samkvæmt nýjum lykli.



Mynd 1: Vatnasvið Jökulsár í Fljótsdal og staðsetning vhm 109 við Hól og vhm 221 (V234) við Eyjabakkafoss. Á myndinni er einnig sýnd staðsetning strengjabrautar við Melgrófarslæk.



Mynd 2: Yfirlitsmynd yfir farveg Jökulsár í Fljótsdal. Kláfurinn við Melgrófarlæk liggur rétt neðan við beygjuna á ánni í ferhyrningnum. Innfella myndin sýnir undirbúning straumsjármælingar á kláfnum. Ljósmyndir: Oddur Sigurðsson og Júlíus Brynjarsson.

2 AÐFERÐIR VIÐ SÝNAÚRVINNSLU

2.1 Svifaurssýni

Svifaurssýni í Jökulsá í Fljótsdal voru tekin á tveimur stöðum árið 2003. Annars vegar voru tekin sýni af brú milli Hóls og býlisins Egilsstaða, og hins vegar af kláfi við Melgrófarlæk. Fyrirnefndu sýnin voru ýmist tekin með S49 svifaurssýnataka á einum stað á brúnni, svokölluð S2 sýni, eða með DH48 handsýnataka þegar aðstæður leyfðu ekki sýnatöku á brúnni, þ.e. svokölluð S3 sýni. Svifaurssýnin sem tekin voru á kláfnum við Melgrófarlæk voru öll tekin með S49 sýnataka og vökvadrifnu kláfspili, en nokkuð var misjafnt á milli ferða á hvaða stöðum sýnin voru tekin. Í júlí voru sýnin tekin á fimm stöðum yfir ána, þ.e. á 25, 35, 45, 55 og 65 m miðað við að 0 m séu við kláf á vinstri bakka og bakkarnir liggi í u.þ.b. 15 og 80 m. Í ágúst og september voru svifaurssýnin hins vegar tekin á 30, 50 og 70 m. Öll sýnin sem tekin voru á kláfnum flokkuðust því sem S1 sýni.

Áður en svifaurssýnin voru kornastærðargreind og heildarstyrkur svifaurs og uppleystra efna mældur á aurburðarstofu Vatnamælinga var innihaldi sýnaflaskanna blandað

saman. Fíngerðari hluti sýnanna ($<0,063$ mm) var greindur með setvog en grófari korn ($>0,063$ mm) með sigtun (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 2000).

Í þessari skýrslu er kornastærðardreifingu svifaurssýna skipt upp í fimm stærðarflokka (tafla 1). Hafa þarf í huga í túlkun kornastærðargagnanna að um hundraðshluta gögn er að ræða þannig að ef hlutfall eins kornastærðarflokksins hækkar, lækkar hlutfall eins eða fleiri af hinum flokkunum.

Tafla 1: Kornastærðarflokkar svifaurssýna.

Kornastærðarflokkur	Kornastærð (mm)
Sandur	$>0,2$
Grófmór	$0,2-0,06$
Fínmór	$0,06-0,02$
Méla	$0,02-0,002$
Leir	$<0,002$

2.2 Skriðaurssýni

Skriðaurssýni voru tekin með Helley-Smith skriðaurssýnataka með $3 \times 3''$ (ca. $7,6 \times 7,6$ cm) sýnatökuopi af strengjabraut við Melgrófarlæk. Vökvadrifíð kláfspil var notað við sýnatökuna og reyndist það vel. Öll skriðaurssýnin voru vegin á staðnum en þau sýni sem tekin voru frá til kornastærðarmælinga voru flutt til Reykjavíkur og þurrkuð í ofni við 60°C áður en þau voru þurrsigtuð á aurburðarstofu Vatnamælinga. Minnsta sigtið, sem var notað, var $0,063$ mm og það stærsta 64 mm, en þess á milli hlupu sigtin á hálfri phi-stærð. Í þessari rannsókn er ϕ -kvarðinn notaður við útreikninga á kornastærð skriðaus og eru ϕ -gildi reiknuð á eftirfarandi hátt:

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

þar sem d er þvermál korna í mm. Tafla 2 sýnir samanburð á stærðum í mm og stærðum í ϕ .

Tafla 2: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.

mm	ϕ	U.W. heiti	mm	ϕ	U.W. heiti
256	-8	Hnullungar	1,41	-0,5	Mjög grófur sandur
64,0	-6	Steinar	1,00	0	
44,8	-5,5	Mjög gróf möl	0,71	0,5	Grófsandur
32,0	-5		0,50	1	
22,4	-4,5	Grófmöl	0,35	1,5	Meðal-sandur
16,0	-4		0,25	2	
11,2	-3,5	Meðalmöl	0,18	2,5	Finsandur
8,00	-3		0,125	3	
5,66	-2,5	Fínmöl	0,088	3,5	Mjög finn sandur
4,00	-2		0,063	4	
2,83	-1,5	Mjög fin möl	$<0,063$	>4	Silt og leir
2,00	-1				

Kornastærðarkvarðinn sem settur er fram fyrir skriðaur er aðeins frábrugðinn svifaurskvarðanum að því leyti að allt efni milli 0,063 og 2 mm flokkast sem misgrófur sandur (tafla 2), en skiptist ekki upp í grófmó (0,06–0,2 mm) og sand (>0,2 mm) eins og í svifaursflokkuninni (tafla 1).

Kornastærðargögnin eru sett fram sem safntíðniferlar á línulegum phi-kvarða en stærðir í mm eru settar fram á safntíðniferlum til hliðsjónar. Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð (moment statistics) (Boggs 1995) með svokölluðu Gradistat forriti (Blott og Pye 2001). Hér á eftir er sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

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

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

$$\text{Skakki} \quad \overline{Sk}_\phi = \frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$$

Þar sem f táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Afleiðdir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm og því var efni sem kom í þönnu við sigtun sleppt. Í öllum sýnum var þetta efni <3% af heildarþunga sýnisins og í öllum nema fjórum minna en 0,6%.

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 hins vegar til um lögun 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 hins vegar til kynna að sýnið hafi “hala” af fínu efni og er þá skakkagildið tiltölulega há jákvæð tala.

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

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

Þar sem M_i er massi sýnis i (í grömmum), t_i er söfnunartíminn (í sekúndum) fyrir sýni i , d er þvermál sýnatökuopsins (0,0762 m) og n_j er heildarfjöldi sýna á stöð j .

Heildarframburður skriðaus gegnum þversniðið var síðan reiknaður með eftirfarandi jöfnu:

Heildarframburður gegnum þversnið:

$$Q_b = \frac{q_{b1}}{2} x_1 + \frac{q_{b1} + q_{b2}}{2} x_2 + \dots + \frac{q_{bn-1} + q_{bn}}{2} x_n + \frac{q_{bn}}{2} x_{n+1}$$

þar sem Q_b er í g/s og x merkir fjarlægð í m milli sýnatökustaða; á milli ysta sýnatökustaðar og vatnsbakka, eða þar sem straumur byrjar (World Meteorological Organization, 1994).

Í skýrslunni er einnig reiknaður framburður á milli sýnatökustaða þar sem auðveldara er að setja þær niðurstöður fram á myndrænan hátt:

$$\text{Framburður á milli sýnatökustaða: } \psi = q_{bj} \cdot L_j$$

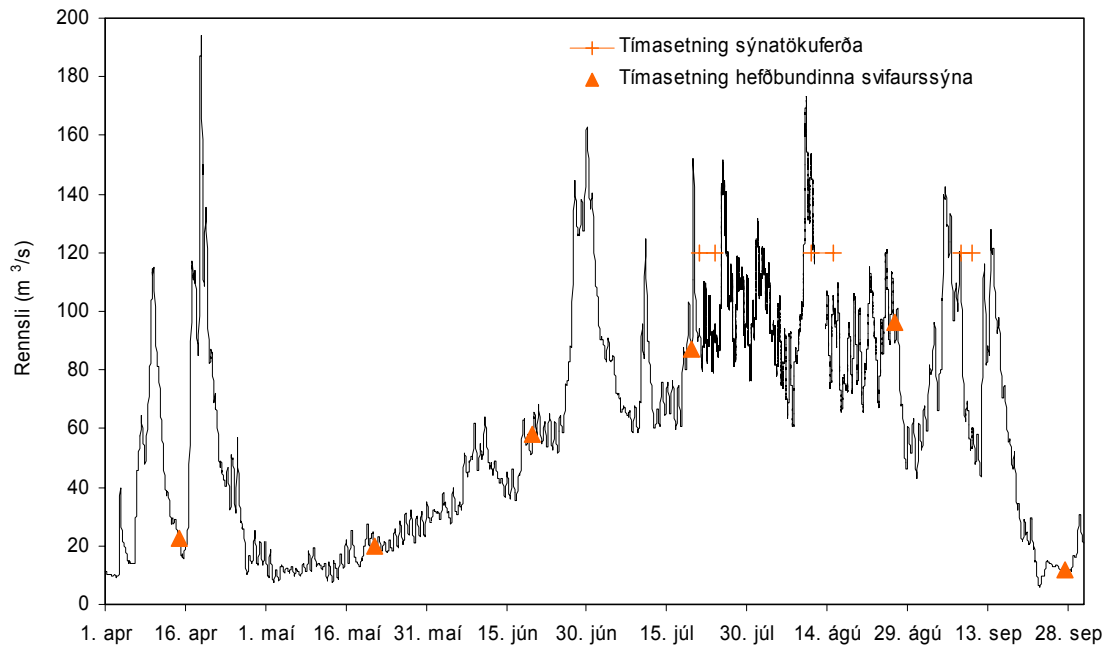
þar sem L_j er fjarlægð milli miðjupunkta á milli stöðva næst stöð j ; en fjarlægðin frá árbakka að ysta sýnatökustaðnum er helminguð. Summa þessara gilda þvert yfir þversnið árinna er jöfn fyrirreiknuðu Q_b .

3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA Í JÖKULSÁ Í FLJÓTSDAL ÁRIÐ 2003

3.1 Sýnatökuáætlanir

Samkvæmt samningi milli Landsvirkjunar og Vatnamælinga Orkustofnunar um svifaursmælingar var áætlað að taka sex hefðbundin svifaursýni af brúnni við Hól á árinu 2003. Annar samningur var gerður um mælingar á heildaraurburði í Jökulsá í Fljótsdal við Hól, en í honum var gert ráð fyrir að fara í þrjár aurburðarferðir sumarið 2003. Í hverri ferð átti að taka tvö svifaursýni og a.m.k. 50 skriðaurssýni og átti að kornastærðargreina fimm þeirra. Sýnin átti að taka með vökvadrifnu spili á strengjabraut við Melgrófarlæk, um 5 km neðan við vhm 109.

Mynd 3 sýnir tímasetningu töku bæði hefðbundinna svifaursýna og heildaraurburðarferða ársins 2003. Á myndina vantar tímasetningu hefðbundinna svifaursýna frá janúar og nóvember, en rennsli var áætlað þegar janúarsýnið var tekið vegna ístruflunar og ekki er búið að endanlega búið að vinna rennslisröðina frá því í nóvember þar sem um núverandi vatnsár (2003–2004) er um að ræða.



Mynd 3: *Tímasetning töku hefbundinna svifaurssýna (sýnum frá janúar og nóvember er sleppt) á brú ofan við bæinn Hól og tímasetning heildaraurburðarferða að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.*

3.2 Niðurstöður hefbundinna svifaurssýna

Niðurstöður kornastærðarmælinga á hefbundnum svifaurssýnum voru settar fram árið 2003 í greinargerð um svifaursmælingar fyrir Landsvirkjun (Jórunn Harðardóttir 2003). Í töflu 3 eru sömu niðurstöður settar fram, nú með upplykluðu rennsli samkvæmt nýjum rennslislykli nr. 7, sem tók gildi 12. október 2002 (Vatnamælingar 2004). Að auki er niðurstaða kornastærðarmælinga á einu sýni til viðbótar sett fram.

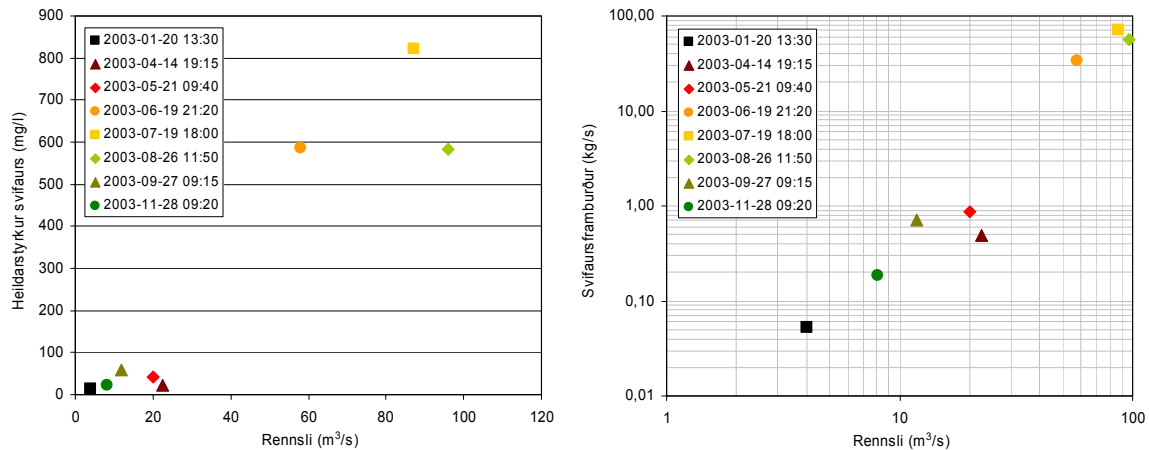
Tafla 3: *Niðurstöður kornastærðargreiningar á hefbundnum svifaurssýnum sem tekin voru árið 2003 af brú við Hól.*

Staður	Tímasetning	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
					<0,002	0,002- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	>0,2		
Jökulaá í Fljótsdal	2003-01-20 13:30	4*	80	13	55	38	2	4	1	0,3	S3
Jökulaá í Fljótsdal	2003-04-14 19:15	22,5	47	22	30	48	12	10	0	0,2	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-05-21 09:40	20,1	51	43	10	62	25	3	0	0,2	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-06-19 21:20	58,0	46	587	21	39	26	13	1	0,1	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-07-19 18:00	87,3	46	821	20	36	23	19	2	0,9	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-08-26 11:50	96,2	35	582	24	40	20	14	2	0,7	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-09-27 09:15	11,8	65	60	46	43	8	3	0	0,1	S2
Jökulaá í Fljótsdal	2003-11-28 09:20	8,07	73	23	52	24	5	19	0	0,2	S3

* merkir að rennsli hafi verið ístruflað

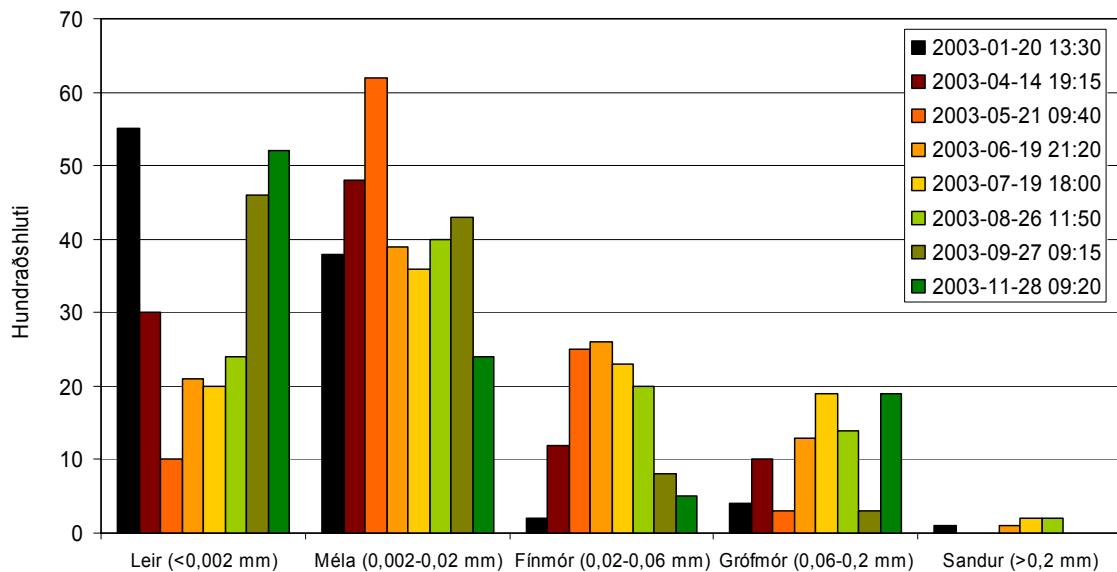
Á mynd 4 eru þessar sömu niðurstöður sýndar myndrænt auk þess sem svifaursframburður hefur verið reiknaður út fyrir sýnin. Sýnin sem tekin voru í júní, júlí

og ágúst hafa langhæstan svifaursstyrk, eða frá tæplega 600 mg/l og upp í rúmlega 800 mg/l. Sömu sýni voru einnig tekin við mun hærri rennsli en önnur sýni enda leysing á jökli byrjuð. Að sama skapi var svifaursframburður þessara þriggja sýna mun hærri en annarra sýna og var hann allt frá þrítug- til um sjötugfaldur sýnanna sem tekin voru utan jökulleysingartímans.



Mynd 4: Vensl heildarstyrks svifaurs (t.v.) og svifaursframburðar (t.h.) við rennsli í hefðbundnum svifaurskýnum sem tekin voru í Jökulsá í Fljótsdal af brú við bæinn Hól árið 2003.

Á mynd 5 er kornastærðarðreifing sömu sýna sett fram. Greinilegt er að hlutfall sands (>0,2 mm) er mjög lágt í öllum sýnum, um eða innan við 4%, og þó að hlutfall grófmós sé mismunandi, er það lægra en 20% í öllum sýnum. Árstíðarbreyting sést í hlutfalli leirs (<0,002 mm) og finmós (0,002–0,02 mm) þar sem leir lækkar hlutfallslega yfir sumartímann (júní–ágúst) á meðan styrkhlutfall finmós hækkar. Rennsli var mun hærri þegar þessi sýni voru tekin, auk þess sem jökulleysing var í fullum gangi. Sýnið sem tekið var í maí sker sig aðeins úr sumarsýnum sem og öðrum sýnum. Hlutfall leirs og finmós er líkara því sem sést í sumarsýnum en hlutfall mélu er töluvert hærri (62%) en í öðrum sýnum.

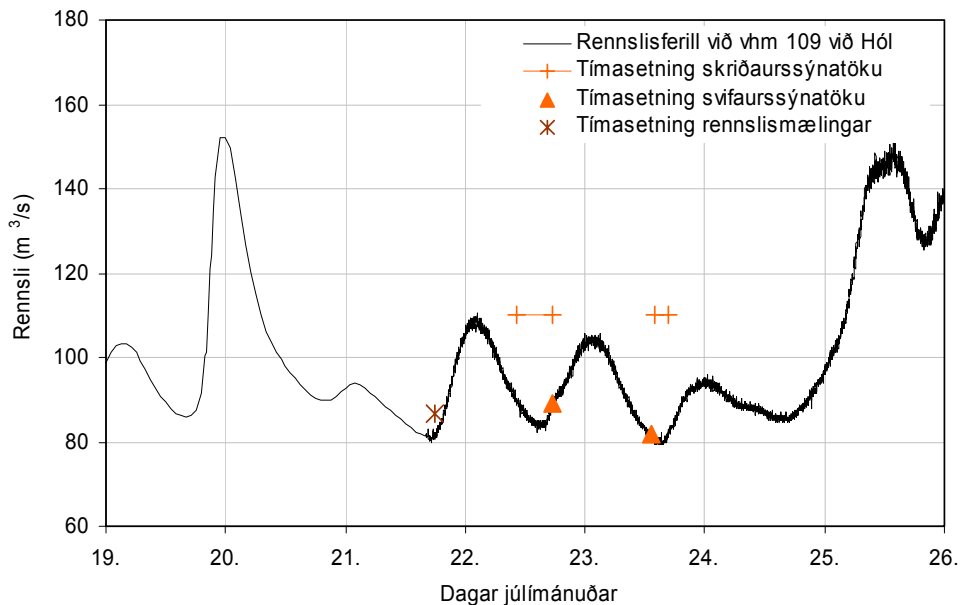


Mynd 5: Kornastærðardreifing hefðbundinna svifaurskýna sem tekin voru úr Jökulsá í Fljótsdal af brú ofan við bæinn Hól.

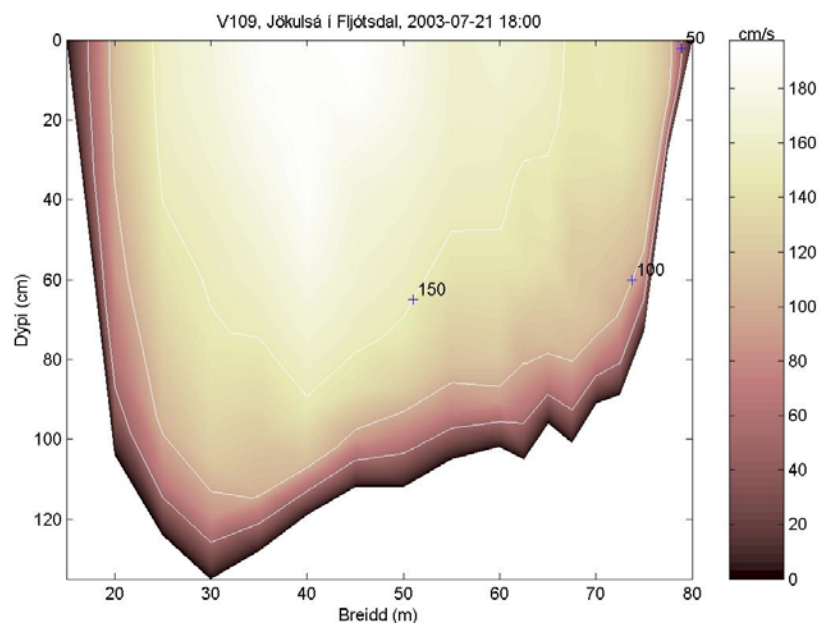
3.3 Niðurstöður úr sýnatökuferð 21.–24. júlí 2003

3.3.1 Rennsli

Rennsli dagana sem sýnataka fór fram sveiflaðist frá um 80 til 110 m³/s, en rennsli náði hins vegar um 150 m³/s bæði rétt fyrir og rétt eftir sýnatökuna (mynd 6). Í þessari sýnatökuferð var rennslismælt einu sinni nálægt lágmarki dægursveiflu þann 21. júlí og mældist rennslið 86,50 m³/s, sem var um 5% hærra en reiknað rennsli samkvæmt rennslislykli nr. 7 (Vatnamælingar 2004).



Mynd 6: Rennsli við Hól frá 19. til 26. júlí 2003 ásamt tímasetningu svifaurs- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðu rennslismælingar.



Mynd 7: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-07-21 kl. 18:00 af kláfi við Melgrófarlæk ($Q=86,5$ m³/s).

Á mynd 7 má sjá lögun farvegarins undir rennslismælingarkláfnum og hraðadreifingu í sniðinu, en sýnatakan fór fram á sama kláfi. Mesta dýpi er nálægt vinstri bakka á 30 m og mesti hraði á bilinu frá 30 til 50 m.

3.3.2 Svifaurssýni

Tvö svifaurssýni voru tekin í þessari ferð og eru niðurstöður kornastærðargreiningar þeirra settar fram í töflu 4. Bæði sýnin voru tekin á 25, 35, 45, 55 og 65 m miðað við að bakkar árinna hafi verið í um 16 og 80 m og flokkast þau því sem S1 sýni (sjá kafla 2.1). Rennsli á tökutíma sýnanna var á milli 80 og 90 m³/s og voru bæði sýnin tekin nálægt lágmarki dægursveflu.

Tafla 4: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 22. og 23. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.

Staður	Tímasetning	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
					<0,002	0,002- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	>0,2		
Vhm 109, kláfut	2003-07-22 17:30	89,1	42	659	22	37	23	14	4	1,1	S1
Vhm 109, kláfut	2003-07-23 13:15	81,8	41	601	24	39	21	13	3	0,9	S1

Aurstyrkur fyrri sýnisins var heldur hærri (659 mg/l) en sýnisins sem tekið var tæpum sólarhringi seinna og passar það ágætlega við rennslismun á milli sýnatökunnar. Kornastærðadreifing þeirra er hins vegar mjög lík, þó að fyrri sýnið hafi örlítið hærri styrk grófari kornastærða eins og sands (4%), grófmós (14%) og finmós (23%), auk þess að stærsta korn þess er 0,2 mm stærra en seinna sýnisins (tafla 4).

3.3.3 Skriðaurssýni

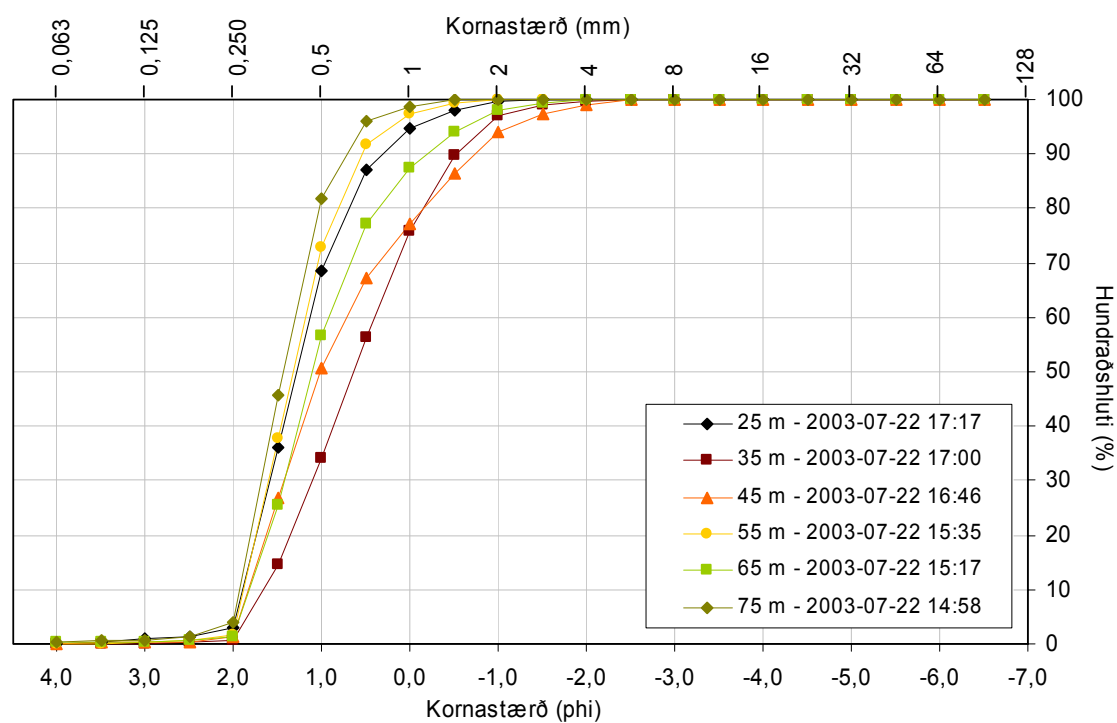
Dagana 22. og 23. júlí voru 54 skriðaurssýni tekin á kláfnum við Melgrófarlæk og þar af voru sex þeirra tekin frá til kornastærðargreiningar. Sýnin voru báða dagana tekin við lágmark dægursveflu svo að rennsli breyttist tiltölulega lítið innan sýnatökutímans, þ.e. um 7 m³/s fyrri daginn og 3 m³/s seinni daginn. Skriðaurslutningur var reiknaður fyrir hvorn dag fyrir sig þó að meðalrennsli hafi verið nokkuð svipað báða dagana, 86,4 og 80,4 m³/s. Niðurstöður skriðaursmælinganna eru dregnar saman í töflu 5 fyrir hvorn dag fyrir sig.

Meðalframburður skriðaus á hverri stöð var mjög lítill, eða um og innan við 10 g/s/m á öllum stöðvum. Nokkur munur er á dreifingu skriðaus í farveginum á milli dagana þar sem hann er mestur, 10 g/s/m, á 45 m fyrri daginn en seinni daginn er hann minnstur, 3 g/s/m, á sömu breidd, sem og á 55 m. Heildarframburður skriðaus var reiknaður út samkvæmt aðferðum sem lýst er í kafla 2.2 og reyndist hann vera 0,4 kg/s fyrri daginn og 0,3 kg/s seinni daginn, en þá var rennsli 6 m³/s minna (tafla 5).

Safntiðniferlar skriðaurssýnanna sex sem voru kornastærðargreind eru sýndir á mynd 8. Lítill hluti (<5%) af heildarþyngd sýnanna er fingerðari en 2 ϕ (0,250 mm) og innan við 6% af heildarþyngd allra sýnanna er grófara en -1,0 ϕ (2 mm). Þannig er langstærstur hluti sýnanna, þ.e. um og yfir 90%, meðalgrófur og grófur sandur. Grófust eru sýnin sem tekin voru á 35 og 45 m, en sýnin sem tekin voru á 25, 55, og 75 m eru fingerðari.

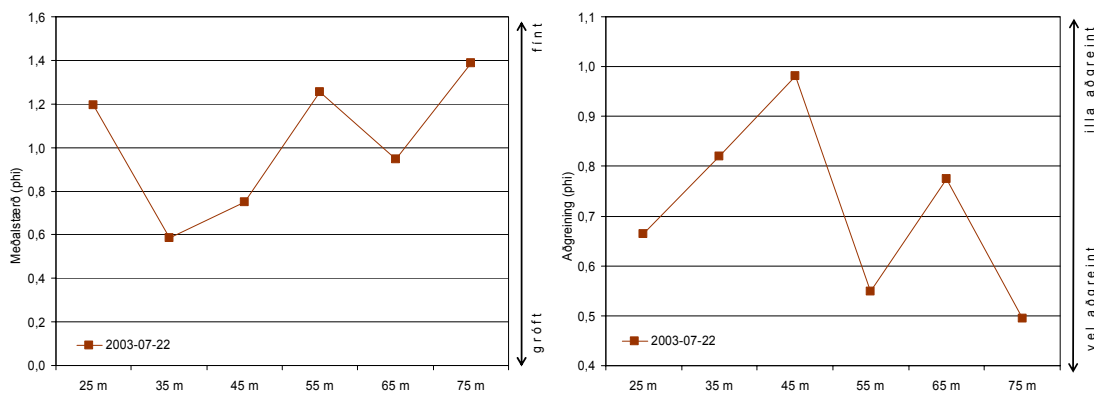
Tafla 5: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk 22. og 23. júlí 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennslí.

2003-07-22 10:24-17:20	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal (spönn) Q=86,4 (7) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	8	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	4	8	10	4	8	8	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	41	79	98	37	81	57	Alls 0,4 kg/s
2003-07-23 13:56-16:35	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal Q=80,4 (3) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	8	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	5	8	3	3	7	5	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	49	81	30	25	70	37	Alls 0,3 kg/s



Mynd 8: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 22. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.

Á mynd 9 eru settar fram myndir af afleiddum kornastærðareiginleikum sem reiknaðir voru fyrir hvert sýni fyrir sig. Meðalstærð sýnanna er frá 1,4 til 0,6 ϕ (um 0,35 til 0,7 mm), en aðgreining þeirra var á bilinu 0,5 til 1,0 ϕ þannig að sýnin eru í meðallagi til vel aðgreind. Skakki er neikvæður fyrir öll sýni nema 35 m sýnið þannig að þau hafa hala af grófu efni.



Mynd 9: *Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 22. júlí 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.*

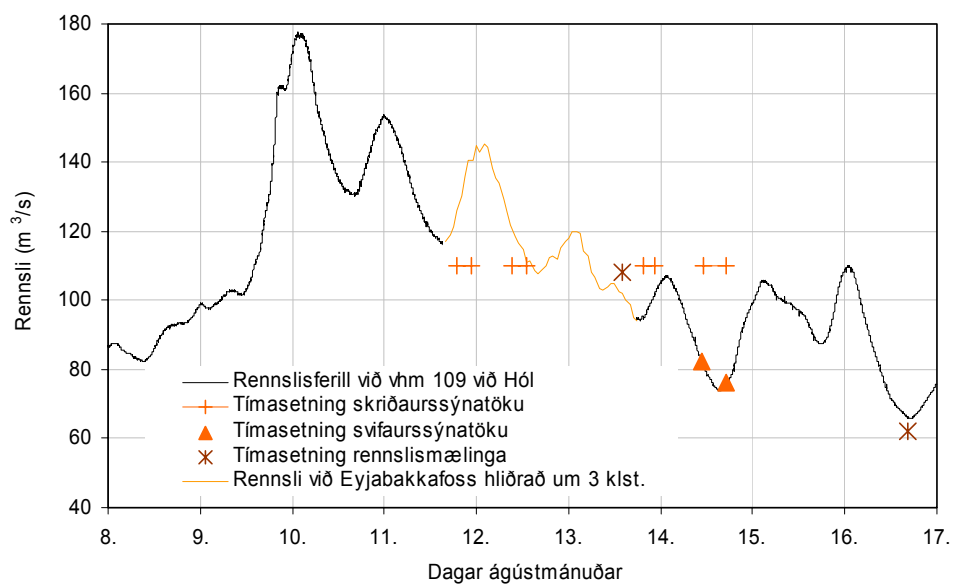
3.4 Niðurstöður úr sýnatökuferð 11.–15. ágúst 2003

3.4.1 Rennsli

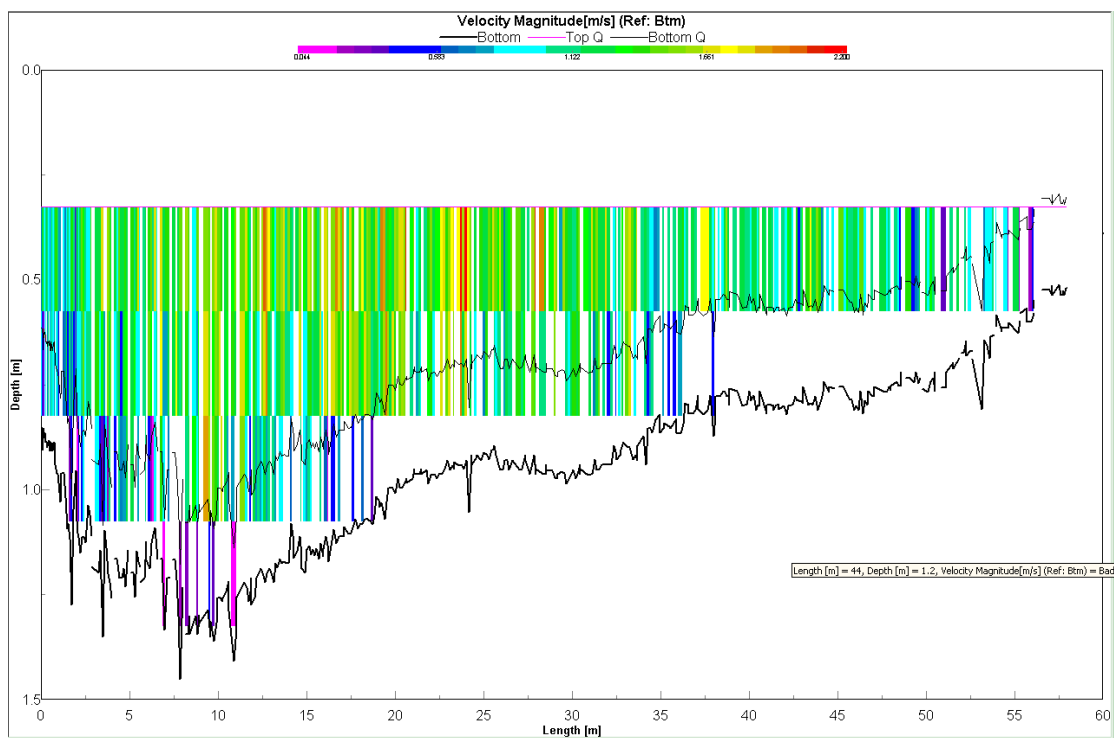
Svo óheppilega vildi til að skráning vatnshæðar virkaði ekki sem skyldi í fyrri hluta sýnatökunnar dagana 11. og 12. ágúst svo að til öryggis var önnur skriðaurssýnasyrpa tekin 13. og 14. ágúst þar sem óvíst var hvort hægt yrði að nota rennsli úr öðrum vatnshæðarmælum til viðmiðunar. Í ljós kom að mögulegt var að nota beint rennsli úr vhm 221 við Eyjabökkum þegar búið var að hliðra þeim gögnum um þrjár klukkustundir. Þessi gögn eru sýnd á mynd 10 ásamt rennslisferli úr vhm 109 við Hól. Dagana fyrir sýnatökuna náði rennsli allt að 180 m³/s, en miðað við gögn frá Eyjabakka hafði rennsli lækkað niður í 110 til 140 m³/s þegar skriðaurssýni voru tekin í fyrri sýnatökunni. Þegar seinni sýnataka fór fram var rennsli hins vegar á bilinu 75 til tæplega 110 m³/s, þ.e. svipað og það var í sýnatökuferðinni í júlí.

Rennslismælt var tvisvar í þessari sýnatökuferð og var í bæði skiptin notuð straumsjá á sömu strengjabraut og sýnataka fór fram á. Fyrri rennslismælingin þann 13. ágúst sýndi 108 m³/s, en hún var gerð þegar vatnshæð var ekki skráð við vhm 109 og er ekki gerð tilraun til þess að nota gögn frá Eyjabökkum til að meta frávik hennar frá rennslislykli. Seinni mælingin, sem gerð var 16. ágúst, sýndi 62,0 m³/s og er það 6,9% lægra rennsli en reiknað rennsli samkvæmt lykli.

Á mynd 11 má sjá dýptar- og hraðasnið straumsjármælingarinnar sem gerð var af kláfnum við Melgrófarlæk þann 16. ágúst. Þó að þessar mælingar hafi verið gerðar á kláfnum eins og aðrar rennslismælingar, er breiddarkvarðinn annar þar sem 0 m í staumsjármælingunni frá 16. ágúst eru á u.þ.b. 20 m ef miðað er við hefðbundna rennslismælingu. Ef þessir 20 m eru lagðir saman við breiddir á mynd 7 sést að mesta dýpi er á tæplega 30 m eins og í júlímælingunni. Á mynd 11 er þó ekki jafn augljóst og á mynd 7 hvar hraðinn er mestur í sniðinu þó að hann virðist vera meiri á bilinu frá um 10 til 30 m (þ.e. 30–50 m).



Mynd 10: Rennsli við Hól frá 8. til 17. ágúst 2003 ásamt tímasetningu svifaurs- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðum rennslismælinga. Á myndinni sést hvar siritandi vatnshæðarmælir hætti skráningu.



Mynd 11: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-08-16 ($Q=62,0 \text{ m}^3/\text{s}$) með straumsgá af kláfi við Melgrófarlæk. Hafa þarf í huga að kvarði á x-ás er ekki sá sami og á mynd 7 þar sem 0 m í þessari straumsgármælingu á við u.þ.b. 20 m breidd í hefðbundinni mælingu.

3.4.2 Svifaurssýni

Eins og gert var ráð fyrir í sýnatökuáætlun voru tvö svifaurssýni tekin af kláfnum við Melgrófarlæk í ágústferðinni. Bæði sýnin voru tekin á þremur stöðum á þversniðinu, þ.e. 30, 50 og 70 m, og flokkast því sem S1 sýni. Niðurstöður kornastærðargreiningar sýnanna eru settar fram í töflu 6, sem einnig sýnir rennsli á sýnatökutímanum. Sýnin voru bæði tekin þann 18. ágúst, það fyrra rétt fyrir lágmark dægursveiflu og það seinna í sjálfu lágmarkinu (mynd 10).

Tafla 6: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.

Staður	Tímasetning	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
					<0,002	0,002- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	>0,2		
Vhm 109 kláfur	2003-08-14 10:41	82,4	48	816	18	46	24	10	2	1,5	S1
Vhm 109 kláfur	2003-08-14 17:10	76,1	48	935	20	38	29	12	1	1	S1

Kornastærðardreifing sýnanna er nokkuð lík þar sem styrkhluftall sands (>0,2 mm) er 1–2%, grófmós (0,06–0,2 mm) er 10–12% og leirs (<0,002 mm) 18–20%. Meiri munur er á milli sýnanna í hlutfalli mélu (0,002–0,02 mm) og finmós (0,02–0,06 mm) þar sem hlutföll þessara kornastærðarflokka í fyrra sýninu er 46 og 24%, en í því seinna 38 og 29% (tafla 6).

3.4.3 Skriðaurssýni

Eins og sagt var frá hér á undan var vatnshæð við vhm 109 við Hól ekki skráð í um tvo sólarhringa í fyrri hluta sýnatökuferðarinnar. Á þessum tíma voru tekin 44 skriðaurssýni, annars vegar að kvöldi 11. ágúst og hins vegar að morgni 12. ágúst. Þegar uppgötvaðist að vatnshæðarskráning hafði mistekist var ákveðið að framlengja sýnatökuna þar sem óvíst var að hægt yrði að nota rennsli við Eyjabakka (vhm 221) (mynd 1) við úrvinnslu gagnanna. Sýnatökunni var því haldið áfram að kvöldi 13. ágúst og kláruð yfir miðjan dag 14. ágúst og voru þá tekin 54 skriðaurssýni.

Vel gekk að nota rennsli frá Eyjabökkum fyrir þá daga sem mælirinn við Hól var óvirkur og er það rennsli notað hér með þriggja klukkustunda hliðrun. Óvissa er meiri í því rennsli en skráðu rennsli við Hól en ekki er talið að hún sé verulega mikil.

Skriðaurflutningur var reiknaður út fyrir hvern dag fyrir sig (tafla 7), en meðalrennsli á milli dagana var misjafnt þó að rennslisbreytingar innan hvers dags væru tiltölulega litlar. Mesta breytingin var fyrsta daginn, 14 m³/s, þegar meðalrennsli var 134 m³/s, en hina dagana var spönn rennslis frá 7 til 9 m³/s (tafla 7).

Meðalframburður skriðaus á hverri stöð var að jafnaði mestur á 35, 45 og 55 m, þó að aðeins væri misjafnt á milli daga á hverri þessara stöðva hann væri mestur. Heildarframburður skriðaus var langmestur, 1,7 kg/s, þann 11. ágúst þegar meðalrennslið var hæst (134 m³/s), en minnstur, 0,4 kg/s, þremur dögum síðar þegar meðalrennsli yfir sýnatökutímann var komið niður í 76,2 m³/s.

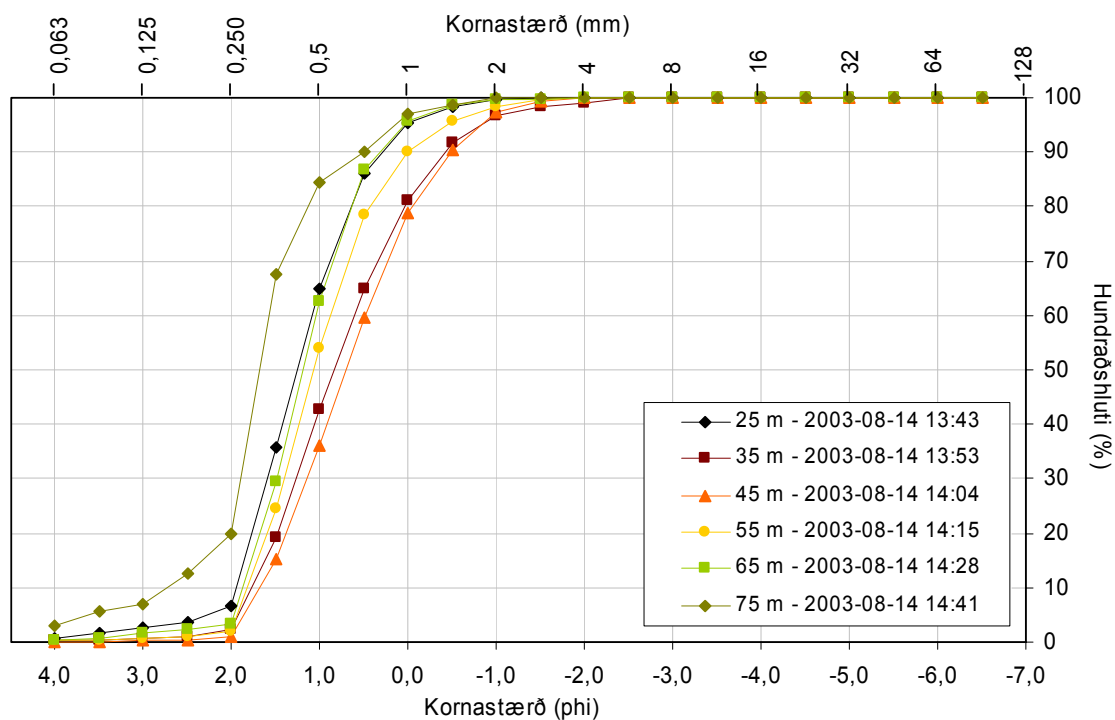
Tafla 7: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk 11. til 14. ágúst 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennslis.

2003-08-11 18:57-22:47	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal (spönn) Q= 134 (14) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	4	36	44	50	23	19	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	43	358	443	503	233	122	Alls 1,7 kg/s
2003-08-12 09:20-12:51	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal Q= 117 (9) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	3	26	53	19	17	9	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	32	256	532	192	166	58	Alls 1,2 kg/s
2003-08-13 19:17-22:35	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal Q= 98,2 (8) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10,0	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	4	22	18	13	7	3	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	40	222	184	131	65	19	Alls 0,7 kg/s
2003-08-14 11:17-17:03	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal Q= 76,2 (7) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10,0	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	3	7	12	5	7	1	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	33	72	121	49	65	10	Alls 0,4 kg/s

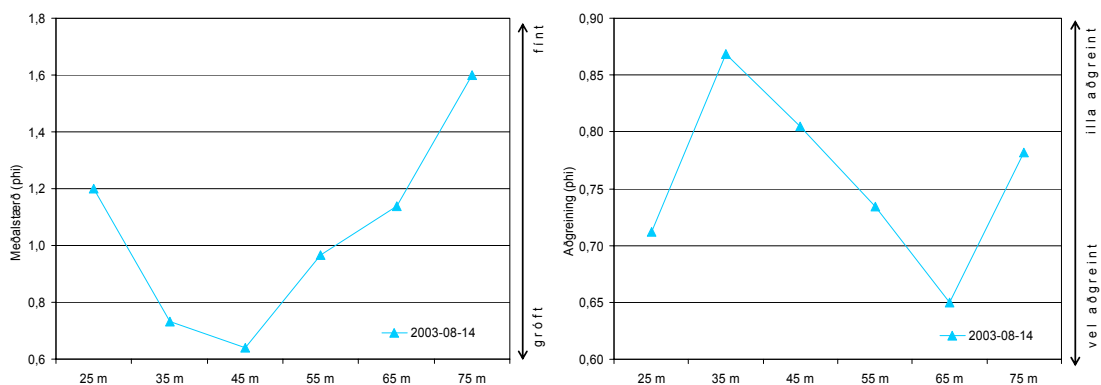
Kornastærð allra sýna nema þess sem tekið var á 75 m er nokkuð keimlík, og eru sýnin sem tekin voru á 35 og 45 m grófust eins og í ferðinni í júlí (mynd 12). Sýnið af 75 m sker sig úr þar sem það er fingerðara en hin sýnin, en það er líka mun minna svo að óvissa í kornastærðarmælingu þess er meiri en í öðrum sýnum. Um 90% af heildarþyngd allra sýnanna er efni með kornastærð á bilinu frá 2,0 til -1,0 ϕ (0,250–2 mm), sem flokkast sem meðalgrófur og grófur sandur.

Á mynd 13 er sett fram meðalstærð og aðgreining samkvæmt afleiðuútreikningum (kaflí 2.2) fyrir sýnin sem tekin voru á síðasta degi skriðaurssýnatökunnar. Á þessari mynd sést betur hvernig sýnin á 35 og 45 m eru grófari en önnur sýni og hvað sýnið af 75 m er mun fingerðara en önnur sýni. Fyrir utan 75 m sýnið hækka aðgreiningargildi með

grófleika sýnanna, en hins vegar sést engin áberandi vensl milli skakka, sem er neikvæður fyrir öll sýnin, og annarra kornastærðareiginleika.



Mynd 12: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.

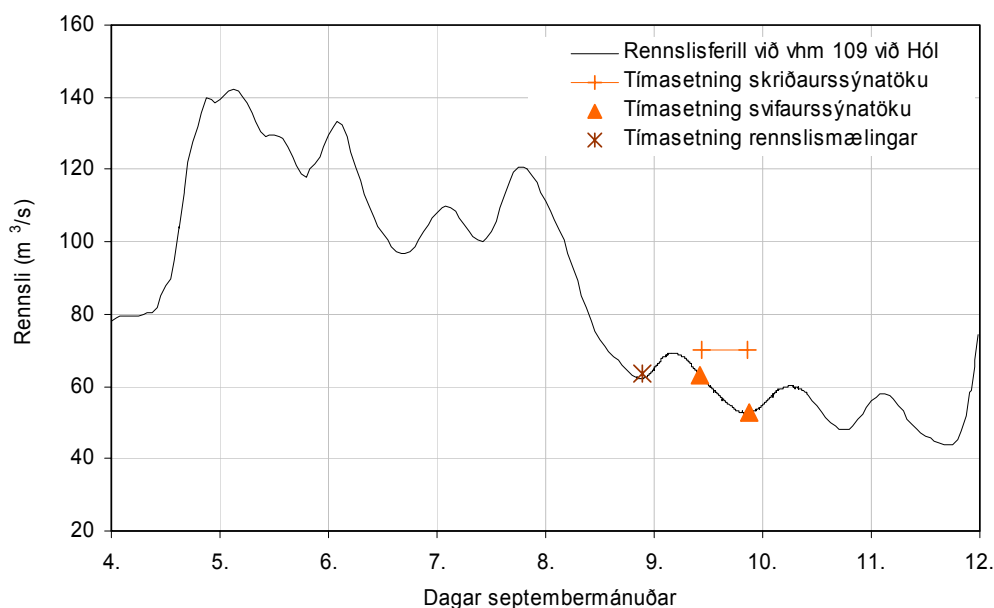


Mynd 13: Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 14. ágúst 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.

3.5 Niðurstöður úr sýnatökuferð 8.–10. september 2003

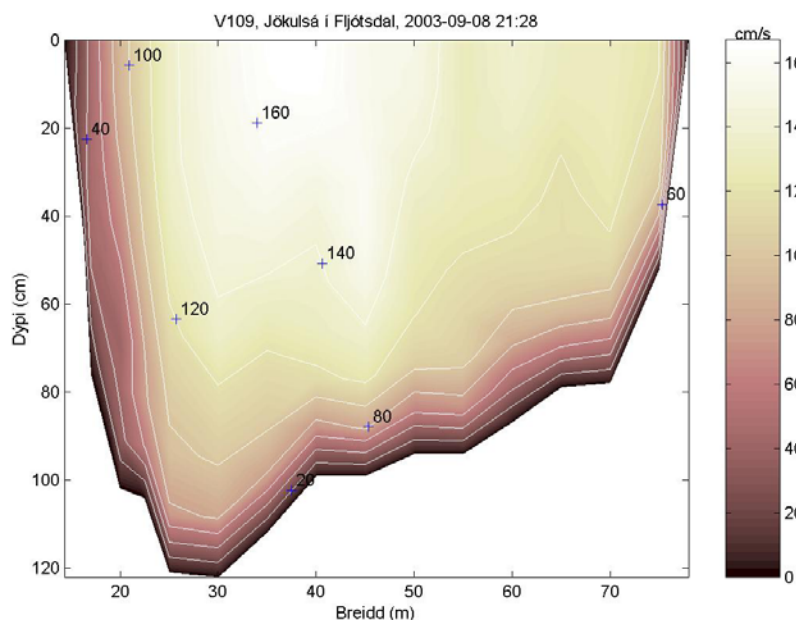
3.5.1 Rennsli

Eins og sést á mynd 14 fór sýnatakan fram þegar rennsli hafði minnkað verulega frá dögnum áður þegar það náði mest um $140 \text{ m}^3/\text{s}$. Rennsli var komið niður í um og yfir $60 \text{ m}^3/\text{s}$, en dægursveifla var enn greinileg svo að leysing á jökli var ennþá í gangi.



Mynd 14: Rennsli við Hól frá 4. til 12. september 2003 ásamt tímasetningu svifaurss- og skriðaurssýnatöku og niðurstöðu rennslismælingar.

Ein rennslismæling var gerð að kvöldi 8. september og reyndist rennslið vera $63,8 \text{ m}^3/\text{s}$, eða 2,7% yfir reiknuðu rennsli samkvæmt rennslislykli 7. Mynd 15 sýnir lögun farvegarins samkvæmt mælingunni og sést að mestur hraði á vatninu var á milli 30 og 50 m eins og í fyrri mælingum.



Mynd 15: Dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingu 2003-09-08 kl. 21:28 af kláfi við Melgrófarlæk ($Q=63,6 \text{ m}^3/\text{s}$).

3.5.2 Svifaurssýni

Í töflu 8 eru settar fram niðurstöður kornastærðargreiningar tveggja svifaurssýna sem tekin voru að morgni og kvöldi 9. september. Segja má að heildarstyrkur svifaurss sé sá

sami í báðum sýnum, eða í kringum 750 mg/l, þó að rennsli hafi verið um 10 m³/s meira um morguninn en þegar seinna sýnið var tekið í lágmarki dægursveiflu rennslis. Kornastærðardreifing sýnanna er mjög lík fyrir leir (<0,002 mm), grófmó (0,06–0,2 mm) og sand (>0,2 mm), en hins vegar er styrkhlutfall mélu (0,002–0,02 mm) hærra í morgunsýninu en í kvöldsýninu (39% í stað 34%), og að sama skapi er hlutfall finmós (0,02–0,06 mm) lægra í morgunsýninu, 22% í stað 29%.

Tafla 8: Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.

Staður	Tímasetning	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
					<0,002	0,002- 0,02	0,02- 0,06	0,06- 0,2	>0,2		
Vhm 109 kláfur	2003-09-09 10:05	63,2	45	747	27	39	22	10	2	0,9	S1
Vhm 109 kláfur	2003-09-09 20:49	52,8	57	753	27	34	29	10	0	0,9	S1

3.5.3 Skriðaurssýni

Í september ferðinni voru öll skriðaurssýnin 54 tekin sama dag og fór rennsli hægt lækkanði innan sýnatökunnar. Fyrir útreikninga á skriðaurflutningi var niðurstöðum sýnatökunnar skipt í tvennt þar sem framburður var annars vegar reiknaður fyrir sýni sem tekin voru fram til kl. 14:24 við meðalrennsli 59,6 m³/s, og hins vegar fyrir sýni sem tekin voru frá kl. 15:04 til 20:46 við meðalrennsli 54,0 m³/s. Rennsli breyttist tiltölulega lítið innan hvers rennslisbils, eða 5 m³/s fyrri hluta dags og 4 m³/s seinni hluta dags. Samantekt þessara útreikninga er sett fram í töflu 9.

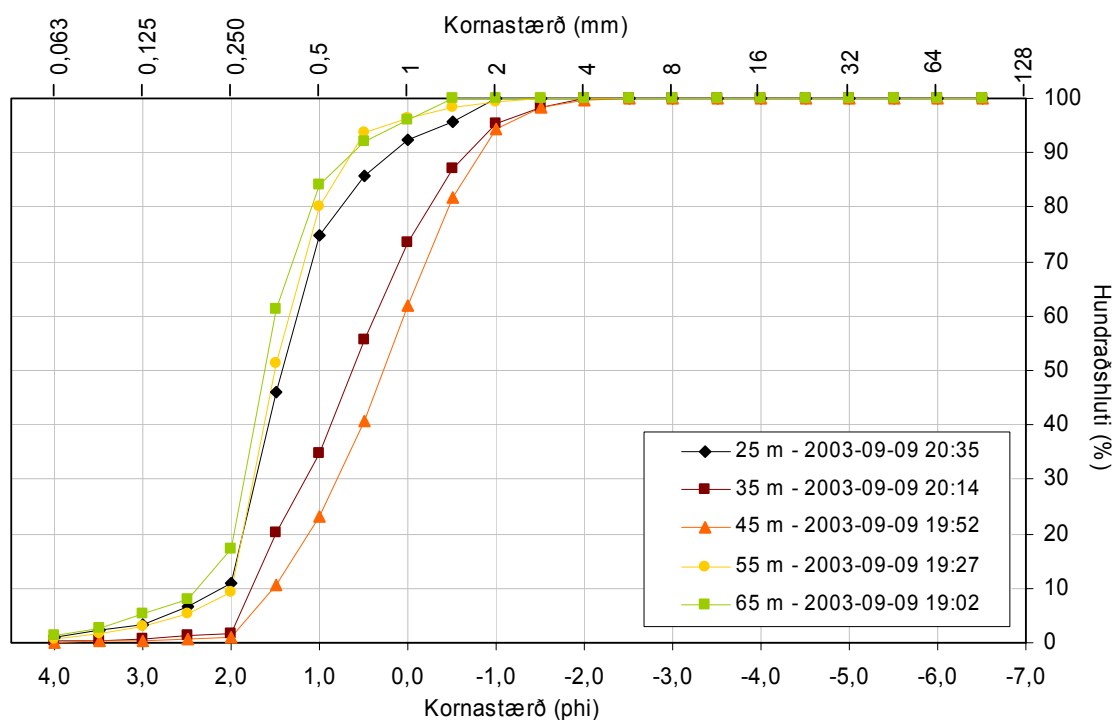
Tafla 9: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga á kláfi við Melgrófarlæk þann 9. september 2003. Spönn rennslis er gefin upp í sviga aftan við meðalrennsli.

2003-09-09 10:35-14:24	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal (spönn) Q= 59,6 (5) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	1	3	11	3	1	1	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	15	34	111	25	14	4	Alls 0,2 kg/s
2003-09-09 15:04-20:46	25 m	35 m	45 m	55 m	65 m	75 m	Meðal Q= 54,0 (4) m ³ /s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	10	10	10	10	7	
Meðalskriðaurframburður á hverri stöð (g/s/m)	1	3	6	2	1	1	
Heildarskriðaurframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	14	34	56	17	13	4	Alls 0,1 kg/s

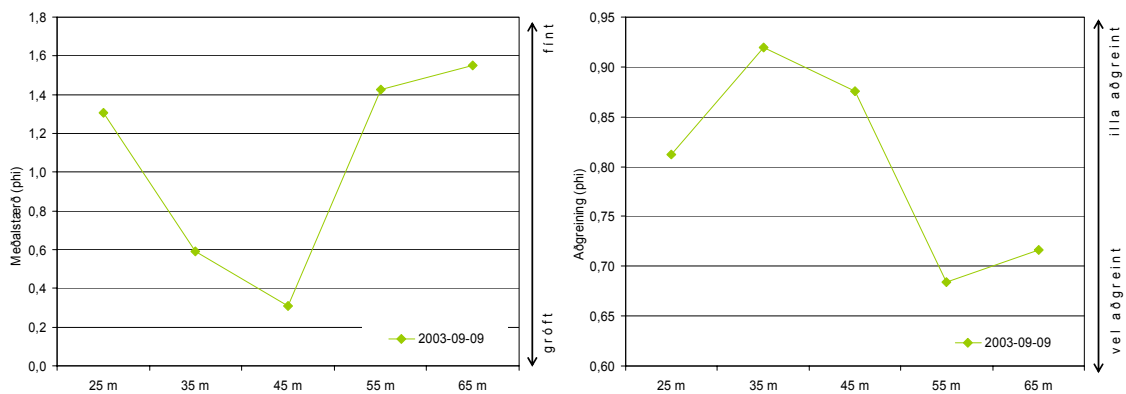
Á báðum rennslisbilum var meðalframburður mestur á 45 m stöðinni, og var hann hverfandi á 25, 65 og 75 m, eða 1 g/s/m. Heildarframburður skriðaus var heldur meiri, 0,2 kg/s, fyrri hluta dags við meðalrennsli um 60 m³/s en hann var innan seinna rennslisbilsins, en þá var heildarframburður skriðaus aðeins 0,1 kg/s.

Sýnið sem var tekið á 75 m í þessari ferð var of lítið til að hægt væri að sigta það svo að eingöngu voru sigtuð sex sýni úr þessari ferð. Eins og í ferðunum í júlí og ágúst voru grófustu sýnin tekin á 35 og 45 m og voru þau töluvert grófari en önnur sýni (mynd 16). Um 95% af heildarpunga þeirra var efni með kornastærðina 2,0 til -1,0 ϕ (0,250–2 mm) og hin 5% var efni grófara en -2,0 ϕ (2 mm), þ.e. flokkaðist sem mól (tafla 2). Sýnin frá 25, 55 og 65 m hafa öll svipaða kornastærðargreiningu, þar sem meira en 90% heildarpunga þeirra er fingerðari en 0,0 ϕ (1 mm) og í þeim er nær engin mól (>2 mm) (mynd 16).

Grófleiki 35 og 45 m sýnanna miðað við önnur sýni er greinilegur á mynd 17 sem sýnir meðalkornastærð sýnanna sex. Sömu sýni eru einnig verst aðgreind, en eins og í sýnum frá ágúst er góð fylgni milli kornastærðar og aðgreiningar þar sem aðgreining er betri í fingerðu sýnunum. Skakki 35 og 45 m sýnanna sker sig aðeins úr öðrum sýnum þar sem skakki þeirra er samhverfur en ekki neikvæður eins og í öðrum sýnum.



Mynd 16: Niðurstöður kornastærðargreiningar á skriðaurssýnum sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109.



Mynd 17: *Meðalstærð (t.v.) og aðgreining (t.h.) skriðaurssýna sem tekin voru 9. september 2003 af kláfi við Melgrófarlæk.*

4 SAMANTEKT

Mælingar á aurburði gengu vel í Jökulsá í Fljótsdal við Hól árið 2003. Farið var í þrjár ferðir á svæðið, í júlí, ágúst og september, og í þeim tekin sýni af svifaur og skriðaur, auk þess sem rennslismælt var. Hér á eftir verða niðurstöður hverrar ferðar bornar saman og reynt að meta í fyrsta skipti magn skriðaurflutnings í ánni.

4.1 Rennsli

Vatnshæðarmælir 109 er staðsettur í Jökulsá í Fljótsdal rétt innan við bæinn Hól, en rennslismælingakláfur er um 5 km neðar í ánni, við Melgrófarlæk. Rekstur mælisins gekk ágætlega árið 2003, og voru ístruflanir tiltölulega litlar og stóðu þær yfir með hléum til 16. febrúar (Vatnamælingar 2004). Gögn úr síritandi Campbell skráningartæki voru nokkuð samfelld fyrir árið, en svo óheppilega vildi til að bilun varð í skráningartæki á sama tíma og taka skriðaurssýna fór fram í ágúst. Bilunin uppgötvaðist strax eftir sýnatökuna svo að önnur skriðaurssýnasýrpa var tekin í kjölfarið við þekkt rennsli. Við úrvinnslu skriðaursmælinganna kom hins vegar í ljós að hægt var að nota rennsli við vhm 221 (V234) við Eyjabakkafoss til að fylla inn í rennslisröð við Hól fyrir dagana þegar vatnshæð var ekki skráð.

Síðvetrar ársins 2004 var nýr rennslislykill (lnr. 7) gerður fyrir vhm 109 þar sem í ljós kom að flóð í Jökulsá í Fljótsdal í október 2002 og febrúar 2003 höfðu breytt ráðandi þversniði við mælinn (Vatnamælingar 2004). Hugsanlegt er að flóð sem var í ánni í nóvember 2003 hafi aftur breytt ráðandi þversniði en það verður ekki vitað fyrir en nokkrar rennslismælingar hafa verið gerðar.

Í töflu 10 eru niðurstöður rennslismælinga sem gerðar voru á árinu 2003 settar fram. Allar mælingar fóru fram á strengjabraut við Melgrófarlæk og voru mælingarnar í ágúst gerðar með straumsjá en hinar mælingarnar með hefðbundnum rennslismæli. Í töflunni eru frávik mælinganna frá rennslislykli 7 sett fram nema fyrir mælinguna sem gerð var 13. ágúst þar sem þá var vatnshæð ekki skráð. Frávik mælinganna sveiflast eðlilega í kringum rennsli samkvæmt lykli, eða frá -6,9% til 5,0%.

Tafla 10: Samanburður rennslismælinga og gildandi rennslislykils við vhm 109 við Hól í Jökulsá í Fljótssdal.

Dagsetning	Mælt W (cm)	Mælt Q (m ³ /s)	Reiknað Q (m ³ /s)	Mism. Q (m ³ /s)	Mism. Q (%)	Mism. W (cm)
2003-04-05	214,5	14,07	14,12	-0,05	-0,4	0,2
2003-07-21	280,9	86,50	82,39	4,11	5,0	-2,5
2003-08-13	—	108,0	—	—	—	—
2003-08-16	270,4	62,00	66,61	-4,61	-6,9	3,4
2003-09-08	267,0	63,58	61,90	1,68	2,7	-1,8

4.2 Svifaurssýni

Niðurstöður kornastærðargreiningar allra svifaurssýna eru settar fram á einum stað í töflu 11, en í henni er einnig sýndur heildarstyrkur svifaurs, styrkur uppleystra efna og það rennsli sem mældist á sýnatökutímanum. Hafa þarf í huga að gögn kornastærðardreifingar eru hundraðshluta gögn svo að ef hlutur eins flokks eykst, lækkar hlutur annars eða fleiri flokka.

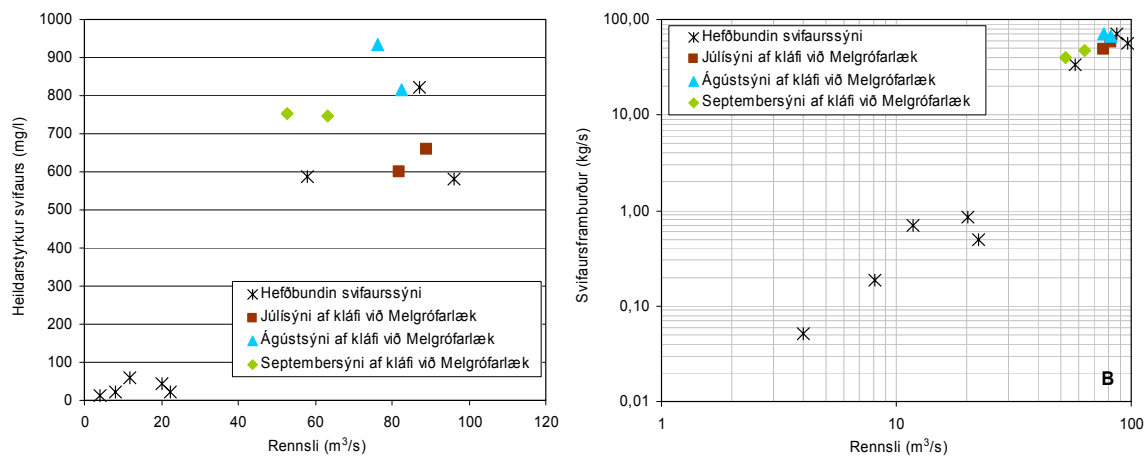
Tafla 11: Niðurstöður kornastærðargreiningar svifaurssýna sem tekin voru í Jökulsá í Fljótssdal árið 2003.

Staður	Tímasetning	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur-styrkur (mg/l)	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna-gerð
					<0,002	0,002-0,02	0,02-0,06	0,06-0,2	>0,2		
vhm 109 brú	2003-01-20 13:30	4*	80	13	55	38	2	4	1	0,3	S3
vhm 109 brú	2003-04-14 19:15	22,5	47	22	30	48	12	10	0	0,2	S2
vhm 109 brú	2003-05-21 09:40	20,1	51	43	10	62	25	3	0	0,2	S2
vhm 109 brú	2003-06-19 21:20	58,0	46	587	21	39	26	13	1	0,1	S2
vhm 109 brú	2003-07-19 18:00	87,3	46	821	20	36	23	19	2	0,9	S2
vhm 109 brú	2003-08-26 11:50	96,2	35	582	24	40	20	14	2	0,7	S2
vhm 109 brú	2003-09-27 09:15	11,8	65	60	46	43	8	3	0	0,1	S2
vhm 109 brú	2003-11-28 09:20	8,07	73	23	52	24	5	19	0	0,2	S3
vhm 109 kláfur	2003-07-22 17:30	89,1	42	659	22	37	23	14	4	1,1	S1
vhm 109 kláfur	2003-07-23 13:15	81,8	41	601	24	39	21	13	3	0,9	S1
vhm 109 kláfur	2003-08-14 10:41	82,4	48	816	18	46	24	10	2	1,5	S1
vhm 109 kláfur	2003-08-14 17:10	76,1	48	935	20	38	29	12	1	1	S1
vhm 109 kláfur	2003-09-09 10:05	63,2	45	747	27	39	22	10	2	0,9	S1
vhm 109 kláfur	2003-09-09 20:49	52,8	57	753	27	34	29	10	0	0,9	S1

* ístruflað rennsli

Skipta má svifaurssýnatökunni í tvennt eftir rennsli, þar sem sýnin voru annars vegar tekin við rennsli milli 3 og 22,5 m³/s og hins vegar við rennsli >50 m³/s. Eins og sjá má á mynd 18 var heildarstyrkur og heildarframburður svifaurs mun hærri við hátt en lágt rennsli í öllum sýnum sem tekin voru árið 2003 í Jökulsá í Fljótssdal. Innan hvors rennslisbils fyrir sig er fylgni milli heildarstyrks svifaurs og rennslis hins vegar ekki há, en eins og gefur að skilja er fylgnin fyrir heildarframburð svifaurs og rennsli töluvert

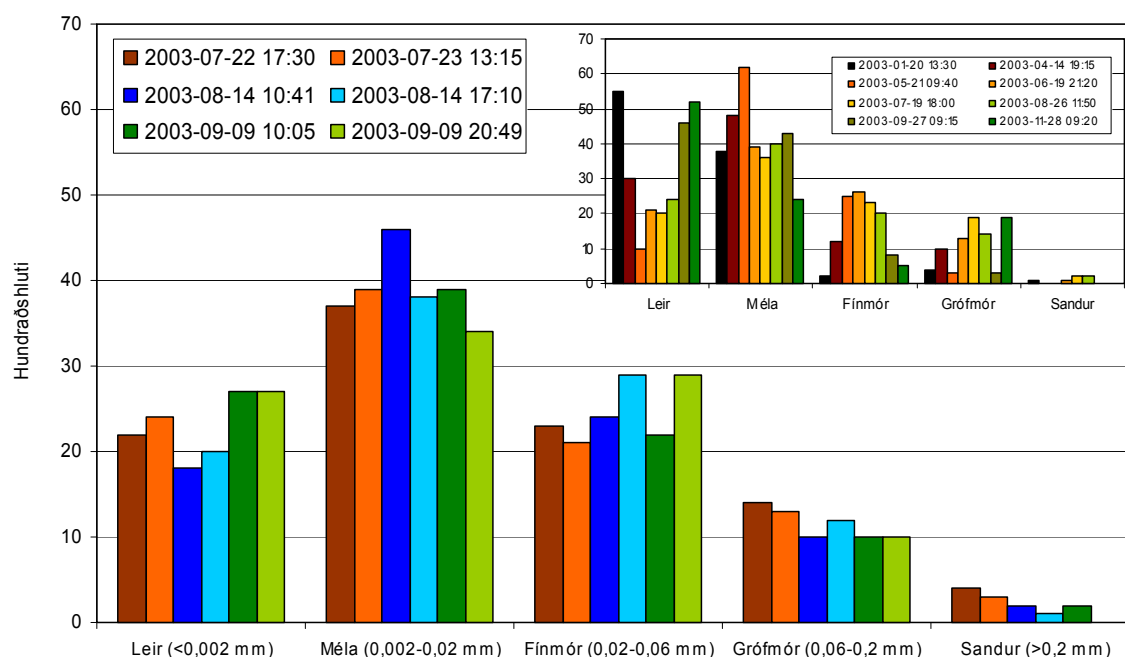
hærri (mynd 18). Svifaurssýnin sem tekin voru af kláfnum við Melgrófarlæk (S1 sýni) í júlí hafa hlutfallslega lágan svifaursstyrk miðað við sýni frá ágúst og september þó að ekki muni mjög miklu á rennsli þegar sýnin voru tekin. Hugsanlegt er að munurinn sé til kominn vegna þess að bæði síðarnefndu sýnin eru tekin í lok mikilla toppa í rennsli (mynd 3), sem líklega hafa tímabundið aukið aurburð í ánni. Ekki voru tekin sýnapör af hefðbundnum stað af brúnni samhliða sýnatökunni af kláfnum til að hægt sé að meta mun milli sýnategunda. Sýnataka af brúnni ætti þó að gefa nokkuð góða mynd af kornastærðardreifingu árinna þar sem hlutfall grófs efnis er hlutfallslega lágt í sýnum úr Jökulsá í Fljótsdal. Fyrir 1995 voru flest svifaurssýni hins vegar tekin með handsýnataka við vhm 109 við Hól, og byggjast framburðarútreikningar svifaurs, sem gerðir hafa verið fyrir Hól, á þeim sýnum (Haukur Tómasson o.fl. 1996). Hugsanlegt er að þeir vanmeti að einhverju leyti svifaursframburð við Hól af þessari ástæðu.



Mynd 18: Vensl heildarstyrks svifaurs og svifaursframburðar við rennsli í öllum svifaursýnum sem tekin voru í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.

Kornastærðardreifing hefðbundinna svifaursýna var áður sýnd á mynd 5, en á mynd 19 er dreifing kornastærðar í svifaursýnum sem tekin voru á kláfi við Melgrófarlæk í heildaraurburðarferðum sett fram og niðurstöður hefðbundnu sýnanna sýnd á innfældri mynd. Kornastærð allra kláfsýnanna sex er tiltölulega svipuð þar sem hlutfall sands ($>0,2$ mm) er lægst ($<4\%$) og grófmós ($0,06$ – $0,2$ mm) næstlægst (10 – 14%). Hlutfall mélu ($0,002$ – $0,02$ mm) er hæst í öllum sýnum (34 – 46%), en hlutföll leirs ($<0,002$ mm) og finmós ($0,02$ – $0,06$ mm) eru frekar svipuð, þ.e. 18 – 27% fyrir leir og 21 – 29% fyrir finmó.

Kornastærðardreifing kláfsýnanna er áþekkt dreifingu kornastærðar í hefðbundnu sýnunum sem tekin voru yfir sumartímann, þ.e. júní, júlí og ágúst. Hins vegar hafa hefðbundin sýni, sem tekin voru utan þess tíma, nokkuð aðra kornastærðardreifingu. Athyglisvert er hvað hlutur leirs í svifaursýnum sem tekin voru í janúar, september og nóvember er hár og á móti hvað hlutur finmós er í staðinn lágur. Þetta er öfugt við það sem oft sést í jökulám þar sem leirhlutfall eykst oft með jökulbráðnun yfir sumartímann. Engin einhlít ástæða finnst fyrir þessari kornastærðardreifingu innan ársins nema helst sú, að meiri skekkja er í kornastærðarmælingum á vetrarsýnum þar sem heildarstyrkur svifaurs er meira en tífalt lægri í þeim en í sýnum sem tekin eru yfir jökulleysingatímann. Ennfremur þarf að hafa í huga að um er að ræða hundraðshlutagögn svo að ef lítið mælist af efni í einum eða fleirum kornastærðarflokkum hækkar hlutfall annarra flokka sjálfkrafa.



Mynd 19: Kornastærðardreifing svifaurssýna sem tekin voru af kláfi yfir Jökulsá í Fljótsdal við Melgrófarlæk árið 2003. Á innfelldu myndinni sést kornastærðardreifing hefðbundinna svifaurssýna af brú ofan við bæinn Hól (sjá betur á mynd 5).

4.3 Skriðaurssýni

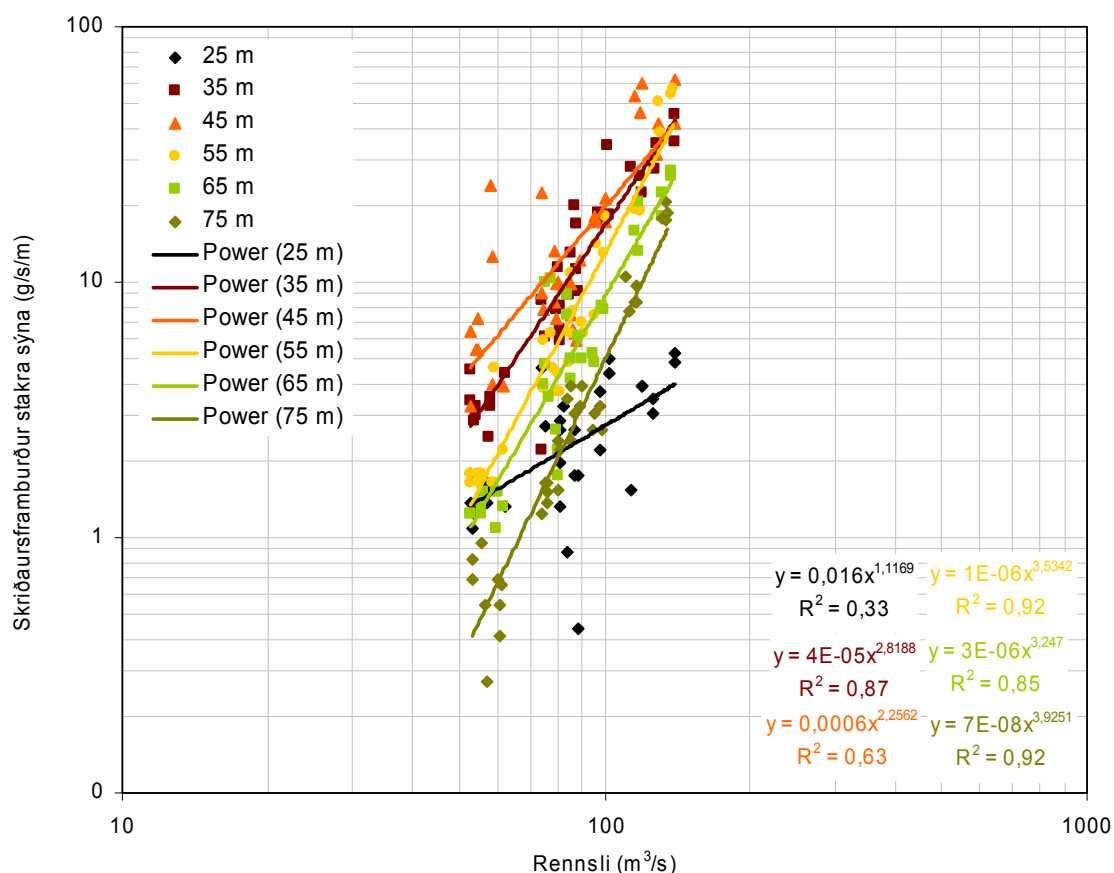
Alls voru 206 skriðaurssýni tekin með Helley-Smith skriðaurssýnataka af kláfnum við Melgrófarlæk sumarið 2003. Sýnin voru tekin á 25, 35, 45, 55, 65 og 75 m breidd á kláfnum miðað við að 0-punktur sé staðsettur við kláfmastur á vinstri bakka (nyðri bakka). Árbakkarnir voru hins vegar staðsettir í um 15 og 78 til 80 m. Sýnataka gekk vel í júlí og september en vegna þess að síritandi vatnshæðarmælir bilaði í ágúst sýnatökunni var hún endurtekin eftir að mælirinn fór í gang aftur. Í ljós kom síðar við úrvinnslu rennslisgagna að hægt var að nota vatnhæð og rennsli við Eyjabakkafoss til að fylla inn í dagana sem rennslisgögn vantaði við Hól. Þannig var hægt að nota allar skriðaursmælingarnar í ágúst, sem var sérstaklega gott þar sem rennsli var hátt við fyrri hluta ágústmælinganna og náðust þannig sýni af breiðara rennslissviði en ella.

Skriðaursmælingunum var skipt upp í átta mælingarbil eftir sýnatökudögum og rennsli. Spönn rennslis innan hvers bils var frá 3 til 14 m³/s, mest við hæsta meðalrennslið, 134 m³/s.

4.3.1 Skriðaurflutningur

Skriðaurflutningur var reiknaður út eftir aðferðum sem lýst er í kafla 2.2 og fundinn út meðalskriðaurflutningur á hverri stöð og á milli stöðva, sem og heildarflutningur skriðaur. Á mynd 20 er skriðaurflutningur allra sýna sýndur á móti rennsli fyrir hverja stöð fyrir sig. Töluverður breytileiki er innan hvernar stöðvar við svipað rennsli en þó er greinileg tilhneiging fyrir skriðaurframburð að aukast með hækkandi rennsli. Fylgni milli þessara þátta er góð ($R^2=0,63-0,87$), og allt í það að vera mjög góð ($R^2=0,92$),

fyrir allar stöðvar nema 25 m, sem hefur töluvert lægri fylgni ($R^2=0,33$) þó að framburður aukist með rennsli eins og á hinum stöðvunum.



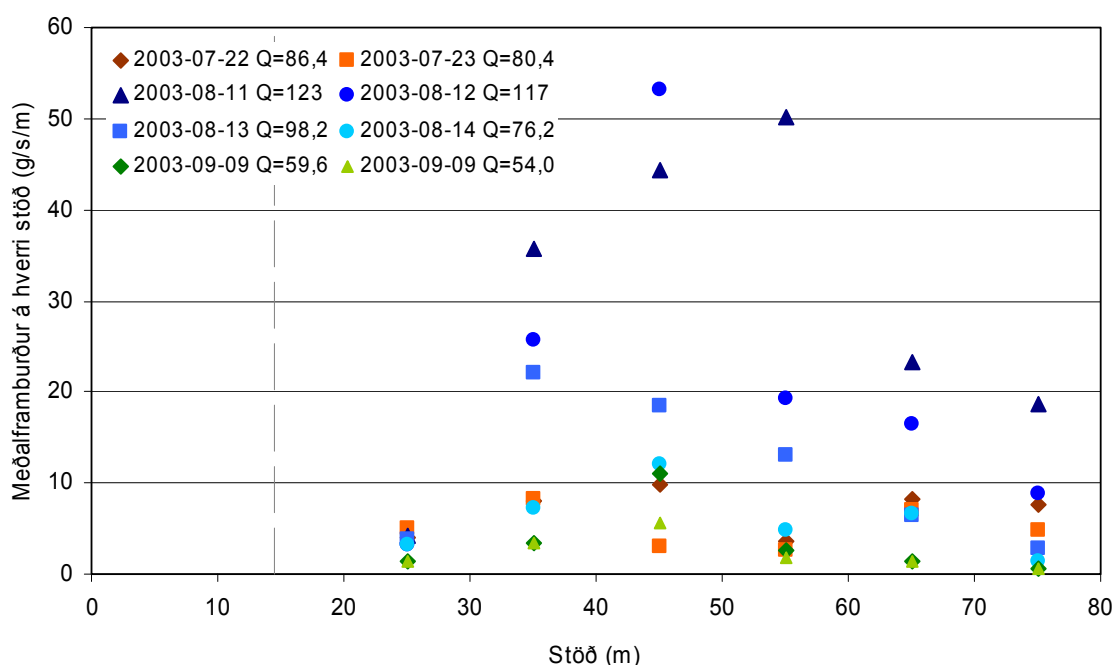
Mynd 20: Vensl rennslis og skríðursframburðar stakra sýna sem tekin voru í öllum sýnatökuferðum að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003.

Minnstur var skríðursframburður næst bökkunum á 25 og 75m, hann var í meðallagi á 55 og 65 m, en mestur á 35 og 45 m. Þessi dreifing framburðar skríðurs innan farvegarins fellur ágætlega við dýptar- og hraðasnið samkvæmt rennslismælingum (myndir 7, 11 og 15), og er hann mestur í slakkanum hægra (sunnan) megin við aðalál árinna. Slík skríðursdreifing er þekkt á öðrum stöðum þar sem lögun farvegar er svipuð, t.d. við Kirkjubæjarklaustur (Jórunn Harðardóttir o.fl. 2004). Á báðum stöðum er kláfurinn staðsettur rétt neðan við hægri beygju á ánni og er farvegurinn dýpstur nálægt vinstri bakka, þ.e. í utanverðri beygjunni. Hár skríðursframburður nær innanverðri beygjunni á vel við dæmigerða eyramyndun (“point bar sedimentation”) í bugðótttri á.

Í töflu 12 eru dregnar saman niðurstöður skríðursmælinga í öllum ferðum ársins 2003, ásamt meðalrennslis og spönn rennslis innan hvers mælingabils. Á mynd 21 eru niðurstöður um meðalframburð á hverri stöð settar fram og sést þar hvernig dreifing skríðurs er í farveginum. Svipuð dreifing er á meðalframburði og framburði stakra sýna (mynd 20), og er hann mestur á 35 og 45 m, en þó er meðalframburður á 55 m einnig hlutfallslega hár við hátt rennsli. Á öllum stöðvum nema 25 m, var meðalframburður skríðurs hæstur dagana 11.–12. ágúst enda var meðalrennsli innan þeirra mælingarbila hæst. Á miðjustöðunum 35–55 m var framburður einnig hár þann 13. ágúst og var meðalrennsli á því mælingarbili það þriðja hæsta á sýnatökutímanum.

Tafla 12: Samandregnar niðurstöður skriðaursmælinga í öllum ferðum að Jökulsá í Fljótsdal árið 2003. Q_{bj} táknar meðalframburð skriðaus á hverri stöð og Q_b merkir heildarframburð skriðaus.

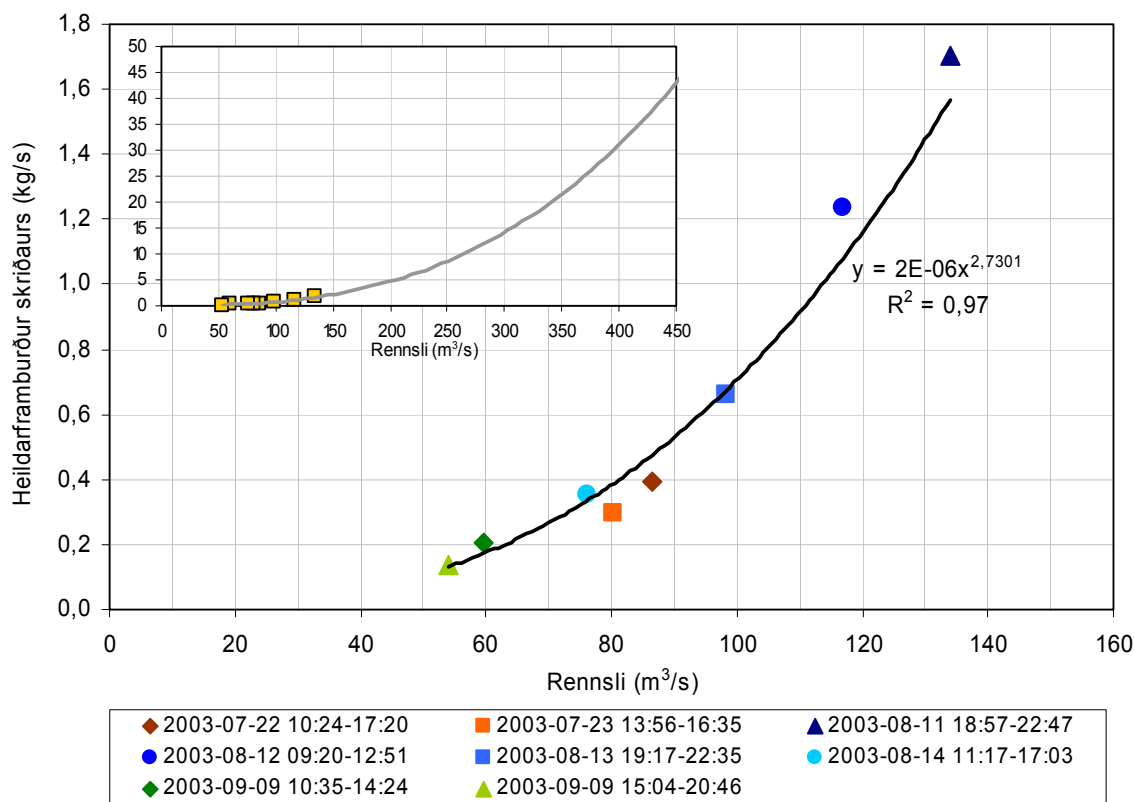
Jökulsá í Fljótsdal, Hóll	meðal Q (spönn) m^3/s	Q_{bj}						Q_b kg/s
		25 m g/s/m	35 m g/s/m	45 m g/s/m	55 m g/s/m	65 m g/s/m	75 m g/s/m	
2003-07-22 10:24-17:20	86,4 (7)	4	8	10	4	8	8	0,4
2003-07-23 13:56-16:35	80,4 (3)	5	8	3	3	7	5	0,3
2003-08-11 18:57-22:47	134 (14)	4	36	44	50	23	19	1,7
2003-08-12 09:20-12:51	117 (9)	3	26	53	19	17	9	1,2
2003-08-13 19:17-22:35	98,2 (8)	4	22	18	13	7	3	0,7
2003-08-14 11:17-17:03	76,2 (7)	3	7	12	5	7	1	0,4
2003-09-09 10:35-14:24	59,6 (5)	1	3	11	3	1	1	0,2
2003-09-09 15:04-20:46	54,0 (4)	1	3	6	2	1	1	0,1



Mynd 21: Meðalframburður skriðaus á hverri stöð flokkaður eftir tímabilum. Sömu litir eiga við hvert tímabil eins og áður. Brotin lína táknar staðsetningu vinstri bakka, en hægri bakki er í um 78–80 m.

Heildarframburður skriðaus jókst verulega með rennsli eins og sjá má á mynd 22. Minnstur er hann 0,1 kg/s við meðalrennsli 54 m^3/s , og mestur, 1,7 kg/s, við 134 m^3/s . Hægt er að fella veldisfall að gögnunum og er fylgni þess mjög góð, eða $R^2=0,97$. Ef veldisfallið er framlengt upp í það rennsli sem hæst hefur mælst við Hól (um 450 m^3/s), er framburður skriðaus um 43 kg/s við það rennsli miðað við þennan bráðabirgðaskriðauslykil. Eins og sést vel á innfelldu myndinni á mynd 22 er lykillinn búinn til út frá gögnum á neðra rennissviði Jökulsár í Fljótsdal. Til að staðfesta þennan lykil fyrir herra rennsli þarf því að mæla skriðausframburð við mun herra rennsli en gert var árið 2003. Út frá þessum bráðabirgðalykli var árlegur meðalframburður skriðaus gróflega áætlaður og reiknaðist hann vera rúmlega 4000 tonn á ári fyrir árin

1998 til 2002. Mikil ónákvæmni er þó í þessari tölu og ber því aðeins að nota hana til hliðsjónar.



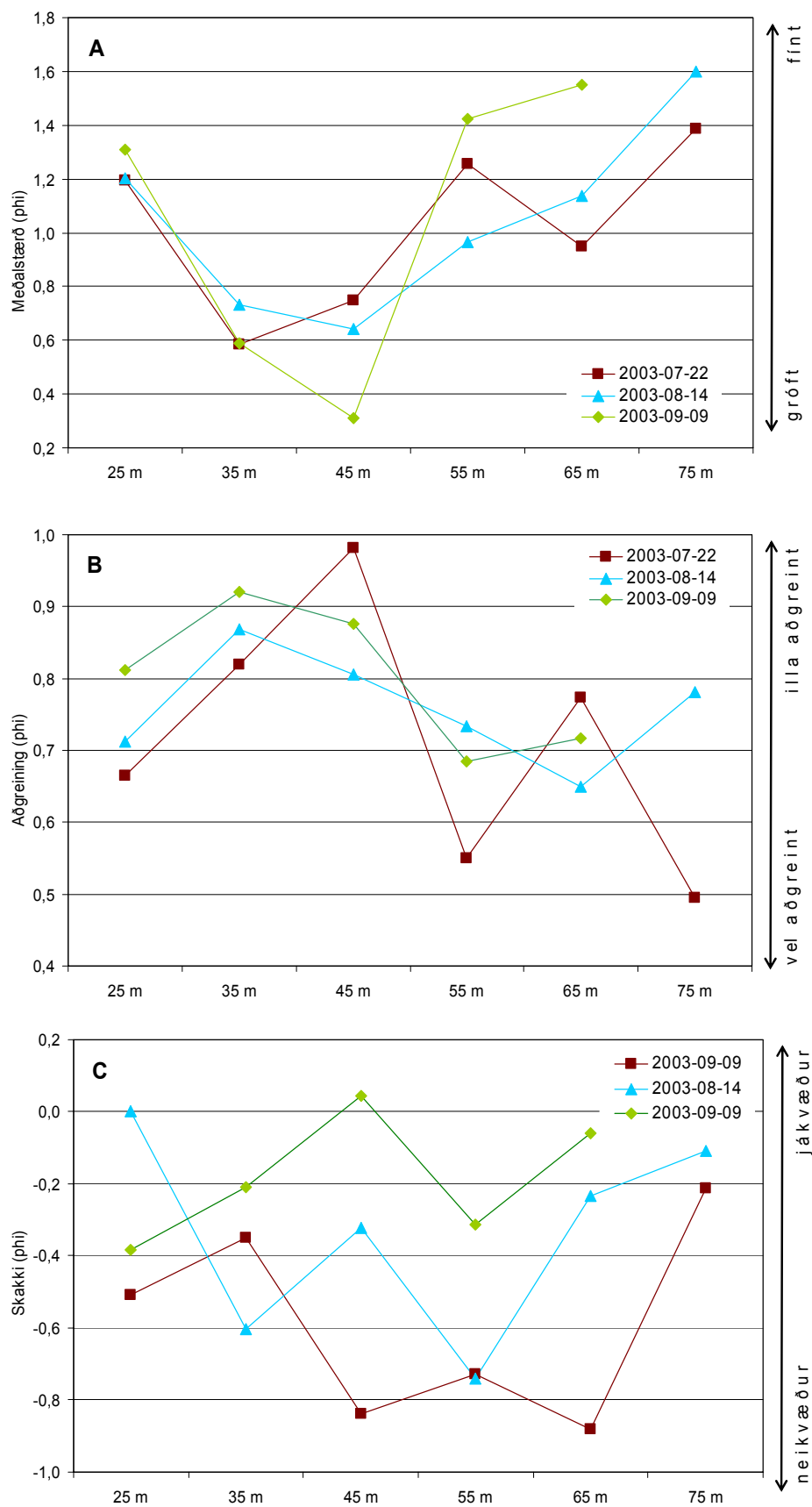
Mynd 22: Vensl heildarframburðar skriðs við rennsli fyrir öll mælingarbil ársins 2003 í Jökulsá í Fljótssdal. Innfellda myndin sýnir framlengingu veldisfallsins upp í það rennsli sem mælt hefur við Hól.

4.3.2 Kornastærð skriðaurssýna

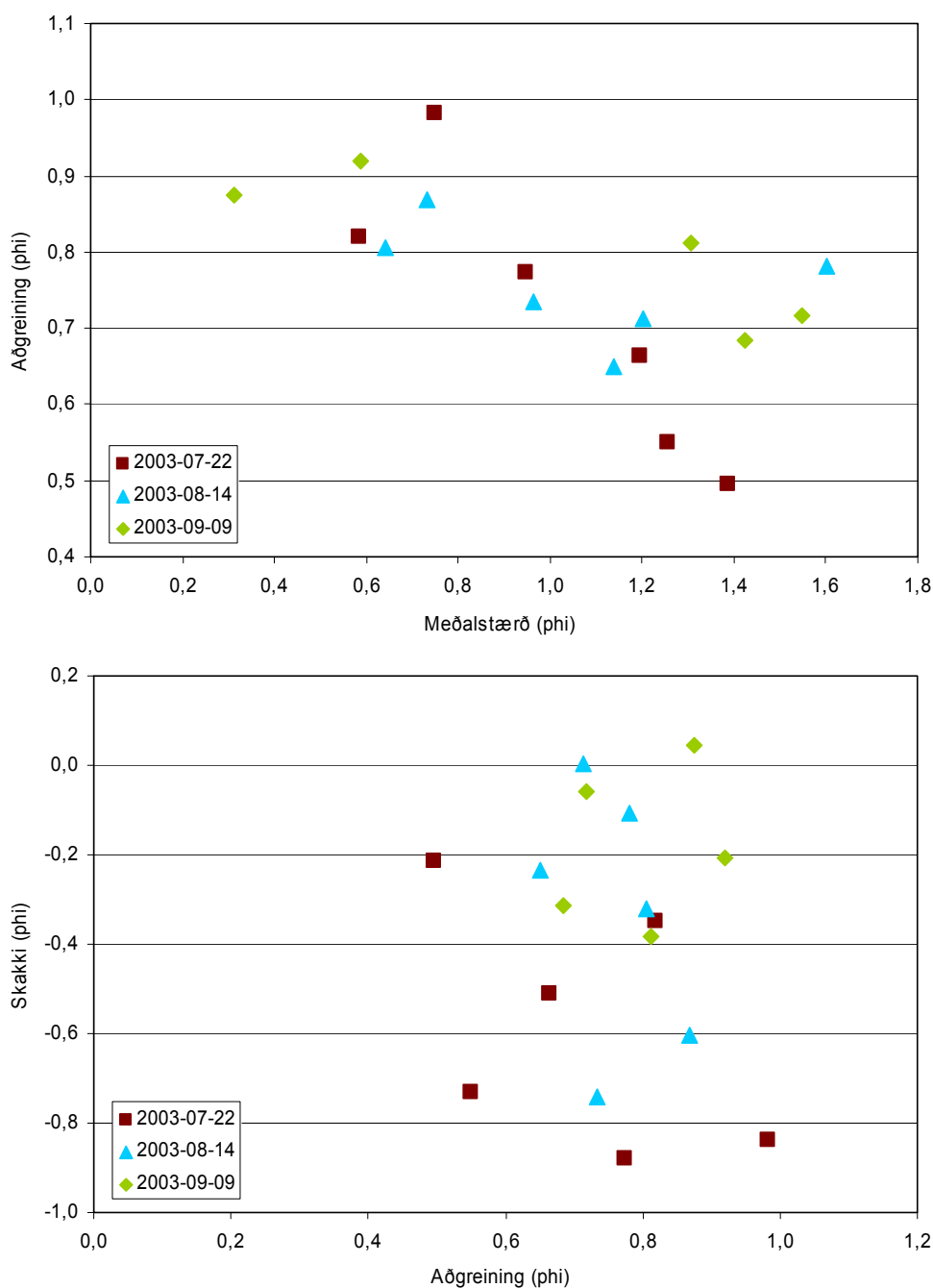
Alls voru tekin 18 skriðaurssýni til kornastærðargreiningar en af þeim var eitt talið of lítið til sigtunar. Safntíðnirit þessara 17 skriðaurssýna voru sett fram á myndum 8, 12 og 16 og sást á þeim að langstærstur hluti sýnanna (>90%) er af stærðinni 2,0 til -1,0 ϕ (0,250–2 mm), sem flokkast sem meðalgrófur til grófur sandur.

Á mynd 23 eru afleiddir kornastærðareiginleikar, þ.e. meðalstærð, aðgreining og skakki, bornir saman eftir stöðvum milli ferðanna þriggja. Ákveðin tilhneiging er fyrir sýnin á 35 og 45 m að vera grófari og verr aðgreind en sýni af öðrum stöðvum og er meðalstærð þeirra <0,8 ϕ (þ.e. u.þ.b. stærri en 0,6 mm). Sýnin af 75 m eru hins vegar bæði frekar fíngræð, en af þessari stöð vantar sýni úr septemberferðinni. Engin greinileg breyting er á skakkagildum sýnanna eftir stöðvum. Sýnin sem tekin voru í september hafa flest jákvæðari skakka en sýnin sem tekin voru í júlí og ágúst, en ekki er mikill munur á meðalstærð og aðgreiningu sýnanna eftir ferðum.

Ákveðin tilhneiging er til þess að aðgreining (lægri gildi) minnki með minni meðalkornastærð (hærri gildi) eins og sjá má á mynd 24. Enga ákveðna fylgni er hins vegar hægt að greina milli skakka og aðgreiningar (mynd 24), né skakka og meðalstærðar (ekki sýnt).



Mynd 23: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem tekin voru af kláfi við Melgrófarlæk neðan við vhm 109. A. Meðalstærð, B. Aðgreining og C. Skakki.



Mynd 24: Vensl kornastærðareiginleika í kornastærðargreindum skriðaurssýnum. Efri mynd: Aðgreining og meðalstærð. Neðri mynd: Skakki og aðgreining.

4.4 Samanburður svifaurs- og skriðaurframburðar við Hól

Hlutfall framburðar skriðaur og svifaurs í Jökulsá í Fljótsdal við Hól var borinn saman fyrir sex sýnasett af skriðaur- og svifaursýnum. Niðurstöður þess samanburðar eru settar fram í töflu 13. Í öllum sýnasettum var skriðaurframburður mjög takmarkaður hlutur af heildarframburði í ánni, eða innan við 1%. Hlutfall skriðaur virðist fara hækkandi við aukið rennsli, úr 0,3 í 0,7%, en munurinn er þó það litill að ekki er um afgerandi breytingu að ræða. Hægt hefði verið að gera sér betur grein fyrir þessari

breytingu með rennsli ef svifaurssýni hefðu verið tekin 11. eða 12. ágúst þegar rennsli var langt yfir 100 m³/s (tafla 12), en þá var hins vegar hætt við sýnatöku vegna truflana á skráningu vatnshæðar.

Tafla 13: Samanburður svifaur- og skriðaurframburðar í sýnasettum úr Jökulsá í Fljótsdal af kláfi við Melgrófarlæk frá árinu 2003. Notaðir eru sömu litir og áður til að aðgreina sýnatökuferðirnar.

Tímasetning	Aurflokkur	Meðalrennsli við skriðaurssýnatöku (m ³ /s)	Framburður (kg/s)	Hundraðshluti af heildaraufframburði (%)
2003-07-22 10:24-17:20	Skriðaur	86,4	0,4	0,7
2003-07-22 17:30	Svifaur		58,7	99,3
2003-07-23 13:56-16:35	Skriðaur	80,4	0,3	0,6
2003-07-23 13:15	Svifaur		49,1	99,4
2003-08-14 11:17-17:03	Skriðaur	76,2	0,4	0,5
2003-08-14 10:41	Svifaur		67,2	99,5
2003-08-14 17:10	Svifaur		71,2	99,5
2003-09-09 10:35-14:24	Skriðaur	59,6	0,2	0,4
2003-09-09 10:05	Svifaur		47,2	99,6
2003-09-09 15:04-20:46	Skriðaur	54,0	0,1	0,3
2003-09-09 20:49	Svifaur		39,7	99,7

Ef reiknað er með að framburður svifaurs hafi að meðaltali verið sambærilegur árin 1998 til 2002 og hann var 1962 til 1994, þ.e. um 350000 tonn á ári, er hægt að meta hlutfall skriðaur af heildaraufburði við Hól. Í ljós kemur að skriðaurflutningur er rúmlega 1,1% af heildaraufburði við Hól, en eins og áður var sagt er þessi tala ónákvæm.

4.5 Staða rannsókna við Jökulsá í Fljótsdal

Framburður svifaurs í Jökulsá í Fljótsdal við Hól var síðast reiknaður út árið 1996 og reiknaðist hann vera í kringum 0,35 milljónir tonna á ári, þó að hann reiknaðist aðeins misjafn eftir því hvaða svifaurslyklar voru notaðir (Haukur Tómasson 1996). Þessir svifaurslyklar voru gerðir út frá niðurstöðum kornastærðargreiningar 267 svifaursýna, en síðan þá hafa um 90 svifaurssýni verið tekin við Hól til viðbótar. Langstærstur hluti þeirra sýna sem notaður var til framburðarreikninga voru S3 bakkasýni sem tekin voru með handsýnataka við vhm 109 við Hól. Hugsanlegt er að þau vanmeti aðeins heildarstyrk efnis, sér í lagi grófs efnis, en vegna þess hve lítill hluti hann er af heildarframburði hefur ekki verið talið að þar muni miklu (Haukur Tómasson 1996). Tímabært er hins vegar að skoða hvort framburðarútreikningar breytist með tilkomu hinna fjölmörgu S2 og S1 sýna sem tekin hafa verið á undanförunum 10 árum, en sú athugun er sérstakt verkefni utan efnissviðs þessarar skýrslu.

Fyrir alla rennslisútreikninga og til að hægt sé að reikna út framburð svifaurs eftir bestu getu verða upplýsingar um rennsli að vera góðar og skiptir þá miklu máli að rennslislyklar séu réttir. Við úrvinnslu vatnshæðargagna frá síðasta vatnsári kom í ljós að ráðandi þversnið við Hól hafði breyst verulega í flóðum haustið 2002 og var því afraðið að búa til bráðabrigðarennslislykil (lnr. 7) sem hefur verið notaður í þessari skýrslu (Vatnamælingar 2004). Líklegt er að ráðandi þversnið hafi aftur breyst í flóðum

í nóvember 2003 og hefur verið bent á nauðsyn þess að fjölga reglubundnum rennismælingum við Hól. Til þess að hægt verði að mæla á staðnum þarf þó að endurreisa strengjabrautina sem var tekin niður á haustmánuðum ársins 2003 vegna framkvæmda við Kárahnjúkavirkjun (Vatnamælingar 2004).

Þær aurburðarrannsóknir sem gerðar voru við Hól í Jökulsá í Fljótsdal árið 2003 gefa fyrstu hugmyndir um skriðursflutning og hlutfall hans af heildarflutningi aurs í ánni. Greinilegt er að skriðursflutningur við Hól eykst verulega með rennsli, eða frá 0,1 í 1,7 kg/s við rennslisbreytingu úr 54 upp í 134 m³/s. Að auki virðist hlutur hans af heildarauf flutningi aukast með hækkandi rennsli þó að hann hafi alltaf verið innan við 1% af heildarflutningi í þeim sýnasettum sem tekin voru árið 2003. Í skýrslunni er settur fram bráðabirgðalykill fyrir skriðursflutning og til frekari upplýsinga er hann framlengdur upp í það rennsli sem hæst hefur mælst við Hól, þ.e. tæpir 460 m³/s. Skriðurslykillinn er ágætur fyrir það rennslisbil sem mælingarnar fór fram við árið 2003, en vitað er samkvæmt mælingum í öðrum ám að töluverður munur getur verið á flutningi skriðurs á milli ára við sambærilegt rennsli (VST og Vatnamælingar Orkustofnunar 2003; Jórunn Harðardóttir o.fl. 2003). Til að rannsaka breytileika í skriðursframburði á milli ára þyrfti því að taka skriðaurssýni í fleiri ár. Til viðbótar við samanburðarsýni á milli ára þyrfti sérstaklega að ná skriðaurssýnum við hærri rennsli til þess að staðfesta framlengingu skriðurslykils upp fyrir það rennsli sem sýni voru tekin á. Til að hægt sé að safna slíkum sýnum þyrfti þó að endurreisa strengjabrautina við Melgrófarlæk eins og greint var frá hér á undan.

Upplýsingar um skriðursflutning í Jökulsá í Fljótsdal eru mikilvægar fyrir ýmsar framkvæmdir í tengslum við Kárahnjúkavirkjun. Með því að afla gagna um framburð og kornastærð skriðurs við Hól er hægt að gera sér betur grein fyrir farvegabreytingum sem verða á Jökulsá í Fljótsdal á byggðum svæðum í Norðurdal og niður að Lagarfljóti. Að auki veita mælingar á skriðaur við Hól óbeinar upplýsingar um fyllingu Ufsarlóns á efri vatnasviði árinna. Reikna má með að skriðaur sem komi inn í Ufsarlón sé heldur meiri en hann mælist við Hól (rúmlega 4000 tonn á ári) þar sem hann getur sest til í farveginum á þeim u.þ.b. 35 km sem eru á milli staðanna. Allur þessi skriðaur mun setjast til í lóninu ásamt grófari hluta svifausins, en Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen taldi þann hluta vera um 170 000 tonn á ári (VST 2001). Hins vegar er mjög líklegt að grófur aur í Jökulsá í Fljótsdal muni aukast hlutfallslega á næstu árum þar sem lónin á Eyjabökkum, þar sem grófasti aurinn sest til í dag, eru nánast orðin full (Sigvaldi Árnason 2000). Töluverð óvissa er þó í öllum þessum tölum. Á óvissan annars vegar við um gögn um svifausflutning sem hafa ekki verið endurskoðuð í um 10 ár þó að fjöldi sýna sé orðinn nógur fyrir slíka endurskoðun. Hins vegar er óvissa í bráðabirgðaskriðurslykli enda byggir hann eingöngu á mælingum á framburði í eitt sumar við Hól á rennslisbilinu 50 til 130 m³/s, auk þess sem hann vanmetur framburð skriðurs ofar á vatnasviðinu.

Til að fá betri hugmynd um framburð skriðurs inn í Ufsarlón þarf því að mæla hann ofar í ánni, en það væri hægt af strengjabraut við vhm 221 við Eyjabakkafoss (mynd 1). Hægt væri að nota vökvadrifið spil á þeirri strengjabraut án mikilla erfiðleika þannig að tiltölulega fljótlegt væri að safna skriðaurssýnum á þeim stað á sama hátt og af strengjabraut við Melgrófarlæk.

5 HEIMILDIR

Blott, S. J. og Pye, K. 2001. Gradistat: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237–1248.

Boggs, S. Jr. 1995. *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd edition. Prentice Hall. New Jersey. 774 s.

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

Jórunn Harðardóttir 2003. Yfirlit yfir sýnatöku og svifaursmælingar samkvæmt hefðbundnum samningi um svifaurskýnatöku við Landsvirkjun árið 2003. Orkustofnun, Greinargerð JHa-2003/04, 4 s.

Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson og Svava Björk Þorláksdóttir 2003. Mælingar á rennsli, svifaur og skriðaur í Jökulsá á Dal árið 2002. Orkustofnun OS-2003/001, 38 s.

Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir og Bjarni Kristinsson 2004. Niðurstöður aurburðarmælinga í Skaftá árið 2003. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-2004/009, 107 s.

Sigvaldi Árnason 2000. *Athugun á framburði svifaurs undan Eyjabakkajökli*. Orkustofnun, Greinargerð SÁ-2000/01, 14 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur G. Vigfússon 2000. *Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna*. Orkustofnun, Greinargerð, SvP-GHV-2000/02, 12 s.

Vatnamælingar 2004. *Rennslisskýrsla, vatnsárið 2002/2003. Vatnshæðarmælir 109 við Jökulsá í Fljótsdal, Hól*, 4 s.

VST 2001. *Kárahnjúkavirkjun. Aurburður og setmyndun í lónum*. VST og Landsvirkjun, VST-2000-0304/02 og LV-2001/006, 44 s.

VST og Orkustofnun 2003. Botnskrið Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001. VST og Orkustofnun. VST-2000-0304/09 OS-2001/023, 57 s.

World Meteorological Organization 1994. *Guide to Hydrological Practices*. 5th edition. World Meteorological Organization. Geneva. 735 s.