



**Niðurstöður aurburðarmælinga
við Sóleyjarhöfða í Þjórsá
árið 2003**

**Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorlákisdóttir**

Unnið fyrir Landsvirkjun



ORKUSTOFNUN
Vatnamælingar

Verknr.: 7-546848

Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorláksdóttir

Niðurstöður aurburðarmælinga við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2003

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2003/058

Desember 2003

ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR

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



ORKUSTOFNUN
Bókasafn



Skýrsla nr.: OS-2003/058	Dags.: Desember 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Niðurstöður aurburðarmælinga við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2003	Upplag: 25	
	Fjöldi síðna: 32	
Höfundar: Jórunn Harðardóttir Svava Björk Þorlákssdóttir	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir	
Gerð skýrslu / Verkstig: Mælingar á kornastærð og framburði svif- og skriðaus	Verknúmer: 7-546848	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni eru fjallað um niðurstöður mælinga á svif- og skriðaurssýnum sem tekin voru hjá Sóleyjarhöfða við Þjórsá sumarið 2003. Svifaurssýni voru tekin af bakka árinna yfir allt sumarið (17 sýni) og á þversniði yfir ána (36 sýni) í tveimur sýnatökuferðum í júlí og ágúst. Öll nema tvö svifaurssýnin voru kornastærðargreind og kom í ljós að bakkasýnin vanmátu aurstyrk mikið en þversniðssýnin sýndu nokkuð jafna kornastærðardreifingu innan hvorrar sýnatökuferðar. Meiri breytileiki sást þó í seinni ferðinni og jókst aurstyrkur sýnanna töluvert með rennsli í þeirri ferð. Skriðaurssýni voru tekin á allt að 14 stöðum, alls 156 sýni. Heildarframburður skriðaus var frá 15,3 til 30,6 kg/s og virtist hann frekar vera háður mismunandi framboði skriðaus en rennsli. Meðalstærð þeirra skriðaurssýna sem voru kornastærðargreind (38 sýni) var frá meðalgrófum sandi og upp í mjög grófan sand, og voru flest frekar illa aðgreind og höfðu neikvæðan skakka.		
Lykilorð: Þjórsá, Sóleyjarhöfði, Norðlingaalda, svifaur, skriðaur, framburður, kornastærðarmælingar, kornastærðareiginleikar, meðalstærð, skakki, aðgreining,	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KE, PI	

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	5
2	FRAMKVÆMD	6
2.1	Sýnataka	6
2.2	Kornastærðargreining	8
2.2.1	Svifaurssýni	8
2.2.2	Skriðaurssýni	8
2.2.3	Setfræðilegir útreikningar á skriðaurssýnum	9
3	NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA	10
3.1	Svifaurssýni við Sóleyjarhöfða	10
3.1.1	S3 sýni tekin með handsýnataka (DH-48)	11
3.1.2	S1 sýni tekin í ítarlegum aurburðarferðum	12
3.2	Skriðaurssýni	14
3.2.1	Júliferð	14
3.2.2	Ágústferð	19
3.3	Samanburður svifaurs og skriðaurs	24
4	SAMANTEKT	26
4.1	Svifaur	26
4.2	Skriðaur	28
4.3	Samanburður svifaurs og skriðaurs	31
4.4	Framhaldsmælingar við Sóleyjarhöfða	31
5	HEIMILDIR	31

MYNDASKRÁ

Mynd 1:	Kort af svæðinu í kringum Sóleyjarhöfða við Þjórsá.	6
Mynd 2:	Vatnshæð (í m yfir sjó) og tímasetning aurburðarsýnatöku við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2003.....	7
Mynd 3:	Aurburðarsýnataka við Sóleyjarhöfða við Þjórsá.	8
Mynd 4:	Skipting S3 bakkasýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka.....	11
Mynd 5:	Skipting S1 svifaurssýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka.	12
Mynd 6:	Þversnið yfir farveg Þjórsár við Sóleyjarhöfða í einfaldri rennismælingu (0,2/0,8 mæling) þann 29. júlí 2003.	14
Mynd 7:	Framburður stakra sýna sem tekin voru 29. og 31. júlí 2003 við Sóleyjarhöfða.....	15

Mynd 8: Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 31. júlí 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. 16	
Mynd 9: Afleiddir kornastærðareiginleikar (meðalstærð) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 31. júlí 2003. 17	17
Mynd 10: Afleiddir kornastærðareiginleikar (aðgreining efri mynd og skakki neðri mynd) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 31. júlí 2003. 18	18
Mynd 11: Dýpi í farveginum við Sóleyjarhöfða samkvæmt 0,2/0,8 rennslismælingu þann 25. ágúst 2003. 20	20
Mynd 12: Framburður stakra sýna sem tekin voru 25. og 26. ágúst 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. 20	20
Mynd 13: Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 25. ágúst 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. 22	22
Mynd 14: Afleiddir kornastærðareiginleikar greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 25. ágúst 2003. 23	23
Mynd 15: Samanburður svifaurs- og skriðaurflutnings við Sóleyjarhöfða í Þjórsá þann 31. júlí 2003. 25	25
Mynd 16: Samanburður svifaurs- og skriðaurflutnings við Sóleyjarhöfða í Þjórsá þann 25. ágúst 2003. 25	25
Mynd 17: Tengsl heildarstyrks svifaurs (A) og einstakra kornastærðarflokka í svifaurskýnum frá Sóleyjarhöfða við rennsli við vhm 100 (miðað við þriggja klukkustunda rennslismun). (B) sandur, (C) grófmór, (D) finmór, (E) méla og (F) leir. 27	27
Mynd 18: Meðalframburður skriðaurssýna á hverri stöð innan hinna fimm tímabila sem skriðaurssýni voru tekin á við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sumarið 2003. 29	29
Mynd 19: Vensl heildarskriðaurflutnings við Sóleyjarhöfða við rennsli. 30	30

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Kornastærðarflokkun svifaurskýna 8	8
Tafla 2: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum. 9	9
Tafla 3: Niðurstöður kornastærðarmælinga á S3 svifaurskýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða við Þjórsá sumarið 2003 með DH-48 sýnataka. 11	11
Tafla 4: Niðurstöður kornastærðarmælinga á S1 svifaurskýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða við Þjórsá sumarið 2003 með S-49 sýnataka. 13	13
Tafla 5: Niðurstöður skriðaursmælinga við Sóleyjarhöfða 29. og 31. júlí 2003. 16	16
Tafla 6: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 31. júlí 2003 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá. 19	19
Tafla 7: Niðurstöður skriðaursmælinga við Sóleyjarhöfða 25. og 26. ágúst 2003. 21	21
Tafla 8: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 25. ágúst 2003 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá. 24	24
Tafla 9: Samanburður mælinga á heildarframburði skriðaur milli tímabila við Sóleyjarhöfða sumarið 2003. 29	29

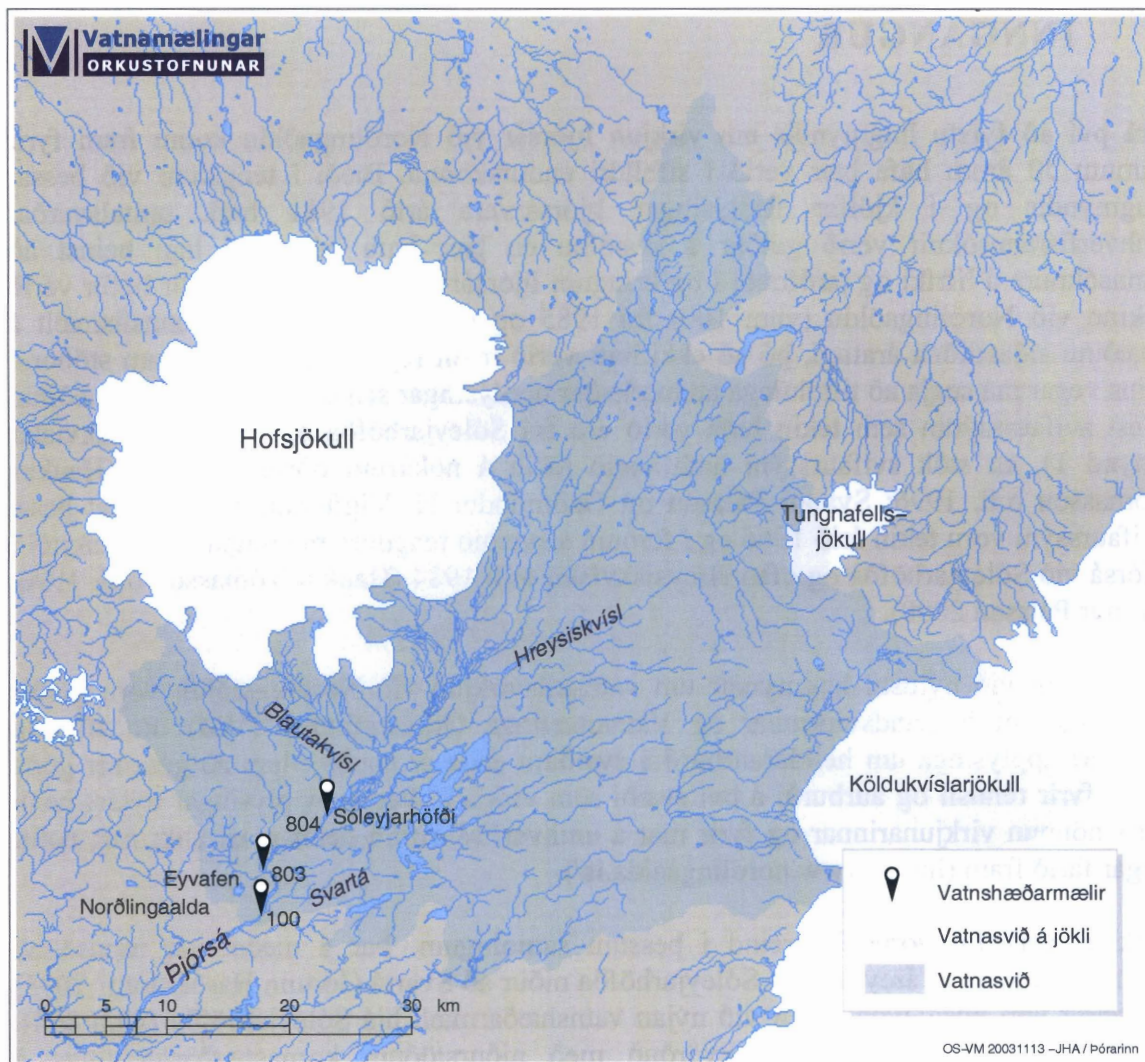
1 INNGANGUR

Frá því að fyrstu hugmyndir um virkjun Þjórsár við Norðlingaöldu komu fram fyrir rúmum 50 árum hafa þær verið í sífelldri endurskoðun. Bæði í tengslum við þessar hugmyndir og í kjölfar friðlýsingar Þjórsárvera árið 1981 hafa umtalsverðar unhverfisrannsóknir verið gerðar á svæðinu en þær hafa þó sér í lagi beinst að rannsóknum á lífríki og jarðfræði í og kringum Þjórsárver. Vatnshæðarmælir hefur verið rekinn við Norðlingaöldu (vhm 100) frá 1985 og nokkuð hefur verið rennslismælt á svæðinu síðastliðna áratugi, þó að ekki hafi verið mælt reglubundið á mörgum stöðum. Hins vegar má segja að tiltölulega takmarkaðar upplýsingar séu til um aurburð á svæðinu. Flest svifaurssýnin sem tekin hafa verið eru frá Sóleyjarhöfða og ofan Hreysiskvíslar (mynd 1), en stök svifaurssýni hafa verið tekin á nokkrum öðrum stöðum (Haukur Tómasson o.fl. 1996; Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996). Flest þessi svifaurssýni voru tekin árið 1966 og í ferðum á svæðið tengdum mælingum á botnskriði í Þjórsá við Sóleyjarhöfða og ofan Hreysiskvíslar árið 1984 (Haukur Tómasson o.fl. 1996, Svanur Pálsson 2000).

Í tengslum við nýjustu hugmyndir um vatnsaflsvirkjun við Norðlingaöldu voru gerðir samningar milli Landsvirkjunar og Vatnamælinga Orkustofnunar (VM) um að afla ítarlegri upplýsinga um heildaraurburð á svæðinu enda er nauðsynlegt að gera sér góða grein fyrir rennsli og aurburði á því svæði sem virkja á. Þessar upplýsingar nýtast bæði fyrir hönnun virkjunarinnar og fyrir mat á umhverfisáhrifum hennar, en slíkt mat hefur þegar farið fram (<http://www.nordlingaalda.is/>).

Nokkur verkefni voru skilgreind í þessum samningum. Þar á meðal var rannsökuð kornastærð sýna úr áreyrum frá Sóleyjarhöfða niður að Svartá (Jórunn Harðardóttir 2003) og settur upp ljósgleypnimælir við nýjan vatnshæðarmæli hjá Sóleyjarhöfða (vhm 804). Ljósgleypnigögnin voru síðan kvörðuð með niðurstöðum kornastærðargreininga á svifaurssýnum sem tekin voru á sama stað (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003). Í þessari skýrslu eru hins vegar kynntar niðurstöður kornastærðargreininga á þeim rúmlega 50 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða, sem og niðurstöður reikninga á framburði skriðaus við Sóleyjarhöfða.

Þessar rannsóknir hafa aukið mjög undirstöðuþekkingu um aurburð í efri hluta Þjórsár en niðurstöður þessara verkefna verða notaðar af ráðgjöfum Landsvirkjunar til frekara mats á setgerð árinna og sem frumgögn inn í aurburðarlíkan.

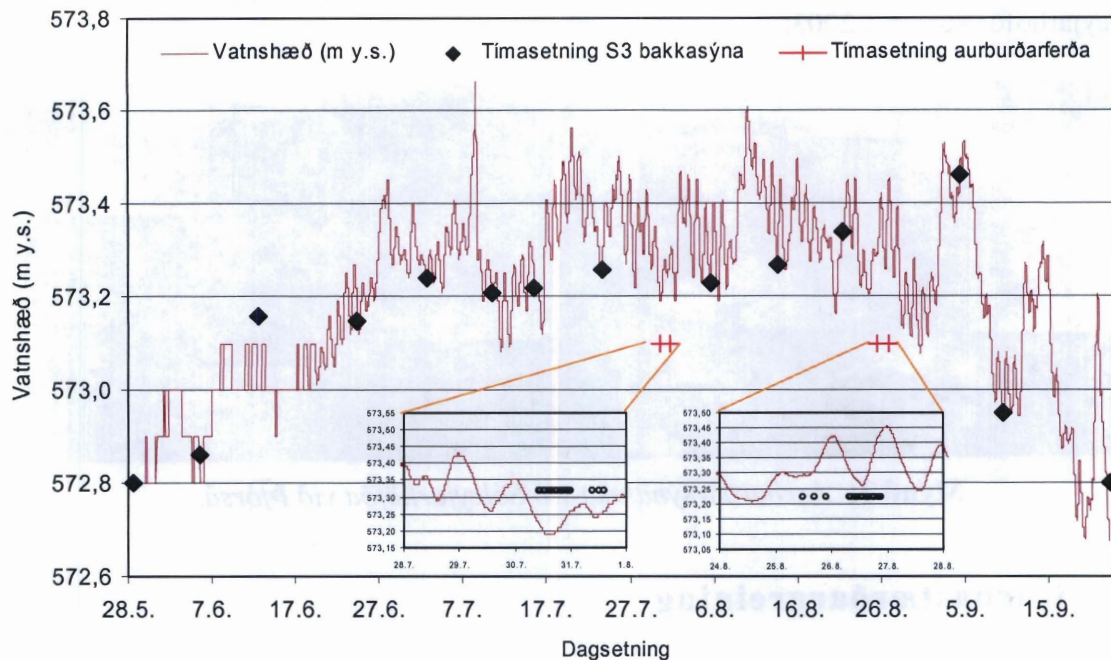


Mynd 1: Kort af svæðinu í kringum Sóleyjarhöfða við Þjórsá. Sýnd er staðsetning þriggja vatnshæðarmæla á svæðinu, við Sóleyjarhöfða (vhm 804), Eyvafen (vhm 803) og Norðlingaöldu (vhm 100).

2 FRAMKVÆMD

2.1 Sýnataka

Sumarið 2003 var sýnataka við Sóleyjarhöfða í Þjórsá tvíþætt. Annars vegar tók LV svifaurssýni með handsýnataka (DH-48) (svokölluð S3 sýni) við vhm 804 í tengslum við verkefni þar sem kvarða átti ljósgleypnimæli sem tengdur var síritanum við Sóleyjarhöfða (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003). Í þeim samningi var áætlað að 12 svifaurssýni yrðu tekin og kornastærðargreind en alls tók LV 17 sýni til greiningar. Fimmán þeirra voru kornastærðargreind en tvö þeirra voru tekin áður en ljósgleypnimælirinn var kominn í fullan gang og því ekki kornastærðargreind.



Mynd 2: Vatnshæð (í m yfir sjó) og tímasetning aurburðarsýnatöku við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2003. Innfelldu myndirnar sýna breytileika vatnshæðar í aðalsýnatökuferðunum tveimur og tímasetningu svifaursýna (hringir).

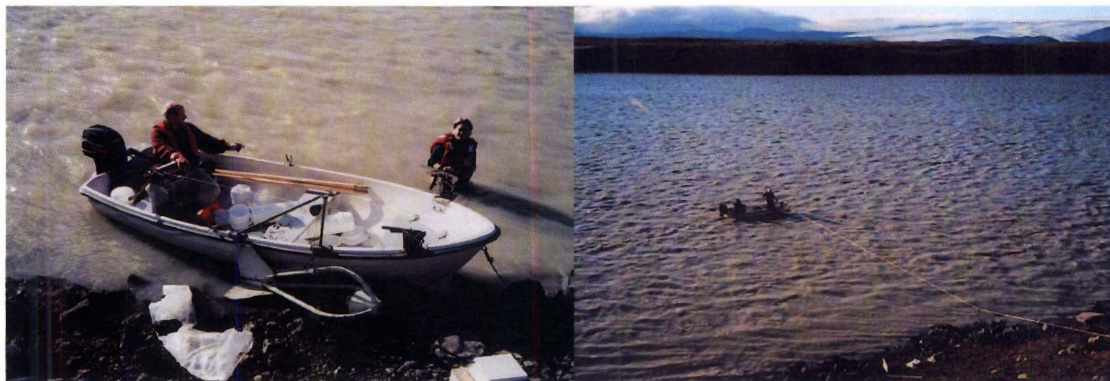
Hins vegar var um að ræða sýnatöku í tveimur heildaraurburðarferðum á svæðið þar sem VM tók sýni af bæði svifaur og skriðaur á þversniði við Sóleyjarhöfða. Ferðirnar voru farnar 28.–31. júlí og 24.–27. ágúst 2003 (mynd 2) á miðjum jöklaleysingartímanum. Í hvorri ferð fyrir sig var byrjað á að mæla rennsli á einfaldan máta, með svokallaðri 0,2/0,8 mælingu, þar sem straumhraði var mældur í 20% og 80% dýpi frá botni. Með þessu móti fékkst hugmynd um breytileika straumhraða og dýptar í þversniðinu en út frá þeim upplýsingum voru valdir staðir á þversniðinu þar sem taka átti svifaursýni (6 staðir) og skriðaurssýni (9–14 staðir). Sýnin voru tekin með sérhönnuðum sýnatökubúnaði á báti sem festur var á línu þvert yfir ána og færður eftir henni með vélaraflí (mynd 3). Þessi nýhannaða sýnatökuútfærsla virkaði vel við þær aðstæður sem ríktu í Þjórsá á sýnatökutímanum og gengu sýnataka og rennslismælingar vel.

Í fyrri ferðinni voru alls tekin 66 skriðaurssýni á 14 stöðum, þ.e. í 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 90, 100, 110, 130, 150, 170 og 190 m fjarlægð frá festu sem var 3 m innan við vinstri/austari bakka. Í sömu ferð var hægri bakki í um 211 m. Sýnatökustaðirnir voru heldur færri í seinni ferðinni (9) en þá voru alls 90 skriðaurssýni tekin á 30, 50, 70, 90, 110, 130, 150, 170 og 190 m. Vinstri bakki var staðsettur á sama stað en hægri bakki var í 220 m. Heildarfjöldi sýna skiptist jafnt á milli stöðva í báðum ferðum.

Svifaursýnatakan fór fram á sama hátt í báðum ferðum þar sem tekin voru sýni með S-49 svifaursýnataka af sama báti og skriðaurssýnin voru tekin með. Hvert svifaursýni var tekið í 6 flöskur sem teknar voru á sömu stöðum í báðum ferðum, á 20, 55, 90, 125 og 160 m, nema að í seinni ferðinni voru sýni tekin á 190 m í stað 195 m í þeirri fyrri.

Í hvorri ferð voru þrjú svifaursýni tekin samtímis skriðaurssýnatökunni auk þess sem 15 svifaursýni voru tekin á klukkustundarfresti til að ná sýnum yfir hluta af sólarhringsveiflu rennslis. Þannig náðist að taka 18 svifaursýni í hvorri ferð yfir

tiltölulega breitt rennslisbil með lágmarkskostnaði. Alls voru því 51 svifaurssýni tekin við Sóleyjarhöfða sumarið 2003.



Mynd 3: Aurburðarsýnataka við Sóleyjarhöfða við Þjórsá.

2.2 Kornastærðargreining

2.2.1 Svifaurssýni

Kornastærðargreiningar svifaurssýna fóru fram á hefðbundinn máta á aurburðarstofu VM þar sem fingerðari hluti sýnanna var mældur með setvog en efni grófara en 63 μm var þurrsigtaður (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 2000). Einnig var mældur heildarsvifaursstyrkur og styrkur uppleystra efna (TDS).

Niðurstöðum kornastærðargreininga svifaurssýna er skipt upp í fimm kornastærðarflokka sem sýndir eru í töflu 1 og byggja stærðir flokkanna að hluta til á svokölluðum Atterbergkvarða sem hefur verið notaður á Orkustofnun í áratugi. Hafa þarf í huga að nafngiftir þeirrar flokkunar skarast aðeins við nafngiftir hefðbundinna kornastærðarkvarða, sem eru notaðir í flestum rannsóknum í dag, jafnvel kvarðann sem skriðaurssýnin eru flokkuð eftir (tafla 2). Þessari flokkun er þó haldið í þessari skýrslu til að geta borið þessi nýju sýni saman við önnur eldri svifaurssýni sem hafa verið tekin við Sóleyjarhöfða.

Tafla 1: Kornastærðarflokkun svifaurssýna.

Heiti kornastærðarflokks	Kornastærð
Sandur	0,2–2 mm
Grófmór	0,06–0,2 mm
Fínmór	0,02–0,06 mm
Méla	0,002–0,02 mm
Leir	<0,002 mm

2.2.2 Skriðaurssýni

Öll sýnin voru þurrkuð á aurburðarstofu VM við 60°C áður en þau voru þurrsigtuð á Rannsóknarstofnun byggingariðnaðarins með sigtum Vatnamælinga. Stærsta sigtið, sem var notað, var 64 mm og það minnsta 0,063 mm, en þar á milli hlupu sigtin á hálfri phi-

stærð. Phi (ϕ) kvarðinn er mikið notaður við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum enda einfaldar notkun hans tölfraðilega útreikninga (Boggs 1995). Sá hluti sýnisins sem kom í pönnu við sigtun ($<0,063\mu\text{m}$) var ekki notaður í kornastærðarútreikningum en í þessum sýnum var hann mjög lítill, eða frá 0–0,3%.

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 auk heita á kornastærðarflokkum (Udden 1914; Wentworth 1922). Þessi heiti eru notuð þegar skriðaurinn er nafngreindur seinna í skýrslunni.

Tafla 2: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum.

mm	phi (ϕ)	mm
256	-8	Hnullungar
64,0	-6	Steinar
44,8	-5,5	Mjög gróf möl
32,0	-5	
22,4	-4,5	Grófmöl
16,0	-4	
11,2	-3,5	Meðalmöl
8,00	-3	
5,66	-2,5	Fínmöl
4,00	-2	
2,83	-1,5	Mjög fín möl
2,00	-1	
1,41	-0,5	Mjög grófur sandur
1,00	0	
0,71	0,5	Grófsandur
0,50	1	
0,35	1,5	Meðalsandur
0,25	2	
0,18	2,5	Fínsandur
0,125	3	
0,088	3,5	Mjög fín sandur
0,063	4	
<0,063	þanna	Silt og leir

2.2.3 Setfræðilegir útreikningar á skriðaurssýnum

Í skýrslunni eru kornastærðargögn skriðaurssýnanna sett fram sem safntíðniferlar á línulegum phi-kvarða. Tölfraðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuáðferð (moment statistics) og er hér sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

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

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

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

Þar sem f táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum var stuðst við þar til gert forrit eftir Blott og Pye (2001). Tekið skal fram að útreikningarnir voru gerðir á þeim hluta sýnanna sem var stærri en $63 \mu\text{m}$, en í öllum sýnum var þessi hluti minni en 0,3% og kom því ekki að sök í útreikningum afleiddu eiginleikanna.

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 kornastærð. 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 finu efni og er þá skakkagildið tiltölulega há jákvæð tala.

Í skýrslunni eru reiknaðir út afleiddir kornastærðareiginleikar allra sýnanna en hafa ber í huga að í raun eru slíkir útreikningar eingöngu marktækir fyrir þau sýni sem hafa normaldreifða kornastærð. Tekið er hins vegar fram ef sýnin hafa ekki normaldreifða kornastærð.

3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

3.1 Svifaurssýni við Sóleyjarhöfða

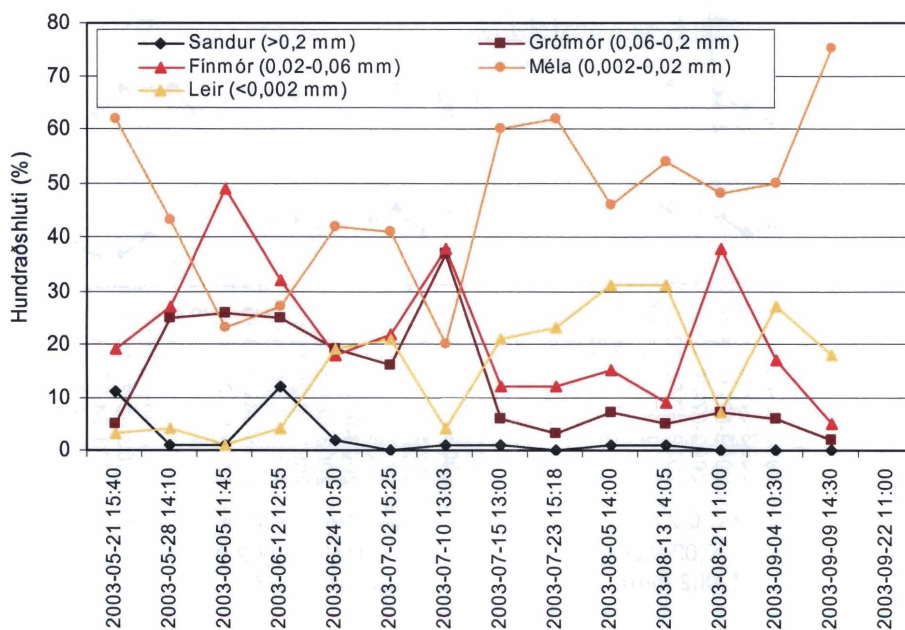
Hér á eftir eru settar fram niðurstöður allra greindra svifaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða sumarið 2003. Fyrst verður fjallað um bakkasýnin sem LV tók og VM greindi, svokölluð S3 sýni, og síðan sýnin sem tekin voru með S-49 svifaurssýnataka á 6 stöðum yfir þversniðið í tveimur VM ferðum í júlí og ágúst (svokölluð S1 sýni). Ekki er til rennslislykill fyrir vatnshæðarmælinn við Sóleyjarhöfða en vatnshæð er notuð til að meta breytileika í rennsli á milli töku svifaurssýna. Hins vegar er rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu (mynd 1) gefið upp miðað við þriggja klukkustunda rennslismun á milli staðanna. Vatnamælingar áskila sér rétt til þess að endurskoða þessi vatnshæðar- og rennslisgögn hvenær sem er. Nokkrar ár bætast í á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu, t.d. Svartá, Hnifá og Eyvafenskvísl, svo að rennsli við vhm 100 er heldur hærra en við Sóleyjarhöfða.

3.1.1 S3 sýni tekin með handsýnataka (DH-48)

Töku sýna með handsýnataka við Sóleyjarhöfða var ágætlega dreift yfir sumarið en hins vegar var tiltölulega lítill munur á vatnshæð á tókutíma sýnanna yfir hásumarið eins og sjá má á mynd 2. Meginmarkmið sýnatökunnar var að taka sýni til kvörðunar ljósgleypniskynjara á sama stað og hafa niðurstöður þeirrar kvörðunar verið settar fram í annarri skýrslu (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003). Í töflu 3 eru settar fram niðurstöður kornastærðargreininga á bakkasýnunum 15 sem greind voru en hlutfallsskipting þeirra í kornastærðarflokka er einnig sýnd á mynd 4.

Tafla 3: Niðurstöður kornastærðarmælinga á S3 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða við Þjósá sumarið 2003 með DH-48 sýnataka.

Tími	Kl.	Vatnshæð (m y.s.)	Rennsliframfarir vfm 100 (m ³ /s)	Aurstyrkur (mg/l)	TDS (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna-gerð
						>0,2	0,2-0,06	0,06-0,02	0,02-0,002	<0,002		
2003-05-21	15:40	–	72,0	116	63	13	6	22	72	3	1,2	S3
2003-05-28	14:10	572,80	79,7	89	64	1	22	24	38	4	0,3	S3
2003-06-05	11:45	572,86	76,6	431	63	4	112	211	99	4	1,3	S3
2003-06-12	12:55	573,16	115	336	67	40	84	108	91	13	1,2	S3
2003-06-24	10:50	573,15	147	147	53	3	28	26	62	28	0,9	S3
2003-07-02	15:25	573,24	174	138	64	0	22	30	57	29	0,1	S3
2003-07-10	13:03	573,21	185	991	53	10	367	377	198	40	0,7	S3
2003-07-15	13:00	573,22	198	123	50	1	7	15	74	26	0,3	S3
2003-07-23	15:18	573,26	197	99	51	0	3	12	61	23	0,1	S3
2003-08-05	14:00	573,23	202	150	52	2	11	23	69	47	0,7	S3
2003-08-13	14:05	573,27	229	194	54	2	10	17	105	60	0,5	S3
2003-08-21	11:00	573,34	260	851	51	0	60	323	408	60	0,7	S3
2003-09-04	10:30	573,46	307	246	48	0	15	42	123	66	0,1	S3
2003-09-09	14:30	572,95	171	135	56	0	3	7	101	24	0,9	S3
2003-09-22	11:00	572,7	68,2	669	67	29	17	23	22	9	1,9	S3



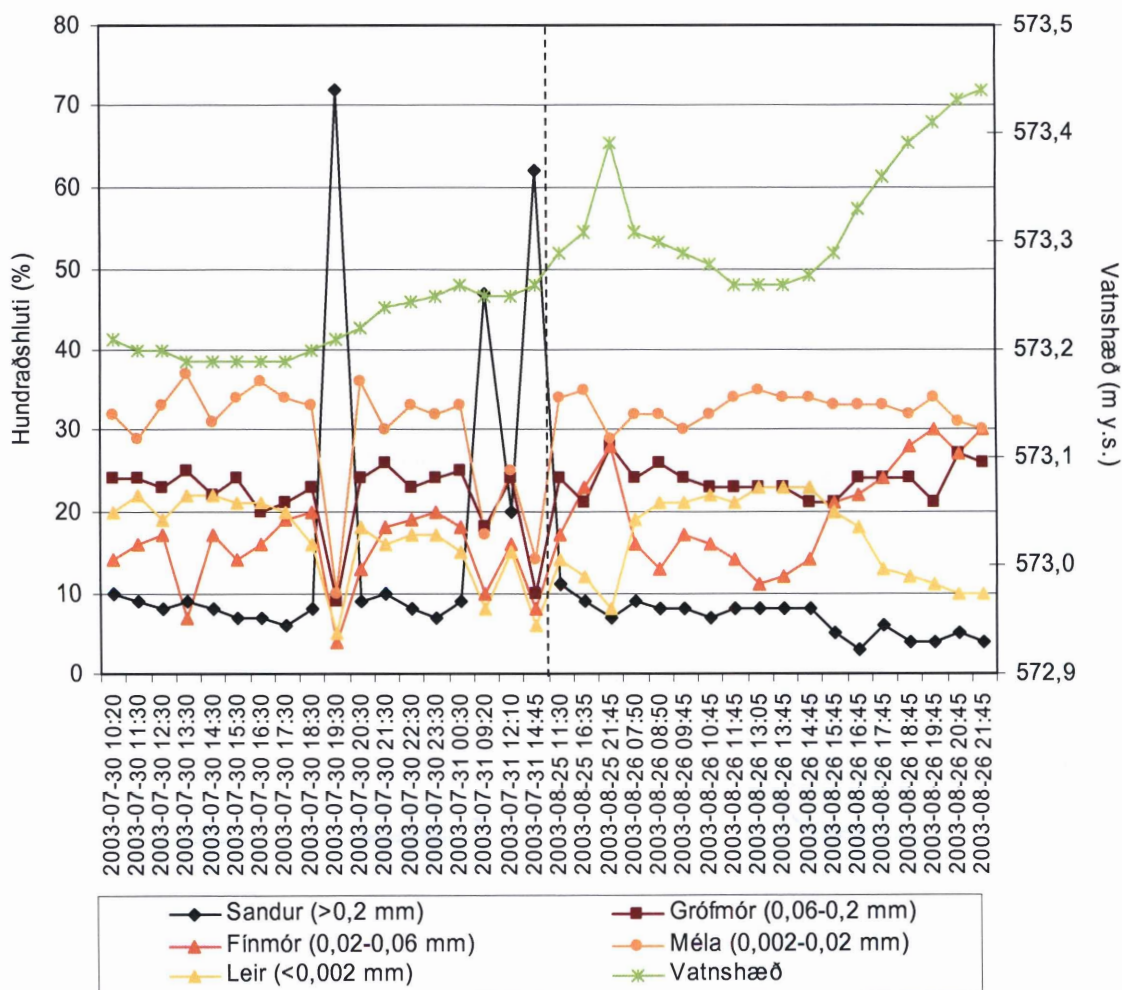
Mynd 4: Skipting S3 bakkasýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka.

Í tveimur sýnum náði styrkur sands um og yfir 10% af styrk heildarsvifaur, en í öllum öðrum sýnum var hann mjög lágur, eða 0–2%. Kornastærðin méla (0,002–0,02 mm) var ráðandi (>40% af heildarþyngdarþrósentu) í öllum sýnum nema þremur en í þeim var stærstur hluti sýnanna af kornastærðinni finmó (0,02–0,06 mm) (mynd 4). Sýnin sem tekin voru fyrri hluta sumars virðast vera heldur grófari en sýnin sem tekin voru eftir miðjan júlí, en þau síðarnefndu hafa flest hærra styrk mélu og leirs (>0,002 mm) og lægri styrk grófmós (0,06–0,2 mm) og finmós.

3.1.2 S1 sýni tekin í ítarlegum aurburðarferðum

Eins og áður var sagt voru S1 sýnin tekin í tveimur ítarlegum aurburðarferðum í júlí og ágúst. Vatnshæð á sýnatökutímanum má sjá á myndum 2 og 5 og var samfellda sýnatökuröðin í báðum ferðum tekin í kringum lágmark dagsveiflu og í uppsveiflu hennar.

Niðurstöður kornastærðarmælinganna eru settar fram í töflu 4 og eru einnig sýndar myndrænt á mynd 5 þar sem hlutfall kornastærðarflokka í hverju sýni er sýnt. Þrjú sýni úr fyrri ferðinni skera sig úr með mun hærra sandhlutfall (47–72%) en önnur sýni. Þetta háa sandhlutfall ásamt mun stærri stærstu kornum í sýnunum þremur (2,6–3,1 mm) en í öðrum sýnum (0,7–1,9 mm) bendir til þess að sýnatakinn hafi sópað í sig sandi af botni þegar sýnin voru tekin.



Mynd 5: Skipting S1 svifaurssýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka.

Tafla 4: Niðurstöður kornastærðarmælinga á S1 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða við Þjórsá sumarið 2003 með S-49 sýnataka.

Tími	Kl.	Leiðni μS/cm	Vatnshæð (m y.s.)	Rennsli vhm 100 (m³/s)	Aur- styrkur (mg/l)	TDS (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
							>0,2	0,2- 0,06	0,06- 0,02	0,02- 0,002	<0,002		
2003-07-30	10:20	69,2	573,21	202	516	30	52	124	72	165	103	1,1	S1
2003-07-30	11:30	69,2	573,20	197	514	32	46	123	82	149	113	1,9	S1
2003-07-30	12:30	42,1	573,20	194	491	41	39	113	83	162	93	1	S1
2003-07-30	13:30	32,5	573,19	191	460	29	41	115	32	170	101	1,2	S1
2003-07-30	14:30	34,3	573,19	189	506	27	40	111	86	157	111	1,8	S1
2003-07-30	15:30	34,7	573,19	188	553	30	39	133	77	188	116	1	S1
2003-07-30	16:30	35,3	573,19	189	562	42	39	112	90	202	118	0,9	S1
2003-07-30	17:30	43,5	573,19	189	534	45	32	112	101	182	107	0,7	S1
2003-07-30	18:30	36,8	573,20	190	625	44	50	144	125	206	100	1	S1
2003-07-30	19:30	36,4	573,21	193	2203	34	1586	198	88	220	110	2,6	S1
2003-07-30	20:30	36,2	573,22	195	660	33	59	158	86	238	119	1,2	S1
2003-07-30	21:30	33,7	573,24	199	702	31	70	183	126	211	112	1	S1
2003-07-30	22:30	32,3	573,25	202	692	32	55	159	131	228	118	1,6	S1
2003-07-30	23:30	32	573,25	205	657	34	46	158	131	210	112	1,2	S1
2003-07-31	00:30	72,9	573,26	207	705	32	63	176	127	233	106	1,1	S1
2003-07-31	09:20	30,8	573,25	210	1130	33	531	203	113	192	90	3,1	S1
2003-07-31	12:10	33,4	573,25	206	697	33	139	167	112	174	105	1,5	S1
2003-07-31	14:45	39,6	573,26	214	1650	34	1023	165	132	231	99	2,6	S1
2003-08-25	11:30	59,3	573,29	239	627	32	69	150	107	213	88	1,7	S1
2003-08-25	16:35	56,7	573,31	242	767	32	69	161	176	268	92	1,6	S1
2003-08-25	21:45	51,9	573,39	270	1461	35	102	409	409	424	117	0,8	S1
2003-08-26	07:50	-	573,31	257	803	38	72	193	128	257	153	0,9	S1
2003-08-26	08:50	60	573,30	253	786	15	63	204	102	252	165	0,9	S1
2003-08-26	09:45	60,8	573,29	249	806	19	64	193	137	242	169	0,8	S1
2003-08-26	10:45	61,2	573,28	245	786	22	55	181	126	252	173	1,3	S1
2003-08-26	11:45	62,4	573,26	241	744	33	60	171	104	253	156	1	S1
2003-08-26	13:05	62,9	573,26	236	694	34	56	160	76	243	160	1	S1
2003-08-26	13:45	62,5	573,26	235	725	35	58	167	87	247	167	0,9	S1
2003-08-26	14:45	60,1	573,27	236	829	24	66	174	116	282	191	1,3	S1
2003-08-26	15:45	58,5	573,29	240	905	24	45	190	190	299	181	0,8	S1
2003-08-26	16:45	58,4	573,33	247	1084	29	33	260	238	358	195	0,9	S1
2003-08-26	17:45	58	573,36	255	1306	31	78	313	313	431	170	1	S1
2003-08-26	18:45	55,4	573,39	275	1558	24	62	374	436	499	187	1	S1
2003-08-26	19:45	54,4	573,41	274	1582	26	63	332	475	538	174	1,2	S1
2003-08-26	20:45	52	573,43	284	1556	25	78	420	420	482	156	1,2	S1
2003-08-26	21:45	53	573,44	291	1502	29	60	391	451	451	150	0,9	S1

Fyrir utan þessi þrjú sýni sem hafa hátt sandhlutfall er kornastærð sýnanna tiltölulega svipuð. t.d. að því leyti að hlutfall mélu er í flestum sýnum milli 30 og 40%, sands innan við 10%, og grófmós milli 20 og 30%. Hins vegar má sjá nokkurn breytileika innan aurburðarferðanna tveggja, þá sér í lagi í seinni ferðinni. Í fyrri ferðinni minnkar hlutfall leirs af heildarsvifaur með hækkandi rennsli sem veldur lítilsháttar styrkukningu í grófari kornastærðum í staðinn þó að engin kornastærð aukist áberandi mikið. Í seinni ferðinni er vatnsborðsbreytingin meiri og tengd henni er áberandi breyting í hlutfalli

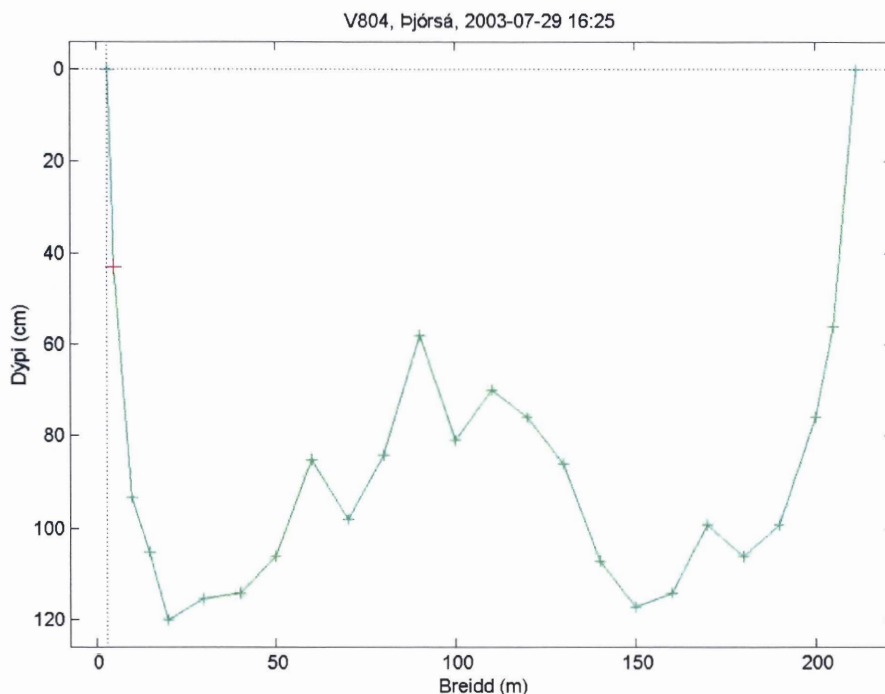
kornastærðarflokka. Þannig lækkar styrkur leirs og sands þegar líða tekur á sólarhrings sveifluna og vatnsborð hækkar, samtímis því að styrkur fínmós hækkar úr rúmlega 10% í 30%.

Eðlilegt þykir að hlutur grófari kornastærða aukist á kostnað fingerðari kornastærða með auknu rennsli, a.m.k. þegar nóg framboð er af öllum kornastærðarflokkum. Hins vegar eru kornastærðarbreytingar einnig samtvinnnaðar kornastærð upprunaefnisins sem á þessum stað er að langmestu leyti komið undan jökli og úr farveginum sjálfum, en aðgangur að upprunaefni undir jökli síbreytilegur og farvegabreytingar örur. Því þurfa kornastærðarbreytingar ekki eingöngu að tengjast rennsli. Þannig eru t.d. sýnin sem tekin voru þann 25. september með svipað leirhlutfall og sýnin sem tekin voru í lok sýnatökunnar þann 26. september, þó að þau fyrrnefndu hafi um tvöfalt hærri sandstyrk og að vatnsborð hafi verið nokkru lægra þegar þau voru tekin.

3.2 Skriðaurssýni

3.2.1 Júliferð

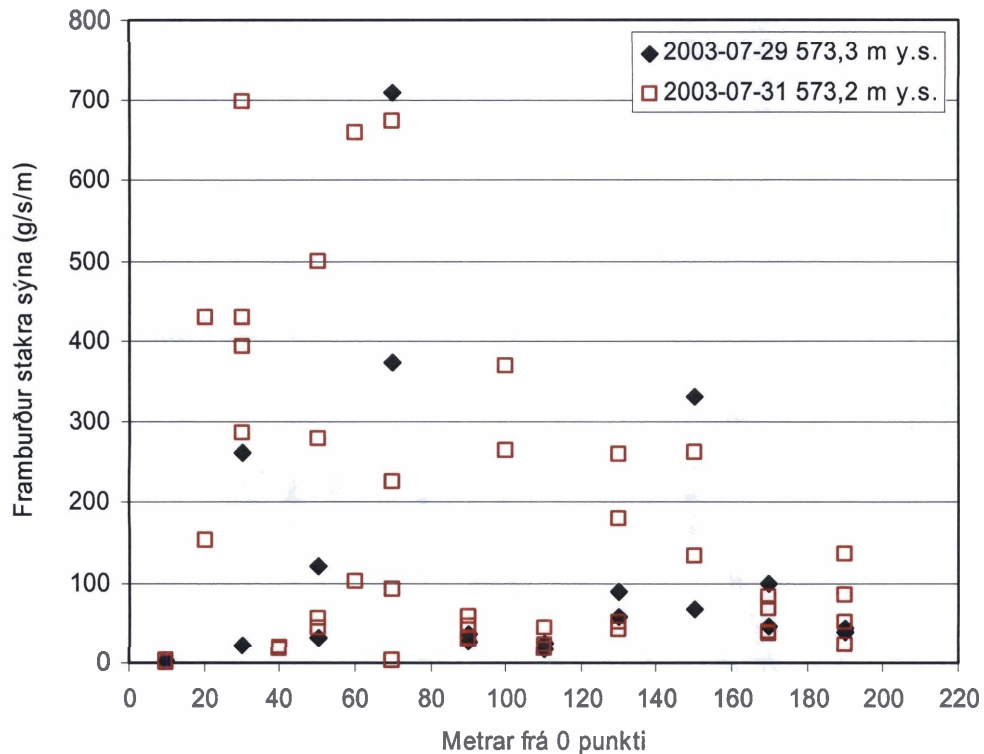
Sextíu og sex skriðaurssýni voru tekin á 14 stöðvum í júliferðinni, 20 sýni þann 29. júlí og 46 sýni tveimur dögum seinna. Sýnin voru tekin á eftirtöldum stöðvum frá vinstri bakka: 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 90, 100, 110, 130, 150, 170 og 190 m, en í rennslismælingu sem gerð var seinni part 29. júlí voru bakkarnir staðsettir í 3 m (vinstri/austari) og 211 m (hægri/vestari) (mynd 6).



Mynd 6: Þversnið yfir farveg Þjórsár við Sóleyjarhöfða í einfaldri rennslismælingu (0,2/0,8 mæling) þann 29. júlí 2003.

Sýnunum var skipt upp í tvennt eftir því hvorn daginn þau voru tekin þar sem vatnshæð hafði lækkað um ca. 10 cm á milli daga. Á mynd 7 er framburður stakra sýna sýndur og er greinilegt að tölurverður munur var á þyngd sýnanna sem tekin voru dagana tvo í júlí.

Töluvert meira safnaðst í sýnatakann seinni daginn þrátt fyrir að vatnshæðin hafi þá verið um 10 cm lægri en 29. júlí. Rennsli við Norðlingaöldu (með þriggja tíma seinkun) var á bilinu 231 til 236 m³/s þann 29. júlí en rúmlega 206 til 214 m³/s þann 31. júlí. Í töflu 5 eru niðurstöður skriðaurssýnatökunnar í júlí settar fram og sést þar, eins og á mynd 7, að nokkuð var misjafnt á hvaða stöðvum skriðaurinn barst fram. Fyrri daginn barst langmest fram á 70 m en aðeins voru teknar tvær umferðir yfir þversniðið þann daginn svo að breytileiki innan hvernar stöðvar skilar sér illa í gögnunum. Sama dag barst hins vegar minna fram en 31. júlí á grynningunum í miðri á, en grynningarnar sjást vel á mynd 6. Seinni daginn var framburður skriðaus töluvert meiri í austari álnum en þeim vestari og framburðurinn lítill næst vinstri bakka og í jöðrum grynningarinnar í miðri á.



Mynd 7: Framburður stakra sýna sem tekin voru 29. og 31. júlí 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

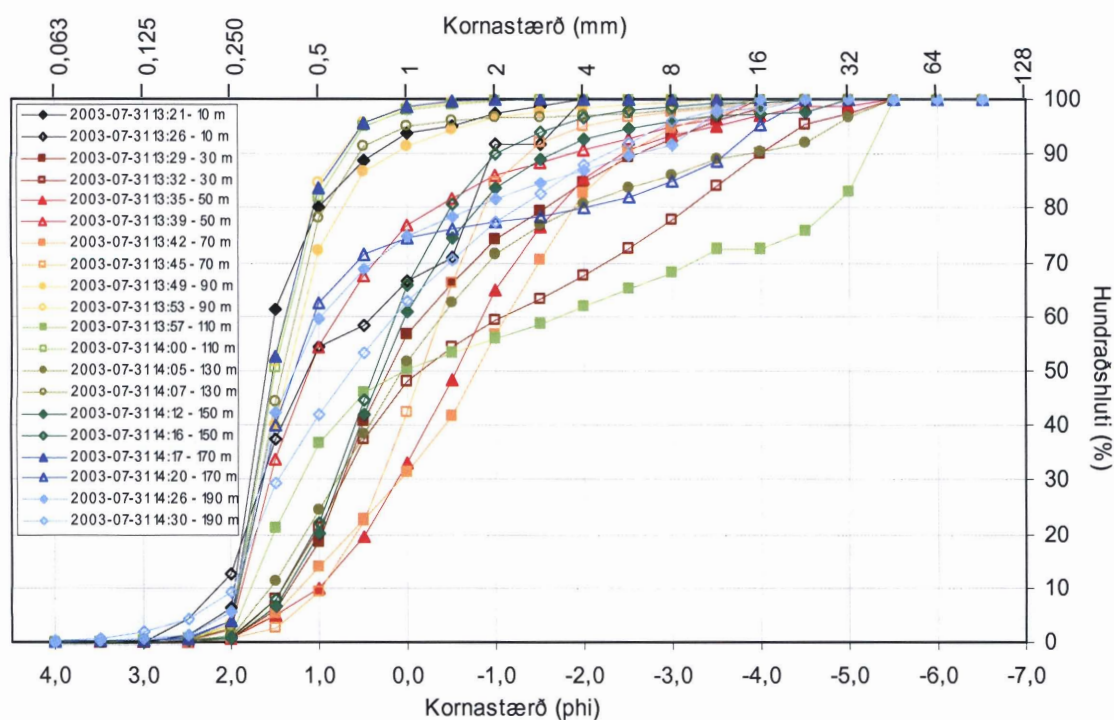
Flutningur heildarskriðaus var einnig minni 29. júlí en 31. júlí, þ.e. 23,9 kg/s fyrri daginn og 30,6 kg/s þann seinni. Ekki er hægt að meta dýptar- og rennslisbreytingar innan farvegarins á milli sýnatökudaganna þar sem rennslismæling var aðeins gerð fyrri daginn, en ekki er ólíklegt að rennslið hafi verið meira í austari álnum seinni daginn eins og niðurstöður skriðaursmælinganna benda til. Farvegurinn var þó enn grunnur í miðri ánni, a.m.k. á 90 og 110 m, og er það staðfest af mælingafólkinu sem var á staðnum.

Tuttugu sýnum var safnað í fötur til kornastærðargreininga þann 31. júlí og voru þau kornastærðargreind og metin samkvæmt aðferðum lýst í köflum 2.2.2. og 2.2.3. Tveimur sýnum var safnað á hverjum stað (10 staðir) með nokkurra mínútna millibili svo að hægt er að bera saman kornastærðarbreytingar á efni sem barst fram á hverjum stað fyrir sig í farveginum. Niðurstöður greininganna eru sýndar á mynd 8, sem sýnir safntíðniferla allra sýnanna, en afleiddir kornastærðareiginleikar þeirra eru sýndir á myndum 9 og 10.

Tafla 5: Niðurstöður skriðaursmælinga við Sóleyjarhöfða 29. og 31. júlí 2003.

2003-07-29 meðalW=573,3 m y.s.	10 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13,5	20	20	20	20	20	20	20	20	20,5	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	3	141	75	541	32	19	74	198	72	41	1195
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	35	2826	1500	10814	639	389	1479	3957	1439	832	23,9 kg/s

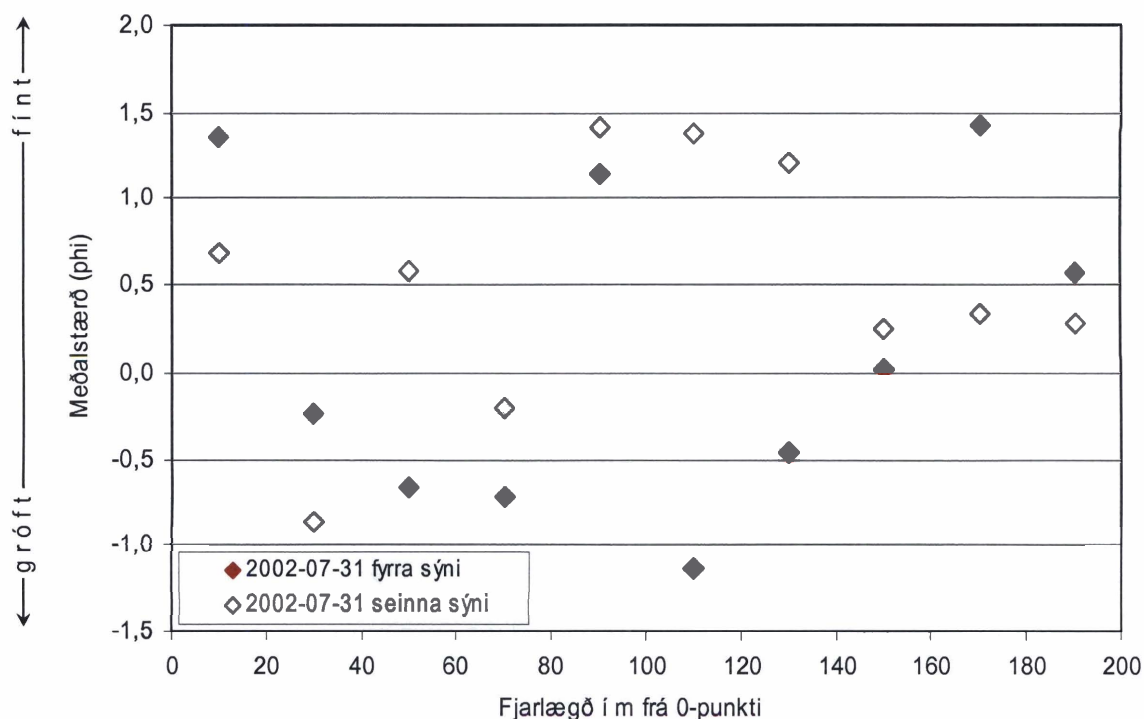
2003-07-31 meðalW=573,2 m y.s.	10 m	20 m	30 m	40 m	50 m	60 m	70 m	90 m	100 m	110 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	8,5	10	10	10	10	10	15	15	10	15	20	20	20	20,5	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	1	291	450	17	218	380	248	40	315	24	132	196	56	73	2443
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	11	2912	4503	175	2180	3802	3715	604	3153	366	2641	3920	1123	1490	30,6 kg/s



Mynd 8: Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 31. júlí 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. Ferlar allra sýnanna eru settir fram og er sami litur notaður fyrir hverja stöð (fyllt tákn fyrir fyrri sýni og opið tákn fyrir seinna sýni).

Nokkuð var misjafnt hvort mikill munur var á kornastærð sýnapara frá hverri stöð fyrir sig. Þannig var sýnið sem tekin var á 110 m kl. 13:57 einna grófast af þeim sýnum sem voru kornastærðargreind en sýnið sem tekið var þremur mínútum síðar eitt af þeim fingerðustu. Hins vegar voru sýnin af 30 og 70 m öll tiltölulega gróf á meðan sýnin af 90 m voru bæði fingerð og sýnin af 150 og 190 m öll í meðallagi gróf (mynd 8).

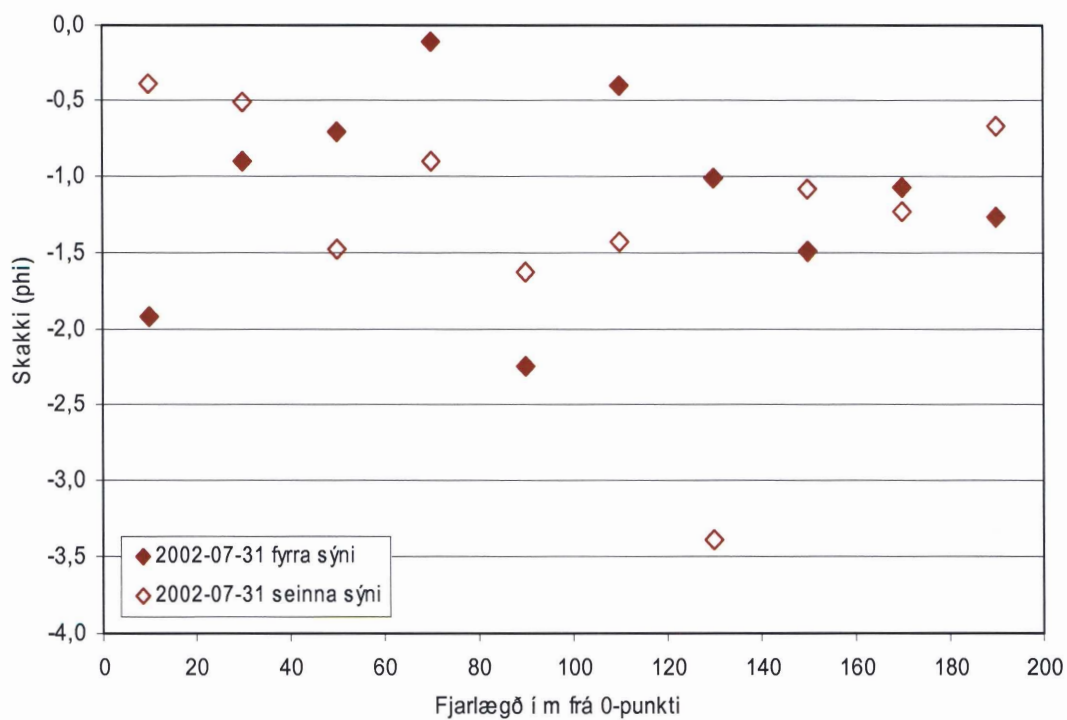
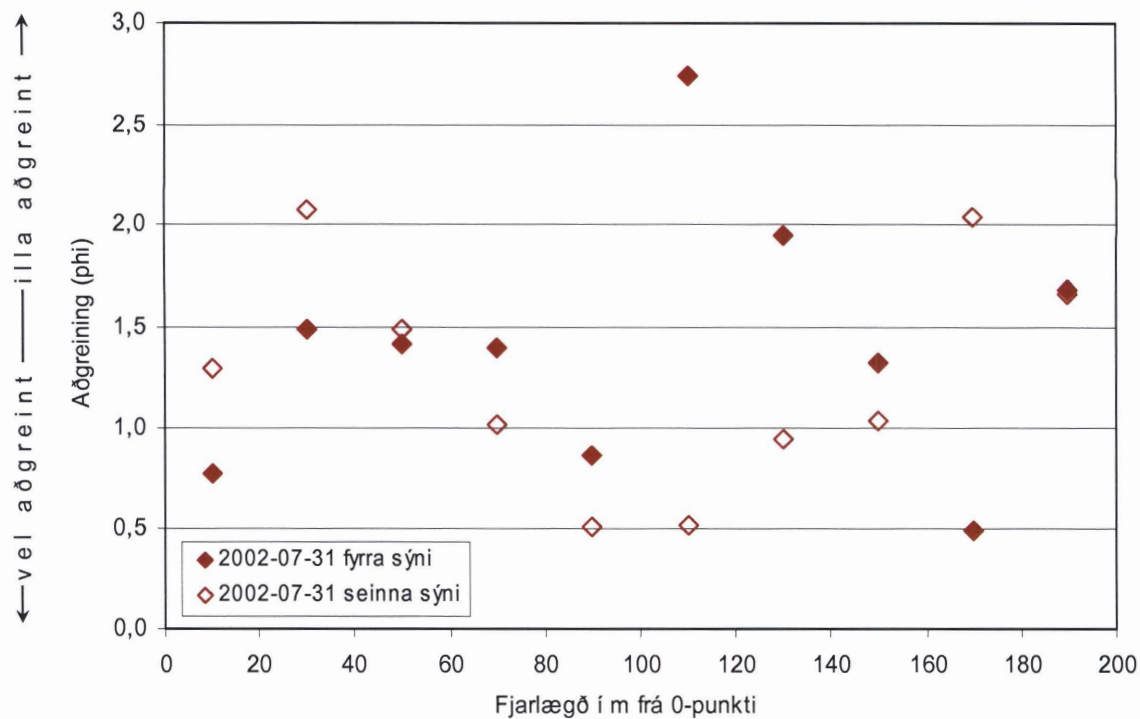
Þetta sést einnig vel á myndum 9 og 10 þar sem afleiddir kornastærðareiginleikar eru settir fram. Meðalstærð sýnanna var nokkuð misjöfn eða frá um 1,5 til -1 ϕ (0,35 til 2 mm) sem er meðalgrófur sandur upp í mjög grófan sand (tafla 2). Þannig var aðgreining þeirra einnig misjöfn en sýni frá hverri stöð höfðu oft en ekki álíka aðgreiningu (mynd 10). Undantekningar frá þessu voru þó sýni af 110, 130 og 170 m og skar fyrra sýnið af 110 m sig sérstaklega úr þar sem það var einstaklega illa aðgreint og hafði greinilega mjög flata kornastærðardreifingu.



Mynd 9: Afleiddir kornastærðareiginleikar (meðalstærð) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 31. júlí 2003.

Skakki allra sýna nema eins var um og innan við -2 ϕ (mynd 10) og er miðað við að sýni með skakkagildi lægri en -0,43 ϕ hafi neikvæðan skakka (Blott og Pye 2001). Langflest sýnin hafa því hala af grófu efni sem getur t.d. komið fram ef sýnið inniheldur nokkra steina sem eru mun stærri en stærstur hluti sýnisins.

Í töflu 6 eru afleiddir kornastærðareiginleikar settir fram svo og hvernig lögun dreifingarinnar er (eintoppa, tvítoppa, þrítoppa eða margtoppa). Í töflunni kemur fram að hafa þarf varann á í útreikningum á kornastærðareiginleikum margra sýnanna þar sem kornastærðardreifing átta þeirra er ekki eintoppa.



Mynd 10: Afleiddir kornastærðareiginleikar (aðgreining efri mynd og skakki neðri mynd) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 31. júlí 2003.

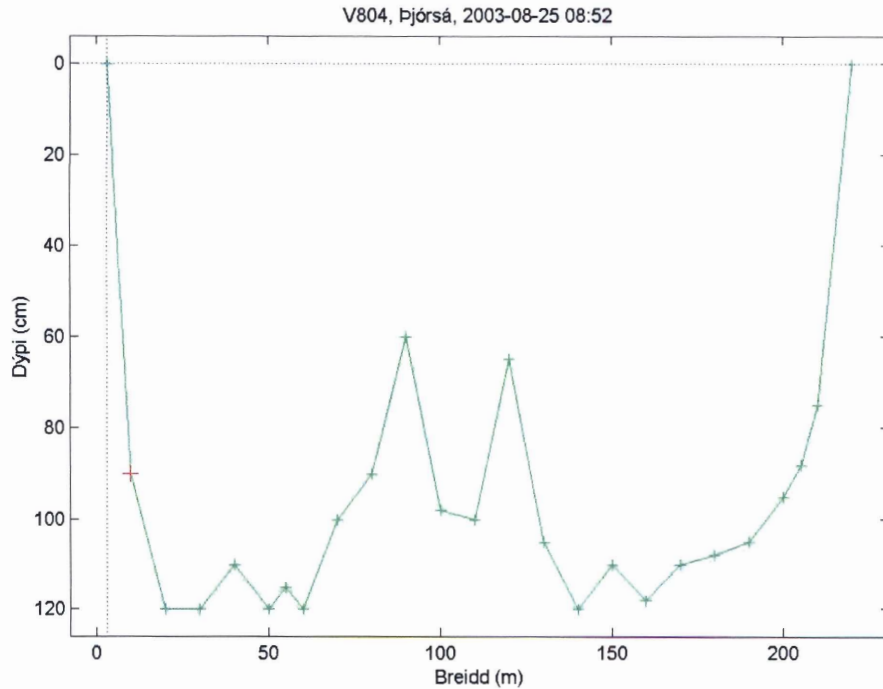
Tafla 6: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 31. júlí 2003 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá.

Sýni	Meðalstærð (ϕ)	Aðgreining (ϕ)	Skakki (ϕ)	Lögun dreifingar
2003-07-31 13:21 - 10 m	1,36	0,77	-1,92	Eintoppa
2003-07-31 13:29 - 30 m	-0,23	1,49	-0,90	Tvítoppa
2003-07-31 13:35 - 50 m	-0,66	1,42	-0,71	Eintoppa
2003-07-31 13:42 - 70 m	-0,71	1,40	-0,12	Tvítoppa
2003-07-31 13:49 - 90 m	1,15	0,87	-2,25	Eintoppa
2003-07-31 13:57 - 110 m	-1,13	2,75	-0,41	Margtoppa
2003-07-31 14:05 - 130 m	-0,47	1,94	-1,02	Þrítoppa
2003-07-31 14:12 - 150 m	0,02	1,33	-1,48	Eintoppa
2003-07-31 14:17 - 170 m	1,42	0,49	-1,07	Eintoppa
2003-07-31 14:26 - 190 m	0,57	1,68	-1,27	Tvítoppa
2003-07-31 13:26 - 10 m	0,69	1,30	-0,39	Margtoppa
2003-07-31 13:32 - 30 m	-0,86	2,08	-0,51	Þrítoppa
2003-07-31 13:39 - 50 m	0,58	1,49	-1,48	Eintoppa
2003-07-31 13:45 - 70 m	-0,21	1,02	-0,90	Eintoppa
2003-07-31 13:53 - 90 m	1,41	0,50	-1,63	Eintoppa
2003-07-31 14:00 - 110 m	1,38	0,52	-1,43	Eintoppa
2003-07-31 14:07 - 130 m	1,21	0,94	-3,39	Eintoppa
2003-07-31 14:16 - 150 m	0,25	1,03	-1,09	Eintoppa
2003-07-31 14:20 - 170 m	0,33	2,04	-1,23	Tvítoppa
2003-07-31 14:30 - 190 m	0,28	1,66	-0,67	Eintoppa

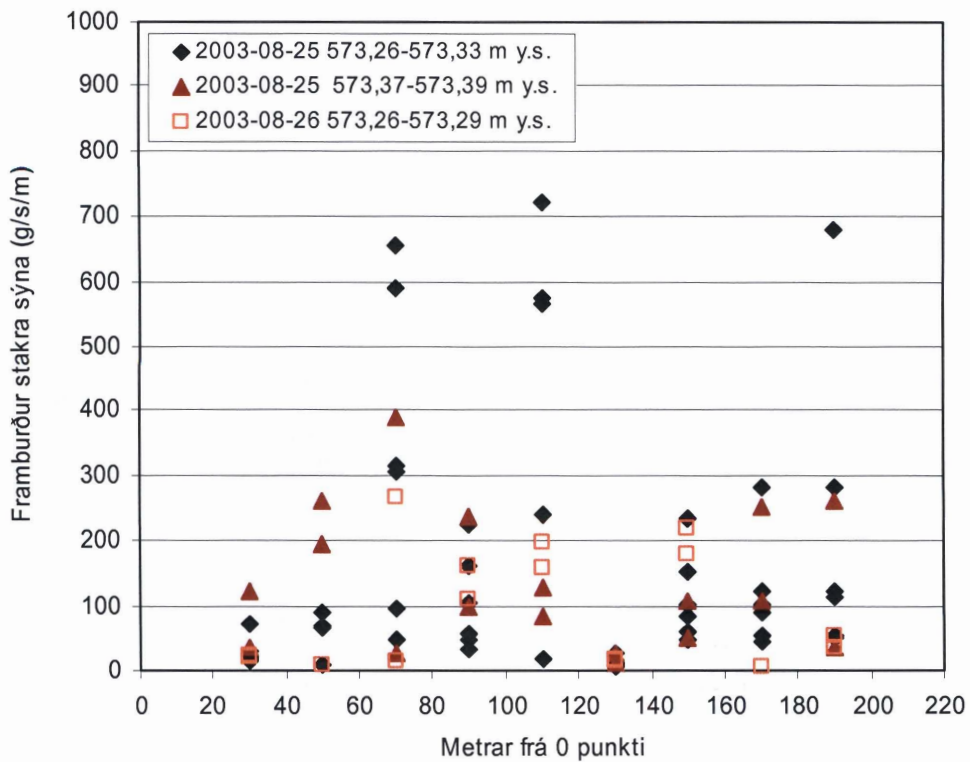
3.2.2 Ágústferð

Níutíu skriðaurssýnum var safnað í seinni ferðinni og stóð sýnataka yfir frá hádegi og fram eftir kvöldi þann 25. ágúst og í tvo tíma eftir hádegi þann 26. ágúst. Eins og í júlí var farvegurinn og rennslið mælt með einfaldri 0,2/0,8 rennslismælingu og er dýpið sem mældist sýnt á mynd 11.

Vatnshæð var nokkuð breytileg innan sýnatökunnar og var sýnunum því skipt upp í þrjá flokka eftir vatnshæð og tímasetningu sýnatökunnar. Þannig voru sýnin sem tekin voru að kvöldi 25. ágúst sett í sérstakan flokk, önnur sýni frá sama degi eru í öðrum flokki og sýnin sem tekin voru 26. ágúst eru sett í þann þriðja. Sýnin frá 26. ágúst voru sett í sérstakan flokk þó að vatnshæð hafi verið svipuð báða dagana þar sem framburður virðist hafa verið töluvert minni þann daginn en 25. ágúst. Framburður stakra sýna er settur fram á mynd 12 þar sem þessi mismunur sést vel, þ.e. langstærstu sýnin, og þar af leiðandi sýnin með hæstan framburð þar sem sami tími var notaður við töku allra sýnanna, voru tekin á fyrsta sýnatökutímabilinu en sýni af svipaðri stærð voru tekin að kvöldi 25. ágúst og þann 26. ágúst.



Mynd 11: Dýpi í farveginum við Sóleyjarhöfða samkvæmt 0,2/0,8 rennslismælingu þann 25. ágúst 2003.



Mynd 12: Framburður stakra sýna sem tekin voru 25. og 26. ágúst 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

Í töflu 7 eru niðurstöður framburðarútreikninga sýndar fyrir hvert tímabil fyrir sig og eru þær hafðar í sama lit og merkin á mynd 12 til að auðvelda samanburð á milli myndanna. Framburður skriðsurs var að meðaltali 27,7 kg/s eftir hádegi þann 25. ágúst en þá var

vatnshæð við Sóleyjarhöfða á bilinu 573,29 til 573,33 m y.s. og rennsli við vhm 100 240 til 248 m³/s. Framburður skriðaus minnkaði niður í 22,5 kg/s um kvöldið en vatnshæð var þá 573,37–573,39 m y.s. og rennsli við vhm 100 262–269 m³/s. Framburðurinn var mun minni seinni daginn sem skriðaurinn var mældur, eða 15,3 kg/s að meðaltali. Þann daginn var vatnshæð einnig lægst (573,26–573,29 m y.s.; rennsli við vhm 100 235–237 m³/s). Hins vegar var vatnshæðin þegar sýnin voru tekin að kvöldi þess 25. ágúst nokkuð hærri en fyrr um daginn, en þrátt fyrir það var heildarframburður skriðaus aðeins minni um kvöldið en um daginn.

Ekki er hægt að skera úr um hvort þessi minnkun í framburði skriðaus þann 25. ágúst sé til komin vegna þess að það hafi verið misjafnt milli umferðanna tveggja hvar skriðaurinn barst niður eftir ánni innan farvegarins, þ.e. vegna breytinga innan farvegarins, eða hvort skriðausframburður í gegnum þversniðið hafi í raun minnkað. Hins vegar má telja öruggt að skriðausframburður daginn eftir hafi í raun verið minni þrátt fyrir tiltölulega háa vatnshæð.

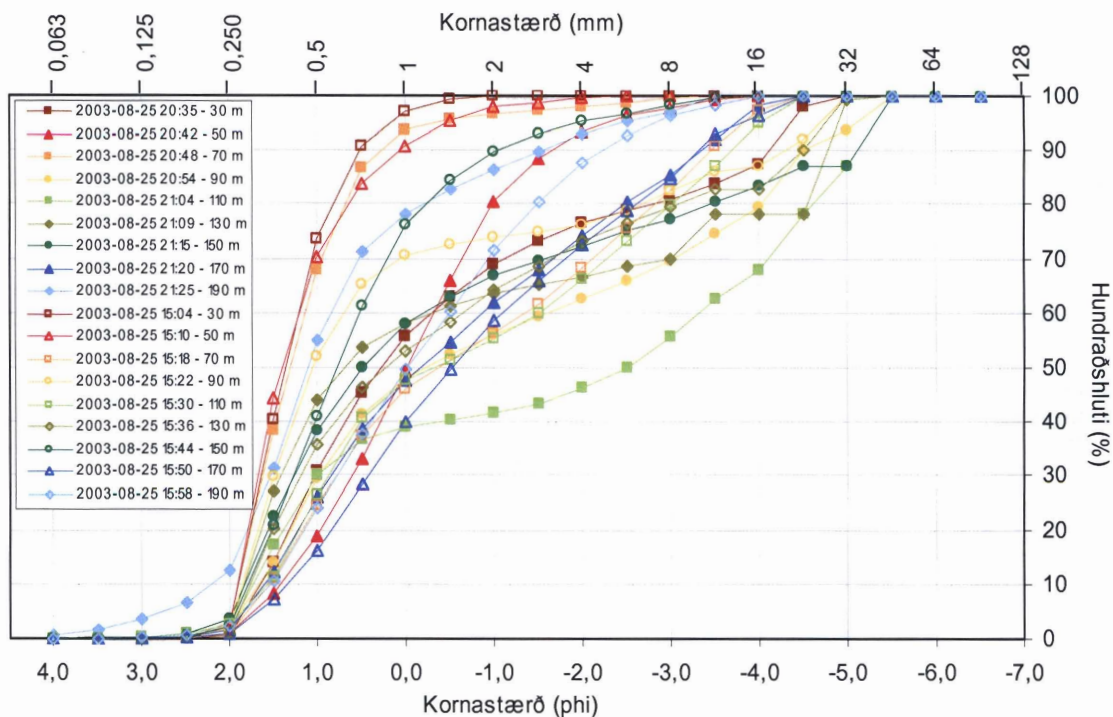
Tafla 7: Niðurstöður skriðausmælinga við Sóleyjarhöfða 25 og 26. ágúst 2003.

2003-08-25 eftir hádegi meðalW=573,29-573,33 m y.s.	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	23,5	20	20	20	20	20	20	20	25	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	30	42	335	105	357	12	113	116	217	1326 g/s/m
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	701	837	6699	2093	7130	243	2267	2310	5416	27,7 kg/s
2003-08-25 kvöld meðalW=573,37-573,39 m y.s.	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	23,5	20	20	20	20	20	20	20	25	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	79	228	207	168	107	20	79	180	36	1104 g/s/m
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	1850	4554	4149	3353	2135	409	1573	3607	902	22,5 kg/s
2003-08-26 meðalW=573,26-573,29 m y.s.	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	23,5	20	20	20	20	20	20	20	25	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	22	9	141	136	177	17	199	5	46	750 g/s/m
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	506	173	2813	2712	3548	330	3983	96	1148	15,3 kg/s

Nokkuð var misjafnt hvar í farveginum mestur skriðaurinn barst fram á þessum þremur tímabilum. Sameiginlegt var með þeim öllum að lítið barst fram á grynningunum á 130 m og tiltölulega lítið nálægt vinstri bakka á 30 m. Lítið framburður við þann bakka var í samræmi við það að ekki var reynt að safna sýnum á 10 m þar sem greinilegt var að mjög lítið skriðaur barst þar fram. Meiri munur var á því hvað barst fram við hægri bakka milli

tímabilanna, þar sem lítið barst fram 26. ágúst og að kvöldi þess 25. ágúst en mun meira á fyrsta tímabilinu (tafla 7).

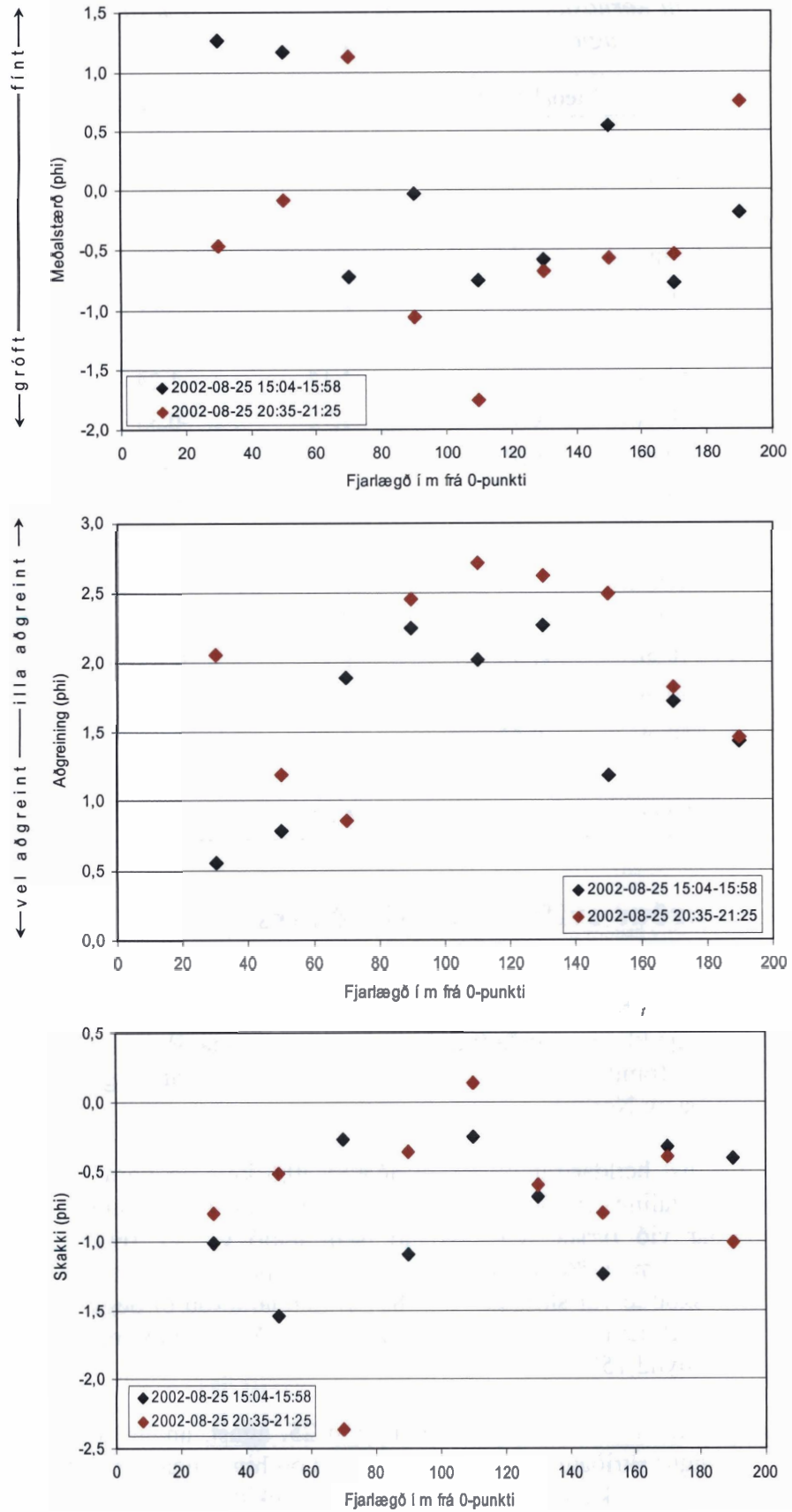
Sýnum til kornastærðargreininga var safnað á sömu stöðum og í júliferðinni fyrir utan 30 m stöðina þar sem engin skriðaurssýni voru tekin í seinni ferðinni. Safntíðniferlar þessara 18 sýna eru settir fram á mynd 13 þar sem sýnapör frá sömu stöð hafa sama lit og sömu tákn en táknin fyrir kvöldsýnin eru ekki fyllt. Eins og í júliferðinni var nokkuð misjafnt hvort sýnin sem tekin voru yfir daginn annars vegar og um kvöldið hins vegar voru með svipaða kornastærð. Grófasta sýnið í ágúst var frá 110 m stöðinni eins og í júlí en í þetta skiptið voru bæði 110 m sýnin grófkorna. Einna líkust voru hins vegar sýnin frá 130 og 150 m og höfðu þau bæði mjög líka kornastærðardreifingu sem og meðalkornastærð (mynd 14). Í fleiri sýnapörum var kvöldsýnið grófara en sýnið sem tekin var fyrr um daginn en síðarnefndu sýnin höfðu hins vegar flest betri aðgreiningu (mynd 14).



Mynd 13: Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 25. ágúst 2003 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. Fyllt tákn merkja sýni tekin að degi til en opin tákn merkja kvöldsýni.

Skakkagildin fyrir sýnin sem tekin voru að kvöldi 25. ágúst eru neikvæðari eða svipuð í öllum sýnapörunum nema tveimur, sem bendir til að þau hafi hala af grófu efni. Það passar ágætlega við það að þau séu grófari og verr aðgreind.

Eins og bent var á með sýnin í fyrri ferðinni skiptir lögun kornastærðardreifingarinnar miklu máli í sambandi við túlkun afleiddra kornastærðareiginleika sem sýndir eru á mynd 14 og settir fram í töflu 8. Þannig er nauðsynlegt að hafa það í huga þegar kornastærðareiginleikar sýnanna frá 25. ágúst eru skoðaðir að dreifingin er eintoppa í aðeins sjö sýnum af 18, tvö sýni hafa tvítoppa dreifingu, fjögur þrítoppa dreifingu og fimm sýni hafa margtoppa kornastærðardreifingu (tafla 8).



Mynd 14: Afleiddir kornastærðareiginleikar (meðalstærð efsta mynd, aðgreining miðmynd og skakki neðsta mynd) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 25. ágúst 2003.

Tafla 8: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 25. ágúst 2003 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá.

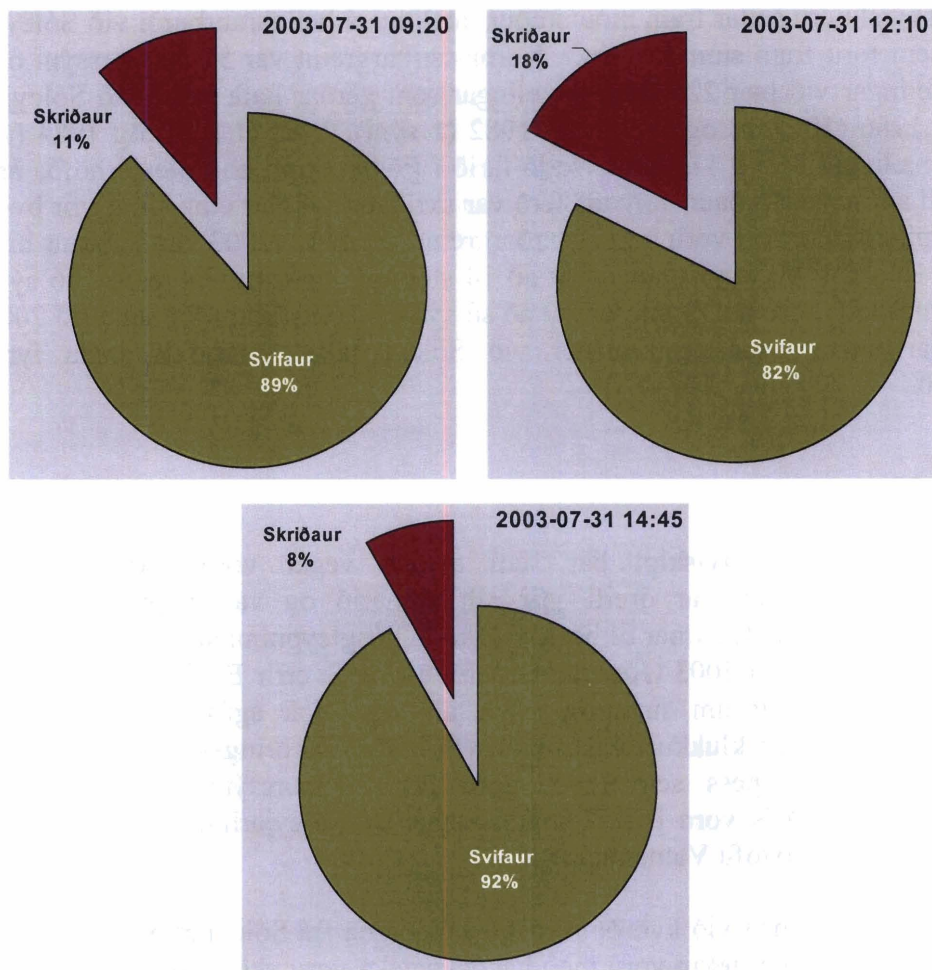
Sýni	Meðalstærð (ϕ)	Aðgreining (ϕ)	Skakki (ϕ)	Lögun dreifingar
2003-08-25 15:04 - 30 m	1,26	0,55	-1,01	Eintoppa
2003-08-25 15:10 - 50 m	1,16	0,78	-1,54	Eintoppa
2003-08-25 15:18 - 70 m	-0,73	1,89	-0,27	Þrítoppa
2003-08-25 15:22 - 90 m	-0,03	2,25	-1,10	Tvítoppa
2003-08-25 15:30 - 110 m	-0,76	2,02	-0,23	Þrítoppa
2003-08-25 15:36 - 130 m	-0,58	2,26	-0,68	Margtoppa
2003-08-25 15:44 - 150 m	0,54	1,17	-1,24	Eintoppa
2003-08-25 15:50 - 170 m	-0,79	1,72	-0,33	Margtoppa
2003-08-25 15:58 - 190 m	-0,19	1,43	-0,41	Eintoppa
2003-08-25 20:35 - 30 m	-0,47	2,06	-0,80	Tvítoppa
2003-08-25 20:42 - 50 m	-0,09	1,19	-0,51	Eintoppa
2003-08-25 20:48 - 70 m	1,13	0,85	-2,37	Eintoppa
2003-08-25 20:54 - 90 m	-1,1	2,45	-0,36	Margtoppa
2003-08-25 21:04 - 110 m	-1,75	2,71	0,13	Margtoppa
2003-08-25 21:09 - 130 m	-0,68	2,61	-0,60	Þrítoppa
2003-08-25 21:15 - 150 m	-0,57	2,49	-0,80	Margtoppa
2003-08-25 21:20 - 170 m	-0,54	1,82	-0,40	Þrítoppa
2003-08-25 21:25 - 190 m	0,75	1,45	-1,01	Eintoppa

3.3 Samanburður svifaurs og skriðaur

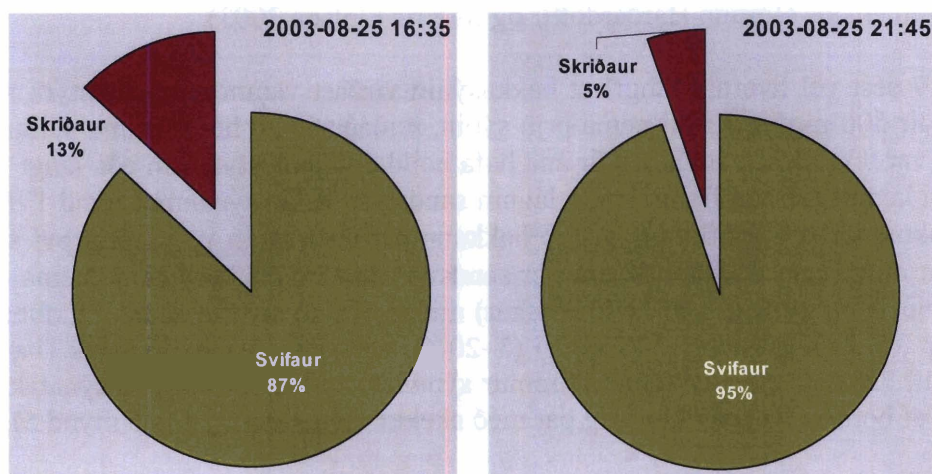
Hægt er að bera saman svifaurs- og skriðaurflutning við Sóleyjarhöfða ef notast er við rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu eins og sett er fram fyrir svifaursnýnin í töflum 3 og 4 miðað við þriggja klukkustunda tímamun á milli staðanna. Reikna verður þó með að rennslið sé of hátt og framburðartölur því of háar þar sem nokkrar bergvatnsár bætast við á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu.

Þann 31. júlí mældist heildarframburður skriðaur 30,6 kg/s og voru þrjú svifaursnýni tekin á tíma sem talinn er falla nógu nálægt skriðaurssýnatökunni. Samanburður skriðaurframburðar við fyrsta svifaursnýnið, sem tekið var kl. 09.20, bendir til að skriðaur hafi verið um 11% af heildaraurburði í ánni á þessum tíma. Ef seinni svifaursnýnin eru skoðuð var skriðaur um 18% af heildaraurburði þegar sýnið kl. 12:10 var tekið og um 8% af heildaraurburði þegar síðasta sýnið var tekið um tveimur og hálfri klukkustund síðar (mynd 15).

Skriðaurssýnataka fór fram í tveimur lotum þann 25. ágúst, annars vegar eftir hádegi þegar heildarflutningur skriðaur reiknaðist 27,7 kg/s og hins vegar um kvöldið en þá var flutningur skriðaur 22,5 kg/s. Eitt svifaursnýni var tekið innan hvers tímabils og er samanburður skriðaur- og svifaursframburðs fyrir hvert tímabil sýndur á mynd 16. Um daginn var hundraðshluti skriðaur 13% af heildaraurburði en aðeins 5% um kvöldið sem er minnsta hlutfall sem skriðaur mældist af heildaraurburði í þessum samanburði.



Mynd 15: Samanburður svifaur- og skriðaurflutnings við Sóleyjarhöfða í Þjórsá þann 31. júlí 2003.



Mynd 16: Samanburður svifaur- og skriðaurflutnings við Sóleyjarhöfða í Þjórsá þann 25. ágúst 2003.

4 SAMANTEKT

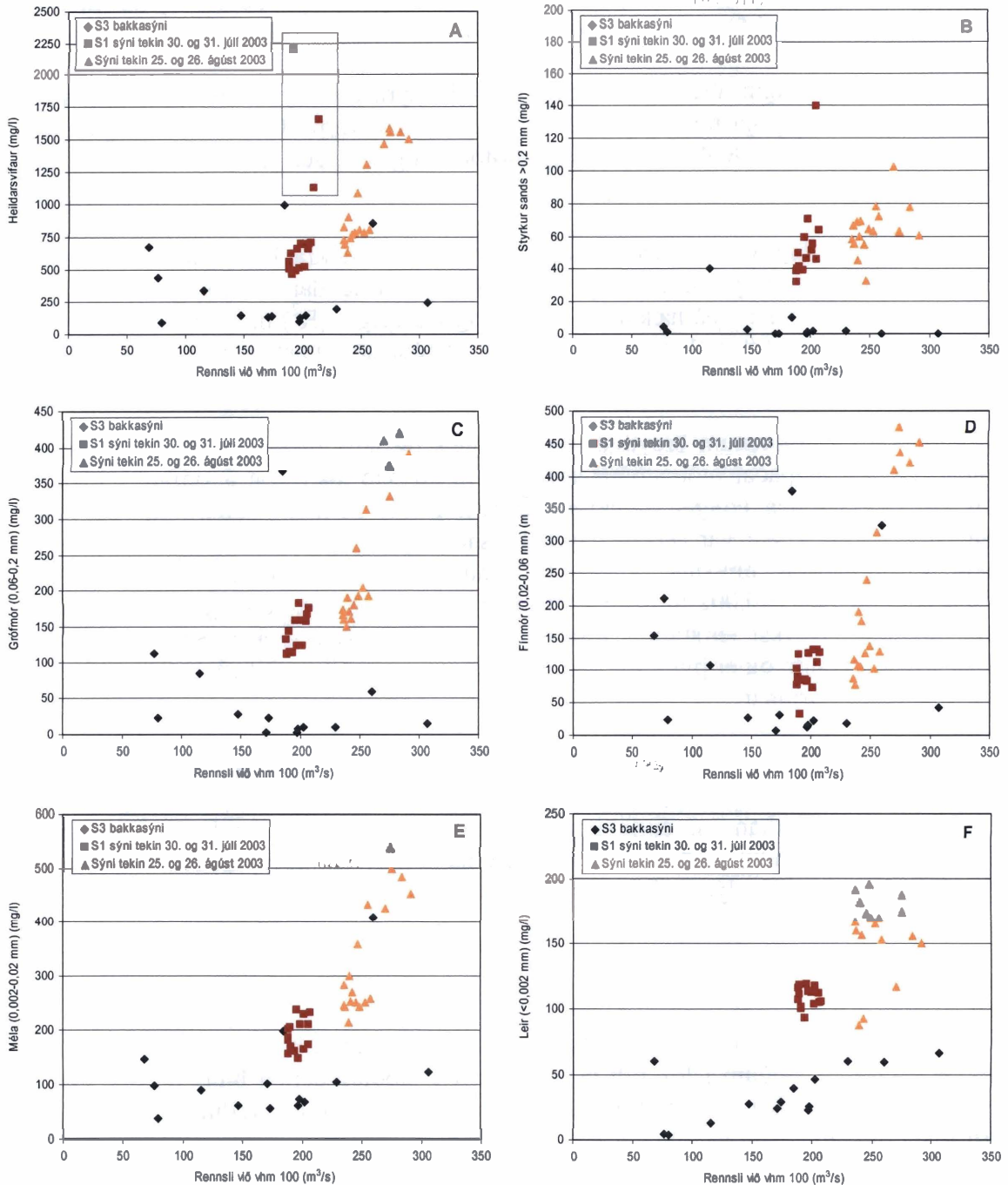
Í þessari skýrslu eru settar fram niðurstöður mælinga á heildaraurburði við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sem fóru fram sumarið 2003. Kornastærðargreint var 51 svifaurssýni og bætast þessar mælingar við þær 22 svifaursmælingar sem gerðar hafa verið við Sóleyjarhöfða, fyrst árið 1966 (10 sýni) og síðan árin 1982 (1 sýni), 1983 (1 sýni) og 1984 (10 sýni). Áður en mælingar hófust í ár hafði verið farið í fjögur skipti að Sóleyjarhöfða árin 1982 til 1984 til að mæla skriðaur. Í hverri ferð var skriðaur mældur einu sinni yfir þversniðið, alls 27 sýni sem flest öll voru kornastærðargreind. Sumarið 2003 var skriðaur hins vegar mældur í 16 skipti þvert yfir ána á allt að 14 stöðum, og voru alls tekin 156 sýni og 38 þeirra kornastærðargreind. Greinilegt er að sú sýnataka sem fram fór sumarið 2003 eykur upplýsingar um svifaur og skriðaur við Sóleyjarhöfða margfalt, enda fyrri gögn takmörkuð.

4.1 Svifaur

Svifaurssýnatakan var tvískipt þar sem annars vegar voru tekin handsýni við vinstri/austari bakka árinna dreift yfir allt sumarið og var meginmarkmið þeirrar sýnatöku að nota niðurstöðurnar til þess að kvarða ljósgleypnimæli sem settur var upp við Sóleyjarhöfða í lok júní 2003 (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Elefsen 2003). Hins vegar var farið í tvær ferðir um sumarið, í lok júlí og í lok ágúst, þar sem tekin voru svifaurssýni samfleytt á klukkustundar fresti yfir hálfu sólarhringssveiflu rennslis (15 sýni í hvorri ferð), auk þess sem tekin voru þrjú svifaurssýni í hvorri ferð tengd skriðaurssýnatöku. Alls voru því 51 svifaurssýni frá Sóleyjarhöfða kornastærðargreind árið 2003 á aurburðarstofu Vatnamælinga.

Þegar farið var að vinna við kvörðun ljósgleypnigagna frá Sóleyjarhöfða kom fljótlega í ljós, að bakkasýnin sem tekin voru með handsýnataka voru ekki sérstaklega góð, eins og oft vill verða með slík sýni þegar ekki er hægt að ná með sýnatakanum út í mesta strauminn þar sem svifaursstyrkur er mestur. Var því endað á að nota svifaurssýnin sem tekin voru með hefðbundnum sýnataka á báti í þversniði yfir ána við kvörðun ljósgleypnimælisins (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Elefsen 2003).

Á mynd 17 sést vel hvernig langflest bakkasýnin virðast vanmeta heildarstyrk svifaurs, sem er undir 500 mg/l fyrir öll nema þrjú sýnin, miðað við að hefðbundnu svifaurssýnin sem hvert var tekið á sex stöðum yfir ána hafa heildarsvifaursstyrk um eða langt yfir 500 mg/l. Þetta kemur t.d. vel fram í mjög lágum sandstyrk bakkasýnanna (mynd 17B), enda er mjög takmarkaður sandflutningur við bakkann þar sem sýnin voru tekin því straumur er þar mun minni en úti í ánni. Þannig er sandstyrkur allra bakkasýnanna nema eins um og innan við 10 mg/l (0–2% af heildarsvifaur) miðað við að styrkur sands í hefðbundnum sýnum var frá 30 mg/l upp í 140 mg/l (3–20%), en náði mun hærri styrk (hæst 1486 mg/l) (47 til 72% af heildarsvifaur) í þremur sýnum þar sem var talið að sýnatakinn hafi náð í sand af botni við sýnatökuna og þar með skekkt niðurstöðurnar (sjá mynd 5).



Mynd 17: Tengsl heildarstyrks svifaurs (A) og einstakra kornastærðarflokka í svifaursýnum frá Sóleyjarhöfða við rennslí hjá vhm 100 (míðað við þriggja klukkustunda rennslismun). (B) sandur, (C) grófmór, (D) finmór, (E) méla og (F) leir. Sýnin þrjú innan gráa kassans á fyrsta grafinu hafa óeðlilega hátt hlutfall grófs efnis (sjá texta) og hefur þeim verið sleppt á öðrum gröfum.

Kornastærðardreifing hefðbundnu svifaursýnanna var annars nokkuð svipuð þar sem styrkur grófmós (0,06–0,2 mm) í flestum sýnunum var frá um 100 til 420 mg/l (u.þ.b. 20 til 30%) og styrkur mélu (0,002–0,02 mm) frá 150 til 640 mg/l (eða milli 30 og 40% af heildarsvifaur) (myndir 5 og 17). Meiri breyting var á styrk leirs (<0,002 mm) og finmós (0,02–0,06 mm) þar sem styrkur fyrrnefndu kornastærðarinnar (mynd 17F) var minnstur tæplega 90 mg/l og mestur tæplega 100 mg/l (6%–23% af heildarsvifaur) og styrkur

þeirrar síðarnefndu (mynd 17D) frá 30 til 475 mg/l (7 til 30%). Sýnin með háa sandhlutfallinu (mynd 5) eru hvergi talin með í niðurstöðum kornastærðarflokkanna.

Í júliferðinni var engin áberandi aukning í heildarstyrk eða styrk einstakra kornastærða með rennsli eins og sjá má á mynd 17, en rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu og vatnshæð við vhm 804 við Sóleyjarhöfða höguðu sér nokkuð svipað innan sýnatökutímans.

Mun meiri breyting var á styrk heildarsvifaurs og einstakra kornastærðarflokka með rennsli í ágúst eins og sjá má einnig á mynd 17. Styrkur heildarsvifaurs, grófmós, fínmós og mélu jókst til muna með hækkandi rennsli og var fylgni (R^2) milli styrks fyrrgreindra flokka og rennslis 0,80 0,81, 0,84 og 0,71 sem verður að teljast ágæt, sérstaklega þegar miðað er við að rennslið er ekki fengið frá sama stað.

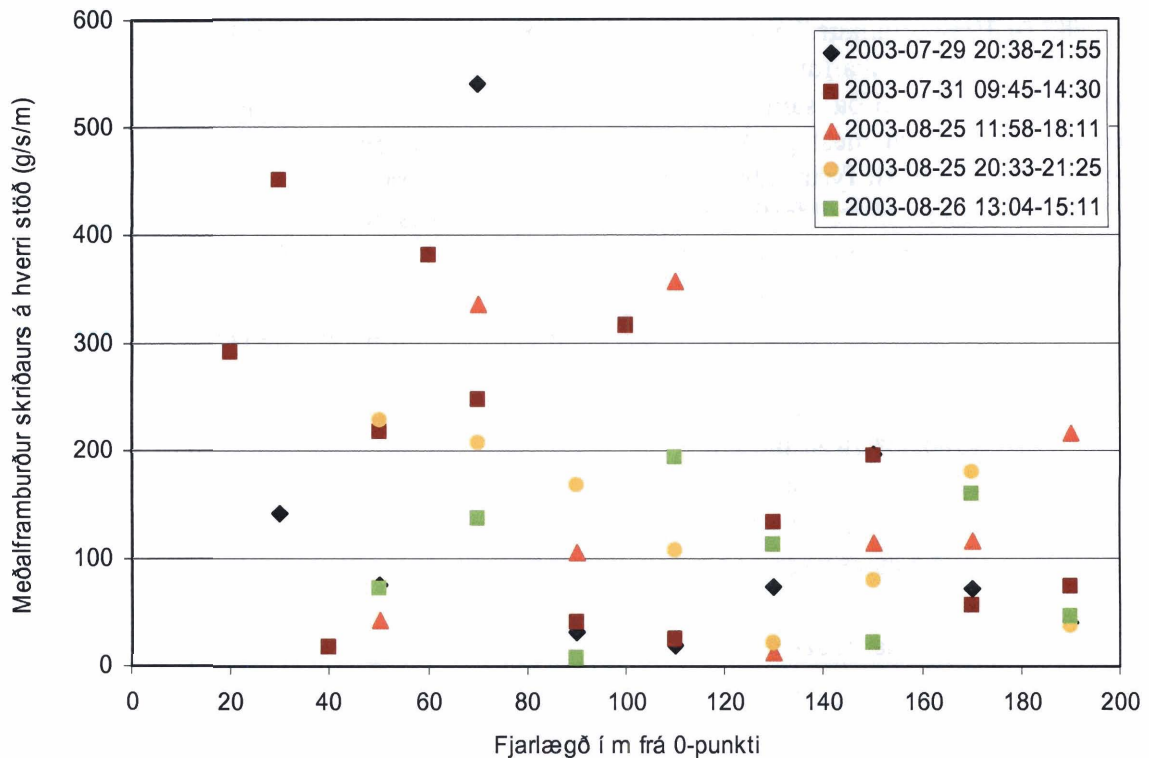
Af kornastærðarflokkunum breyttist styrkur sands og leirs hins vegar mun minna með rennsli og hafa svipaðar niðurstöður komið fram t.d. við mælingar á svifaur í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001; Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002). Þar var ástæðan fyrir þessari lægri fylgni leirs og sands við rennsli rakin til eðlisþátta efnisins. Þegar ákveðnu rennsli er náð er allur svifaur af kornastærðinni leir (<0,002 mm) þegar í upplausn og orðinn tiltölulega jafndreifður um vatnsbolinn. Því eykst leirstyrkur lítið þegar rennsli hækkar frekar. Sandur berst hins vegar fram í púlsum og er því mjög háður staðbundnum straumaðstæðum sem ekki þurfa að fylgja rennsli árinna.

Athyglisvert er þó að í bakkasýnunum virðist leir vera eina kornastærðin sem sýnir sæmilega fylgni við rennsli, og eykst styrkur leirs með hækkandi rennsli. Hugsanlegt er að straumur við bakkann sé einfaldlega ekki nógu mikill til að halda grófara efni vel blönduðu í vatnsbolnum og því sé leirstyrkur eina kornastærðarbreytan sem hagi sér ekki eftir sömu lögmálum og lýst er hér að ofan með sand.

4.2 Skriðaur

Eins og komið hefur fram voru 156 skriðaurssýni tekin við Sóleyjarhöfða sumarið 2003, þ.e. 66 sýni á 14 stöðum í lok júlí og 90 sýni á 9 stöðum seinni hluta ágústs. Þessum sýnum var raðað niður í fimm flokka eftir tímabilum og skriðaurflutningur reiknaður fyrir hvert tímabil.

Á mynd 18 er meðalframburður skriðaur á hverri stöð fyrir sig sýndur miðað við að 0-punktur sé 3 m innan við vinstri/austari bakka árinna. Myndin sýnir bæði þá staði sem sýnin voru tekin á í hverri ferð, breytileika meðalflutnings skriðaur innan hversrar stöðvar fyrir sig, sem og breytileika hans innan farvegarins. Greinilegt er að mun meiri skriðaur barst niður farveginn í álnum austan við grynningar í miðri á (sjá myndir 6 og 11), en þar, sem og á sjálfum grynningunum, var mun meiri breytileiki í meðalflutningi milli ferða en í vestari álum. Þannig virðast staðbundnar straumaðstæður hafa verið nokkuð breytilegar á milli tímabila þó svo að farvegurinn sjálfur hafi breyst aðeins lítillega, ef miðað er við einföldu rennslismælingarnar tvær sem gerðar voru í sitthvorri ferðinni.



Mynd 18: Meðalframburður skriðausr sýna á hverri stöð innan hinna fimm tímabila sem skriðausr sýni voru tekin á við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sumarið 2003.

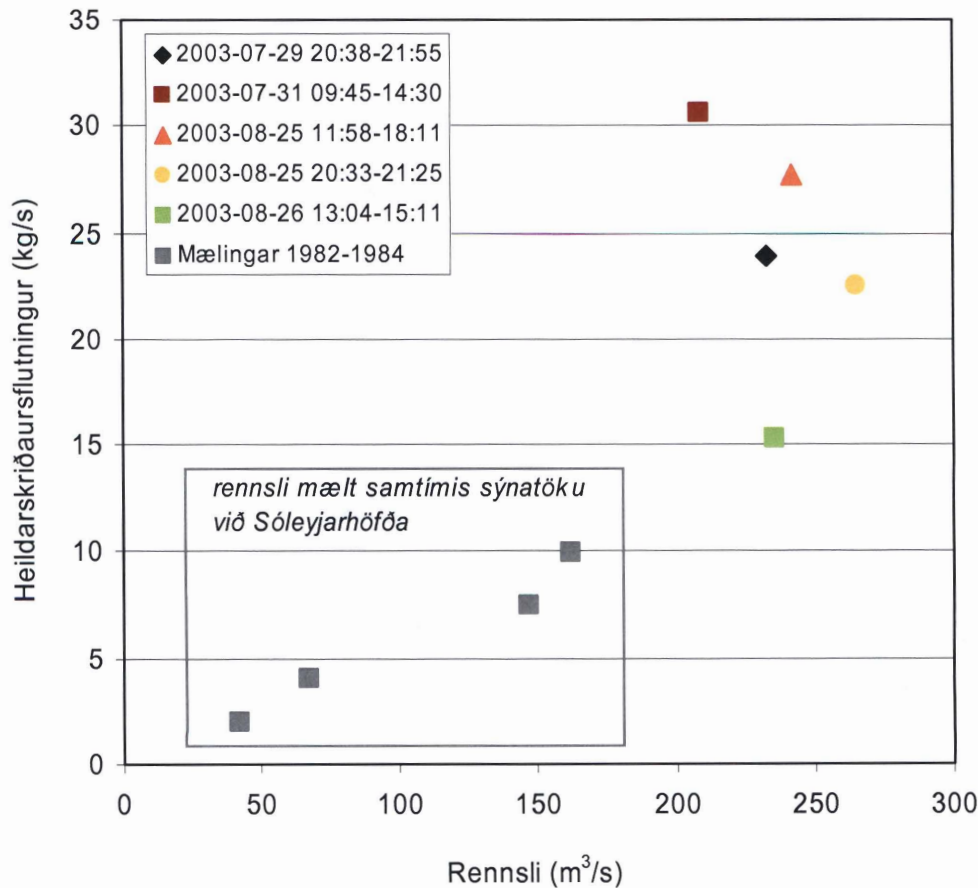
Þó að vatnshæðarmælir 804 við Sóleyjarhöfða sé ekki rennslisgæfur er hægt að áætla rennslíð gróflega með því að nota rennslisgögn við vhm 100 við Norðlingaöldu og miða við þriggja klukkustunda rennslisseinkun. Í töflu 9 hafa niðurstöður útreikninga á heildarframburði skriðausr innan hinna fimm rennslitímabila verið settar fram ásamt meðalrennslí við vhm 100. Rennslí breyttist tiltölulega lítið (2–9 m³/s) innan hvers tímabils sem heildarframburður skriðausr var fundinn fyrir (tafla 9) svo að talið er að rennslisbreytingar hafi lítil áhrif á framburð skriðausr innan tímabilanna fimm.

Tafla 9: Samanburður mælinga á heildarframburði skriðausr milli tímabila við Sóleyjarhöfða sumarið 2003.

Tímabil	Meðalrennslí vhm 100 og (spönnun) (m ³ /s)	Fjöldi sýna	Heildarskriðausr-framburður (kg/s)
2003-07-29 20:38-21:55	233 (5)	20	23,9
2003-07-31 09:45-14:30	209 (8)	47 (1 sleppt)	30,6
2003-08-25 11:58-18:11	242 (9)	54	27,7
2003-08-25 20:33-21:25	265 (7)	18	22,5
2002-08-26 13:04-15:11	236 (2)	17	15,3

Þessar niðurstöður eru einnig sýndar myndrænt á mynd 19 og sést þar að í raun virðist engin fylgni vera á milli skriðausrflutnings og rennslis við vhm 100 fyrir sýnin frá 2003. Líklega er ástæðan sé sú að í raun sé rennslismismunur á milli ferða það lítill (meðalrennslí 209–265 m³/s) að þar skipti sveiflur í framboði ausr, sem geta komið fram, innan árstíðar eða dags, sem og staðbundnar straumaðstæður, álíka miklu máli og breytileiki rennslisins.

Á mynd 19 er heildarskriðursframburður ársins 2003 einnig borinn saman við eldri gögn frá 1982 til 1984 (Haukur Tómasson o.fl.1996; Svanur Pálsson 2000). Þessi samanburður er þó ekki alveg raunhæfur þar sem rennsli sem sett er fram fyrir eldri gögnin er rennsli mælt við Sóleyjarhöfða samtímis skriðursmælingunum. Rennslismælingarnar eru þó ónákvæmar og voru mest gerðar á sjö sniðum yfir ána sem var allt að 193 m breið í mælingunum. Rennsli fyrir eldri sýnin er því nokkuð lægra en fyrir sýnin sem tekin voru 2003. Greinilegt er að heildarframburður skriðurs mældist töluvert minni á árunum 1982 til 1984 en í ár og er líklegasta skýringin sú að í sumar var verið að vinna við Þórisós og var því öllu vatni hleypt niður Þjórsá framhjá Kvíslaveitu 5. Líklegt er að töluvert af botnefni hafi skolast út úr lóni og farvegi við þessar framkvæmdir og það skilað sér niður í farveginn.



Mynd 19: Vensl heildarskriðursflutnings við Sóleyjarhöfða við rennsli. Í útreikningum ársins 2003 er miðað við meðalrennsli við vhm 100 innan sýnatökutímans (miðað við þriggja klukkustunda rennslismun) en í mælingum árunna 1982-84 var rennsli mælt ónákvæmt á meðan á sýnatökunni stóð.

Skriðaurssýnin sem voru kornastærðargreind flokkuðust frá því að vera meðalgrófur sandur til mjög grófs sands. Flest þeirra voru einnig illa aðgreind þó að einstaka sýni hafi haft lægri aðgreiningargildi og því verið einsleitari. Skakki flestra sýnanna var neikvæður svo að þau höfðu hala af grófu efni sem oft var tilkominn vegna nokkurra vala eða steina í annars sandríku efni.

Sýnapörin sem tekin voru á sama stað, nær samtímis í fyrri ferðinni en um eftirmiðdag og að kvöldi í seinni ferðinni, voru mörg svipuð af kornastærð, en nokkur þeirra höfðu mjög ólíka kornastærð sem sýndi að skriðaurinn sem var á ferðinni var ekki einsleitur.

4.3 Samanburður svifaurs og skriðaus

Skriðaur og svifaur var borinn saman í fimm pörum, þ.e. við skriðausframburð þann 31. júlí voru borin saman þrjú svifaurskýni sem tekin voru innan sýnatökutímans og síðan var sitthvort svifaurskýnið borið saman við skriðausflutning sýnatökutímabilanna tveggja þann 25. ágúst.

Í ljós kom að skriðausflutningur var á bilinu 8 til 18% af heildaraufframburði (samanlagður framburður svifaurs og skriðaus). Hægt er að bera þessar tölur saman við fjórar fyrri mælingar sem gerðar voru á árunum 1982 til 1984. Þá mældist skriðaur mestur 45% af samanlögðum heildaraufburði í september árið 1982, minnstur í júlí 1983, eða 5%, og 9 og 19% í sitthvort skiptið árið 1984 (Svanur Pálsson 2000). Þetta háa hlutfall árið 1982 er að nokkru leyti til komið vegna sérstaklega lágs aurstyrks í svifaurskýninu sem þá var tekið (61 mg/l).

4.4 Framhaldsmælingar við Sóleyjarhöfða

Mælingar á svifaur og skriðaur við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sem gerðar voru árið 2003 tókust yfirhöfuð vel og juku þær mjög upplýsingar um aurburð á efra vatnasviði Þjórsár sem voru takmarkaðar fyrir þetta sýnatökuátak. Við úrvinnslu á þeim gögnum sem safnað var um sumarið kom þó ýmislegt í ljós sem upp á vantar, eða sem laga má í framhaldssýnatöku. T.d. kom í ljós að bakkasýni sem tekin voru með DH-48 handsýnataka við vinstri/austari bakka árinna reyndust ekki vel, þar sem þau vanmátu mjög svifaursstyrk, jafnvel þó að meginmarkmið með þeirri sýnatöku hafi verið að kvarða ljósgleypnimæli sem staðsettur var á svipuðum stað í ánni, en ekki til að meta svifaursframburð í ánni (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Elefsen 2003).

Svifaurskýnin sem tekin voru í tveimur sýnatökuförðum reyndust mun betur bæði til kvörðunar ljósgleypnimælis og til mats á styrk og kornastærð svifaurs. Hins vegar þarf að safna fleiri svifaurskýnum við mun fjölbreytilegra rennsli, sem og á mismunandi árstímum. Nær öll sýnin, sem nú eru í gagnasafninu um svifaur frá Sóleyjarhöfða, voru tekin á þremur árum með um 20 ára millibili, þ.e. árunum 1966, 1984 og 2003, og hafa öll sýnin verið tekin frá lokum júní og fram í miðjan október svo að engin vitneskja er til um svifaur yfir stóran hluta ársins.

Æskilegt væri að haldið verði áfram rekstri ljósgleypnimælis við Sóleyjarhöfða sumarið 2004 en með honum er hægt að fá samfelld svifaursgögn sem ekki er hægt að nálgast öðruvísi. Taka þarf nokkur svifaurskýni við mismunandi rennsli til að staðfesta þá kvörðun sem gerð var árið 2003 (Jórunn Harðardóttir og Sverrir Elefsen 2003).

Bæta þarf við mælingum á skriðaur, bæði við lægra og hærra rennsli en skriðaur var mældur við í ár, sem og við svipað rennsli til að fá samanburð á milli ára.

5 HEIMILDIR

Ásgeir Gunnarsson, Jórunn Harðardóttir, Páll Jónsson, Árni Snorrason og Svanur Pálsson 2001. *Mælingar á rennsli og svifaur í Jökulsá á Dal árið 2000*. Orkustofnun, OS-2001/078, 24 s.

Blott, S. J. og Pye, K. 2001. Software from 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.

Folk, R.L. 1954. The distinction between grain size and mineral composition in sedimentary-rock nomenclature. *Journal of Geology* 62, 344–359.

Haukur Tómasson, Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon og Þórólfur H. Hafstað 1996. *Framburður Þjórsár við Þjórsárver – Botnskrið og svifaur*. Orkustofnun, OS-96010/VOD-03 B, 29 s.

Jóna Finndís Jónsdóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003. *Farvegsmælingar Þjórsár, sumarið 2003*. Orkustofnun, Greinargerð, JFJ/SE-2003-01, 5 s.

Jórunn Harðardóttir 2003. *Niðurstöður kornastærðarmælinga á áreyrasýnum við Sóleyjarhöfða, Þjórsá*. Orkustofnun, OS-2003/055, 32 s.

Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002. *Mælingar á rennsli og svifaur í Jökulsá á Dal árið 2001*. Orkustofnun, OS-2002/034, 23 s.

Jórunn Harðardóttir og Sverrir Elefsen 2003. *Kvörðun ljósgleypnimælis við Sóleyjarhöfða í Þjórsá*. Orkustofnun, Greinargerð, JHa-SE-2003/03, 8 s.

Svanur Pálsson 2000. *Athuganir á botnskriði í nokkrum ám*. Orkustofnun, OS-2000/053, 81 s.

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

Udden, J. A. 1914. Mechanical composition of clastic sediments. *Geol. Am. Bull* 25, 655–744.

Wentworth, C. K. 1922. A scale of grade and class terms for clastic sediments. *Journal of Geology* 30, 377–392.