



**Niðurstöður aurburðar-  
mælinga við Sóleyjarhöfða  
í Þjórsá árið 2004**

**Jórunn Harðardóttir  
Svava Björk Þorláksdóttir**

**Unnið fyrir Landsvirkjun**



**ORKUSTOFNUN**  
Vatnamælingar

Verknr.: 7-546848

**Jórunn Harðardóttir**  
**Svava Björk Þorláksdóttir**

## **Niðurstöður aurburðarmælinga við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2004**


**Unnið fyrir Landsvirkjun**

**OS-2004/021**

**Desember 2004**

ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR

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

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2004/021	<b>Dags.:</b> Desember 2004	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Niðurstöður aurburðarmælinga við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2004		<b>Upplag:</b> 20
		<b>Fjöldi síðna:</b> 37
<b>Höfundar:</b> Jórunn Harðardóttir Svava Björk Þorláksdóttir		<b>Verkefnisstjóri:</b> Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Mælingar á kornastærð og framburði svif- og skriðaus		<b>Verknúmer:</b> 7-546848
<b>Unnið fyrir:</b> Landsvirkjun		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni eru fjallað um niðurstöður ljósgleypnimælinga og mælinga á svif- og skriðaurssýnum sem tekin voru hjá Sóleyjarhöfða við Þjórsá sumarið 2004. Fimm svifaursýnapör voru tekin, annars vegar svokölluð S1 sýni sem tekin voru þvert yfir farveginn og hins vegar S2 sýni sem tekin voru við ljósgleypnimælinn. Stærstur hluti S1 sýnanna var méla (0,002–0,02 mm) og grófmór (0,02–0,06 mm), en í S2 sýnum var méla og leir (<0,002 mm) algengustu kornastærðirnar. Heildarstyrkur og styrkur einstakra kornastærða var mun hærri í S1 sýnum en S2 sýnum, sem tekin voru nálægt bakka þar sem straumur er mun minni, en í báðum sýnategundum eykst styrkur flestra flokka með rennsli. Heildarframburður skriðaus var frá 16,8 til 29,8 kg/s og eins og árið 2003 virðist hann frekar vera tengdur framboði aurs en rennsli. Hlutfall skriðaus af heildaraufframburði var frá 9 til 28%.		
<b>Lykilorð:</b> Þjórsá, Sóleyjarhöfði, Norðlingaalda, svifaur, skriðaur, framburður, kornastærðarmælingar, kornastærðareiginleikar, meðalstærð, skakki, aðgreining, vhm 100 (V300) Norðlingaalda, vhm 804 (V804) Sóleyjarhöfði, vhm 803 (V803) Eyvafen,		<b>ISBN-númer:</b>
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 
		<b>Yfirfarið af:</b> KE, PI

## EFNISYFIRLIT

<b>1</b>	<b>INNGANGUR</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>FRAMKVÆMD</b> .....	<b>8</b>
2.1	Ljósgleypnimælingar .....	8
2.2	Sýnataka .....	8
2.3	Greining svifaurssýna.....	9
2.4	Skriðaurssýni.....	10
2.4.1	Framburður skriðaurssýna.....	10
2.4.2	Kornastærðargreining skriðaurssýna .....	11
<b>3</b>	<b>NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA</b> .....	<b>12</b>
3.1	Ljósgleypnimælingar .....	12
3.2	Svifaurssýni við Sóleyjarhöfða .....	13
3.2.1	Hefðbundin S1 sýni af sex stöðum .....	14
3.2.2	S2 sýni tekin við ljósgleypnimæli.....	16
3.2.3	Samanburður S1 og S2 sýna .....	18
3.3	Skriðaurssýni.....	19
3.3.1	Skriðaurssýnaframburður.....	19
3.3.2	Kornastærð skriðaurssýna.....	23
3.4	Samanburður svifaurs og skriðaurssýna.....	27
<b>4</b>	<b>SAMANTEKT</b> .....	<b>29</b>
4.1	Ljósgleypni .....	29
4.2	Svifaur .....	31
4.3	Skriðaur .....	34
4.4	Samanburður svifaurs og skriðaurssýna.....	35
4.5	Framhaldsmælingar við Sóleyjarhöfða .....	36
<b>5</b>	<b>HEIMILDIR</b> .....	<b>36</b>



## MYNDASKRÁ

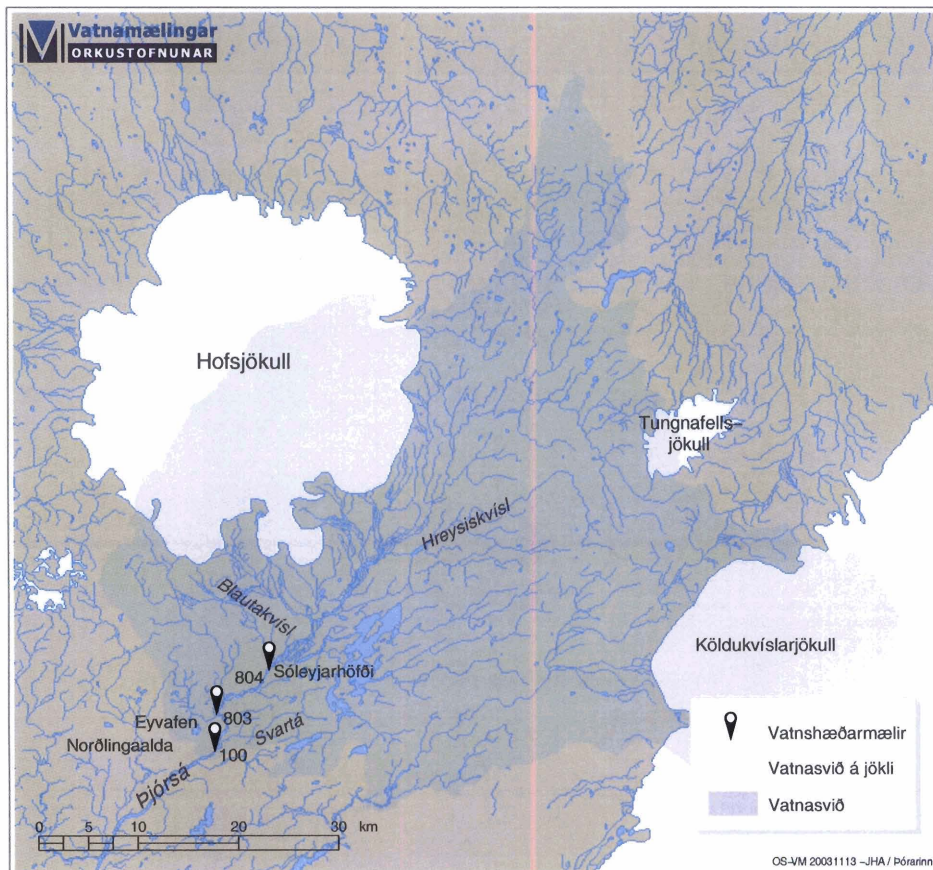
<b>Mynd 1:</b> Kort af svæðinu í kringum Sóleyjarhöfða við Þjórsá. ....	7
<b>Mynd 2:</b> Ljósgeypni við vhm 804, rennsli við vhm 100 með þriggja klst. hliðrun (rás 1) og tímasetning rennslismælingar og aurburðarsýnatöku við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2004. ....	8
<b>Mynd 3:</b> Aurburðarsýnataka við Sóleyjarhöfða við Þjórsá.....	9
<b>Mynd 4:</b> Breytingar á ljósgeypni og rennsli við Sóleyjarhöfða frá 30. júní til 21. október 2004. ....	13
<b>Mynd 5:</b> Skipting S1 svifaurssýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka. ....	14
<b>Mynd 6:</b> Vensl heildarstyrks svifaurssýna og einstakra kornastærðarflokka við rennsli í S1 sýnum. ....	15
<b>Mynd 7:</b> Skipting S2 svifaurssýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka. ....	16
<b>Mynd 8:</b> Vensl heildarstyrks svifaurssýna og einstakra kornastærðarflokka við rennsli.....	17
<b>Mynd 9:</b> Styrkhlutfall heildarstyrks svifaurssýna og kornastærðarflokkanna fimm í S1 og S2 sýnum sem tekin voru í Þjórsá við Sóleyjarhöfða 6. ágúst 2004.....	18
<b>Mynd 10:</b> Vensl styrkhlutfalls (S1/S2) og rennslis í svifaurssýnapörum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 6. ágúst 2004. ....	19
<b>Mynd 11:</b> Þversnið yfir farveg Þjórsár við Sóleyjarhöfða samkvæmt rennslismælingu 5. ágúst 2004. ....	20
<b>Mynd 12:</b> Framburður stakra sýna sem tekin voru 5. og 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. ....	20
<b>Mynd 13:</b> Vensl framburðar stakra skriðaurssýna fyrir hverja stöð fyrir sig og rennslis frá vhm 100 með þriggja klst. hliðrun. ....	22
<b>Mynd 14:</b> Vensl heildarframburðar skriðaurssýna og rennslis samkvæmt sýnum sem tekin voru 5. og 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. ....	22
<b>Mynd 15:</b> Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. ....	23
<b>Mynd 16:</b> Afleiddir kornastærðareiginleikar greindra skriðaurssýna. ....	24
<b>Mynd 17:</b> Vensl einstakra kornastærðareiginleika í skriðaurssýnum frá Sóleyjarhöfða. ....	26
<b>Mynd 18:</b> Samanburður svifaurssýna og skriðaurssýna við rennsli í Þjórsá þann 6. ágúst 2004. ....	28
<b>Mynd 19:</b> Ljósgeypni við vhm 804 og rennsli við vhm 100 fyrir tímabilið frá 6. ágúst til 15. september 2004. ....	30
<b>Mynd 20:</b> Ljósgeypni og vatnshæð við vhm 804 30. júlí til 8. ágúst 2003. ....	30
<b>Mynd 21:</b> Vensl heildarstyrks og styrks kornastærðarflokka svifaurssýna við rennsli.....	32
<b>Mynd 22:</b> Tengsl heildarstyrks svifaurssýna og einstakra kornastærðarflokka í S1 svifaurssýnum frá Sóleyjarhöfða við rennsli hjá vhm 100. ....	33
<b>Mynd 23:</b> Vensl heildarskriðaurssýna við rennsli fyrir árin 2003, 2004 og í fyrri mælingum frá árunum 1982 og 1984. ....	35

## TÖFLUSKRÁ

<b>Tafla 1:</b> Kornastærðarflokkun svifaurssýna.....	10
<b>Tafla 2:</b> Samanburður stærða í mm og í $\phi$ -gildum.....	11
<b>Tafla 3:</b> Niðurstöður kornastærðarmælingar á S1 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sumarið 2004 á sex stöðum yfir þversniðið. ....	14
<b>Tafla 4:</b> Niðurstöður kornastærðarmælingar á S2 svifaurssýnum sem tekin voru við ljósgleypnimælinn við Sóleyjarhöfða sumarið 2004. ....	16
<b>Tafla 5:</b> Niðurstöður skriðaursmælinga við Sóleyjarhöfða 5. og 6. ágúst 2004 fyrir hvert hinna fjögurra rennslisbila (raðað upp eftir tímaröð).....	21
<b>Tafla 6:</b> Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 6. ágúst 2004 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá.....	25
<b>Tafla 7:</b> Styrkhlutfall svifaus og einstakra kornastærðarflokka í S1/S2 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í ágúst 2004.....	31
<b>Tafla 8:</b> Samanburður mælinga á heildarframburði skriðaus milli tímabila við Sóleyjarhöfða árin 2003 og 2004.....	34

# 1 INNGANGUR

Mælingar á aurburði í Þjórsá ofan Norðlingaöldu (vhm 100) hófust að nýju árið 2003 eftir um tveggja áratuga hlé. Fyrir þann tíma höfðu þær mestmegnis takmarkast við nokkur svifaurssýni sem tekin voru árið 1966 og töku svifaurss- og skriðaurssýna við Sóleyjarhöfða og ofan Hreysiskvíslar árið 1984 (mynd 1) (Haukur Tómasson o.fl. 1996,; Svanur Pálsson 2000). Margvíslegar mælingar voru gerðar sumarið 2003 bæði í farveginum sjálfum sem og á aurburði í ánni. Mæld voru 27 þversnið í farveginum frá Sóleyjarhöfða og að Norðlingaöldu og gögnin notuð til að vinna straumfræðilíkan og dýptarkort af farveginum (Jóna Finndís Jónsdóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003). Einnig voru tekin sýni úr áreyrum á sama svæði og voru kornstærðargreiningar sýnanna settar fram í skýrslu um mælingarnar (Jórunn Harðardóttir 2003). Við Sóleyjarhöfða (vhm 804) voru settir upp vatnshæðar- og ljósgleypnimælar og voru niðurstöður ljósgleypnimælinganna kvarðaðar við svifaursstyrk í sýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða, annars vegar handsýni við sjálfan mælinn og hins vegar sýni sem tekin voru þvert yfir farveginn í tveimur ferðum yfir sumarið (Jórunn Harðardóttir og Svava B. Þorlákssdóttir 2003; Jórunn Harðardóttir og Sverrir Ó. Elefsen 2003). Í sömu ferðum voru tekin skriðaurssýni af sérútbúnum báti á sama þversniði. Niðurstöður þessara mælinga nýtast við útfærslu nýjustu hugmynda um vatnsaflsvirkjun við Norðlingaöldu en slíkar hugmyndir hafa verið í sífelldri endurskoðun síðan þær voru fyrst settar fram fyrir rúmum 50 árum.



**Mynd 1:** Kort af svæðinu í kringum Sóleyjarhöfða við Þjórsá. Sýnd er staðsetning þriggja vatnshæðarmæla á svæðinu, við Sóleyjarhöfða (vhm 804 var í rekstri árið 2003 en ekki árið 2004), Eyvafen (vhm 803) og Norðlingaöldu (vhm 100).



Árið 2004 var haldið áfram rekstri ljósgleypnimælis við Sóleyjarhöfða og var farið í eina sýnatökuferð á svæðið til að safna svifaurs- og skriðaurssýnum. Vatnsborðsstöðina tók LV hins vegar niður og verður því að notast við rennsli frá vhm 100 við Norðlingaöldu til að fá samanburð við vatnshæð/rennsli. Í þessari skýrslu er fjallað um niðurstöður ljósgleypnimælinganna, um sýnin sem tekin voru og settar fram niðurstöður um styrk og kornastærðardreifingu sýnanna, sem og niðurstöður framburðarútreikninga. Eins og gert var ráð fyrir í samningi er kvörðun ljósgleypnimælinganna sjálfra ekki sett fram í þessari skýrslu og hún látin bíða seinni tíma þar til búið verður að afla fleiri sýna af svæðinu.

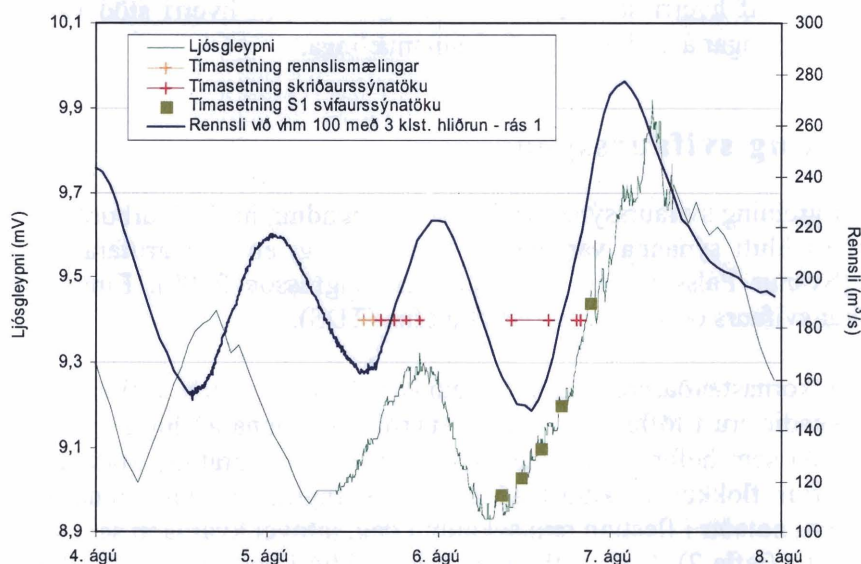
## 2 FRAMKVÆMD

### 2.1 Ljósgleypnimælingar

Ljósgleypnimælir af gerðinni Partech IR15C® var settur upp við Sóleyjarhöfða 30. júní og tekinn niður 21. október 2004. Samkvæmt samningi milli Landsvirkjunar (LV) og Vatnamælinga (VM) sá LV um rekstur mælisins en VM veittu aðstoð við gagnasöfnun og gagnageymslu.

### 2.2 Sýnataka

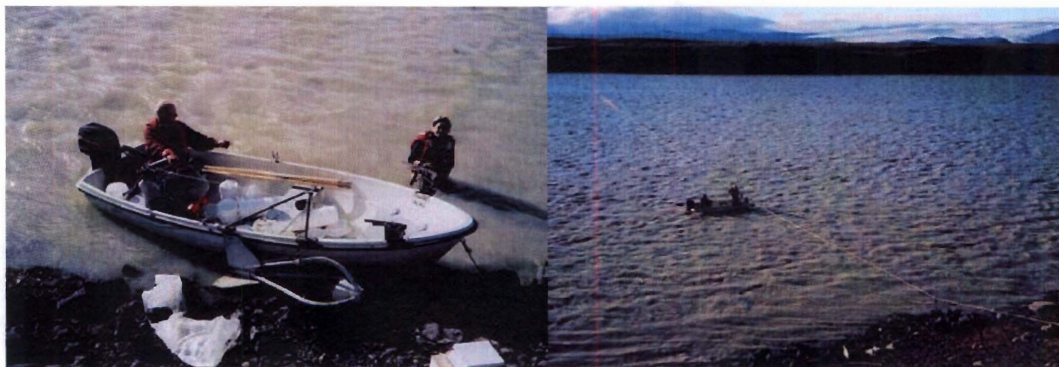
Farið var í sýnatökuferð að Sóleyjarhöfða í byrjun ágúst árið 2004 og voru þá bæði tekin svifaurs- og skriðaurssýni. Samtímis fór annað teymi að vhm 100 við Norðlingaöldu og rennslismældi tvisvar. Fyrir sýnin frá Sóleyjarhöfða er notað rennsli við vhm 100 með þriggja klukkustunda hliðrun. Augljós dægursveifla var í rennsli dagana í kringum sýnatökuna, eins og sjá má á mynd 2, og var það minnst um 150 m<sup>3</sup>/s en mest um 275 m<sup>3</sup>/s.



**Mynd 2:** Ljósgleypni við vhm 804, rennsli við vhm 100 með þriggja klst. hliðrun (rás 1) og tímasetning rennslismælingar og aurburðarsýnatöku við Sóleyjarhöfða í Þjórsá árið 2004.

Áður en sýnataka hófst var rennsli mælt í þversniðinu og gaf sú mæling 173,5 m<sup>3</sup>/s. Samkvæmt mælingunni voru bakkar árinna í 3 m (vinstri/austari) og 210 m (hægri/vestari) og rann áin í tveimur álum sitt hvoru megin við grynningar í kringum 85 til 100 m þar sem áin var grynnt um 20 cm.

Sýnataka sjálf var þrjúþætt þó að hún færi öll fram af sérútbúnum báti Vatnamælinga sem festur var á línu þvert yfir ána og færður eftir henni með vélarafli. Þetta er sama sýnatökuútfærsla og notuð var sumarið 2003 og virkaði hún jafn vel nú og þá (mynd 3).



**Mynd 3:** Aurburðarsýnataka við Sóleyjarhöfða við Þjórsá. Ljósmyndir Steen Henriksen.

Í fyrsta lagi voru tekin fimm hefðbundin svifaurssýni með S49 svifaurssýnataka og samanstóð hvert sýni af sýnaflöskum sem teknar voru á 20, 70, 125, 160 og 190 m miðað við að 0 m hafi verið um 3 m innan við vinstri (austari) bakka árinna. Í öðru lagi voru jafnmörg svifaurssýni tekin með sama sýnataka við sjálfan ljósgleypnimælinn sem staðsettur var um 5 m frá vinstri bakka. Þessi sýni voru tekin á svipuðum tíma og hefðbundnu sýnin og eru þessar tvær sýnategundir bornar saman í skýrslunni. Í þriðja lagi voru skriðaurssýni tekin á tíu stöðum, þ.e. á 20, 30, 50, 70, 110, 120, 130, 150, 170 og 190 m, átta sýni af hverri stöð, alls 80 sýni. Eitt sýni af hverri stöð var tekið frá til kornastærðargreiningar á aurburðarstofu Vatnamælinga.

### 2.3 Greining svifaurssýna

Kornastærðargreining svifaurssýna fór fram á hefðbundinn máta á aurburðarstofu VM þar sem fingerðari hluti sýnanna var mældur með setvog, en efni grófara en 63 µm var þurrsigtað (Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 2000). Einnig var mældur heildarstyrkur svifaurs og styrkur uppleystra efna (TDS).

Niðurstöðum kornastærðargreiningar 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

## 2.4 Skriðaurssýni

Heildarframburður skriðaus var reiknaður út frá þeim 80 sýnum sem safnað var og voru 10 þeirra kornastærðargreind á aurburðarstofu VM. Hér á eftir er aðferðum sem notaðar voru við útreikninga framburðar og greiningu kornastærðar settar fram.

### 2.4.1 Framburður skriðaus

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

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

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

Heildarframburður skriðaus gegnum þversniðið var síðan reiknaður með eftirfarandi jöfnu:

Heildarframburður gegnum þversniðið:

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

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  $Q_b$ .

## 2.4.2 Kornastærðargreining skriðaurssýna

Skriðaurssýnin tíu voru þurrkuð við 60°C og síðan þurrsigtuð á aurburðarstofu VM. Stærsta sigtið, sem var notað, var 64 mm og það minnsta 0,063 mm, en þar á milli hlupu sigtin á hálfri phi-stærð. Phi ( $\phi$ ) kvarðinn er mikið notaður við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum enda einfaldar notkun hans tölfræðilega útreikninga (Boggs 1995).

Í þessari rannsókn er  $\phi$ -kvarðinn notaður við útreikninga á kornastærð skriðauris og eru  $\phi$ -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  $\phi$  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  $\phi$ -gildum.

mm	phi ( $\phi$ )	mm	mm	phi ( $\phi$ )	mm
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	Meðalsandur
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	þanna	Silt og leir
2,00	-1				

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

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

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

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



Þar tákna  $f$  þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og  $m$  er miðja hvers kornastærðarflokks í  $\phi$ . 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 1,2% og þar af <0,4% í sjö þeirra.

Meðalstærð tákna 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.

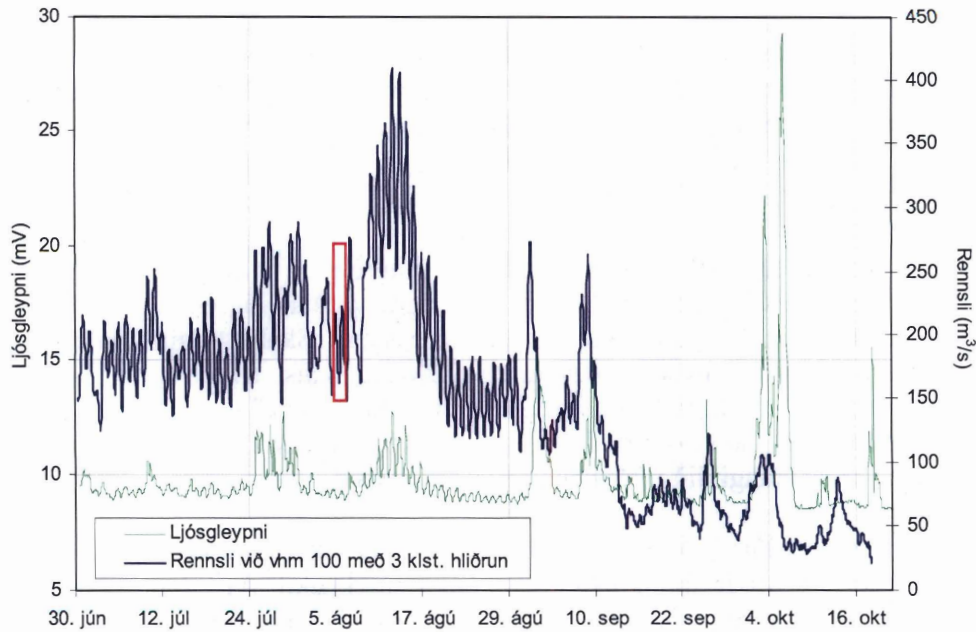
Í skýrslunni eru reiknaðir út afleiddir kornastærðareiginleikar allra sýnanna en hafa ber í huga að í raun eru slíkir útreikningar eingöngu marktækir fyrir þau sýni sem hafa normaldreifða kornastærð. Tekið er hins vegar fram ef sýnin hafa ekki normaldreifða kornastærð.

### 3 NIÐURSTÖÐUR MÆLINGA

#### 3.1 Ljósgleypnimælingar

Ljósgleypniskynjarinn safnaði gögnum frá 30. júní og fram til 21. október og eru niðurstöður sjálfra mælinganna settar fram á mynd 4 (grænn ferill). Eins og áður hefur komið fram verður beðið með kvörðun ljósgleypnigagnanna þar til fleiri sýni hafa verið tekin.

Þar sem engin vatnshæðargögn eru til frá Sóleyjarhöfða fyrir árið 2004 er notast við rennsli fyrir vhm 100 við Norðlingaöldu og eru þau gögn einnig sýnd á mynd 4. Yfir stóran hluta sumarsins virðist brunnurinn hafa verið tregur (rás 5) og ekki náð að skrá fulla dagsveiflu (sker af hámrök og lágmörk). Því var notast við gögn úr skynjara fyrir utan brunninn (rás 1) en mögulegt er að þau gögn ofmeti heldur rennsli í vikunni eftir sýnasöfnunina vegna hugsanlegrar ónákvæmni í lykli. Hafa þarf einnig í huga að rennslisgögnin sem sýnd eru á mynd 4 eru ekki útgefin ennþá og því er mögulegt að einhverjar breytingar verði á gögnunum fyrir opinbera birtingu. Gögnin eru hliðruð um þrjár klukkustundir, sem er sú meðalhliðrun sem fékkst út árið 2003 þegar vatnshæð fyrir vhm 804 og 100 var borin saman. Ekki var þó gerð ítarleg úttekt á þessum tímamun eins og t.d. hefur verið gerð á rennsli milli vatnshæðarmæla í Jökulsá á Fjöllum (Steen Henriksen 2003) þar sem skoðuð var tímasetning nokkurra vel afmarkaðra atburða í þremur vatnshæðarmælum. Í ljós kom að mismunur á tímamun milli atburða var umtalsverður og má reikna með að sama eigi við um tímamun milli rennslis við Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu þó að um styttri vegalengd sé að ræða.



**Mynd 4:** Breytingar á ljósgeypni og rennsli (vhm 100, rás 1 með þriggja klukkustunda hliðrun) við Sólýjarhöfða frá 30. júní til 21. október 2004. Tímasetning sýnatöku í ágúst er sýnd með rauðum kassa.

Þó að einhver skekkja sé í tímasetningu rennslis við Norðlingaöldu vegna breytileika í rennlishraða vatnsins er augljóst að helstu toppar í ljósgeypni eiga við samsvarandi toppa í rennsli. Sambandið þarna á milli er þó greinilega ólínulegt, auk þess sem toppar í rennsli virðast koma heldur fyrr en toppar í ljósgeypni. Sérstaklega á þetta við um stóru toppana tvo í byrjun september, en þar er fyrri rennslistoppurinn um 19 klukkustundum fyrr en ljósgeypnitoppurinn, þ.e. rennslið nær hámarki kl. 03:00 en ekki samtímis ljósgeypninni um kl. 22:00. Greinilegt er að þessi mismunur á milli rennslis og ljósgeypni er mjög misjafn innan sumarsins enda hafa við Sólýjarhöfða sameinast upphafskvíslar Þjórsár sem eru ættaðar frá stóru vatnasviði þar sem ólíkar aðstæður ríkja (mynd 1). Þannig þarf rennsli og svifaursframburður ekki að vera í sama fasa allt árið þar sem rigning, leysing og svifaursframburður getur verið mismikill við Köldukvíslarjökul, skriðjökla Hofsjökuls og Tungnafellsjökul þaðan sem flestar upphafskvíslar Þjórsár eru ættaðar.

### 3.2 Svifaursýni við Sólýjarhöfða

Alls voru tíu svifaursýni tekin við Sólýjarhöfða í sýnatökuferðinni í ágúst og eru niðurstöður greininga settar fram hér á eftir. Fyrst verður fjallað um svokölluðu S1 svifaursýnin sem tekin voru með S49 sýnataka á sex stöðum yfir þversniðið og síðan um S2 svifaursýnin sem tekin voru með samskonar sýnataka á einum stað við sjálfan ljósgeypnimælinn. Þar sem enginn vatnshæðarmælir er við Sólýjarhöfða er rennsli við vhm 100 (mynd 1) við Norðlingaöldu notað fyrir sýnin og er miðað við þriggja klukkustunda rennslismun á milli staðanna. Vegna þessa er rennsli fyrir sýnin ekki eins nákvæmt og ef mælir væri við Sólýjarhöfða. Eins og með önnur rennslisgögn áskilja Vatnamælingar sér rétt til þess að endurskoða þessi rennslisgögn hvenær sem er. Nokkrar ár bætast í á milli Sólýjarhöfða og Norðlingaöldu, t.d. Svartá, Hnífá og Eyvafenskvísl, svo að rennsli við vhm 100 er heldur hærra en við Sólýjarhöfða.

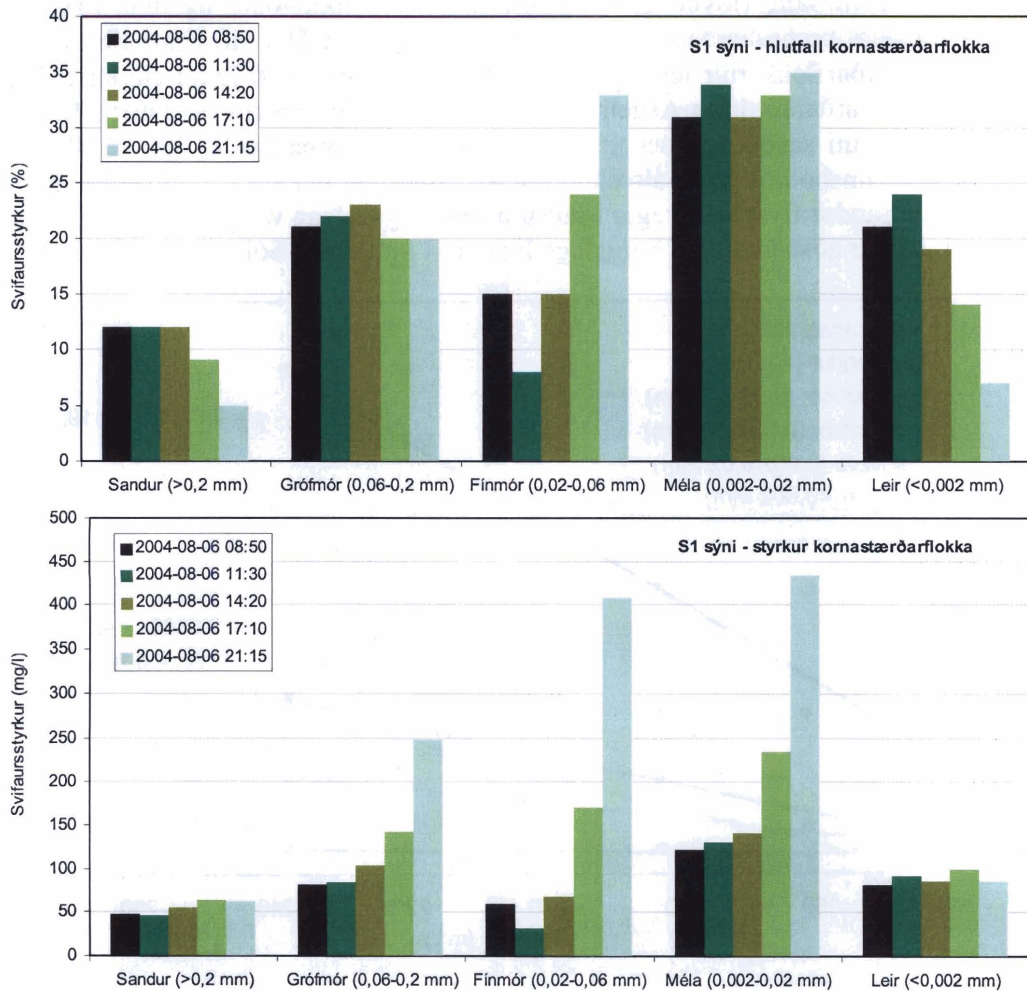


### 3.2.1 Hefðbundin S1 sýni af sex stöðum

Hefðbundnu S1 svifaurssýnin voru tekin á 20, 50, 70, 125, 160 og 190 m og voru þau öll tekin þann 6. ágúst, það fyrsta kl. 8:50 og það síðasta kl. 21:15. Í töflu 3 eru settar fram niðurstöður kornastærðargreiningar sýnanna en á mynd 5 eru sömu niðurstöður sýndar myndrænt.

**Tafla 3:** Niðurstöður kornastærðarmælingar á S1 svifaurssýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sumarið 2004 á sex stöðum yfir þversniðið.

Tími	Kl.	Leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	Rennslivm 100 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	Aurstyrkur ( $\text{mg}/\text{l}$ )	TDS ( $\text{mg}/\text{l}$ )	Kornastærð (%) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna-gerð
						>0,2	0,2-0,06	0,06-0,02	0,02-0,002	<0,002		
2004-08-06	08:50	67,6	162	391	32	12	21	15	31	21	1,3	S1
2004-08-06	11:30	68,4	150	386	32	12	22	8	34	24	1,5	S1
2004-08-06	14:20	69,1	155	454	39	12	23	15	31	19	1,2	S1
2004-08-06	17:10	68,8	183	709	40	9	20	24	33	14	1,9	S1
2004-08-06	21:15	64,0	238	1236	32	5	20	33	35	7	1,0	S1

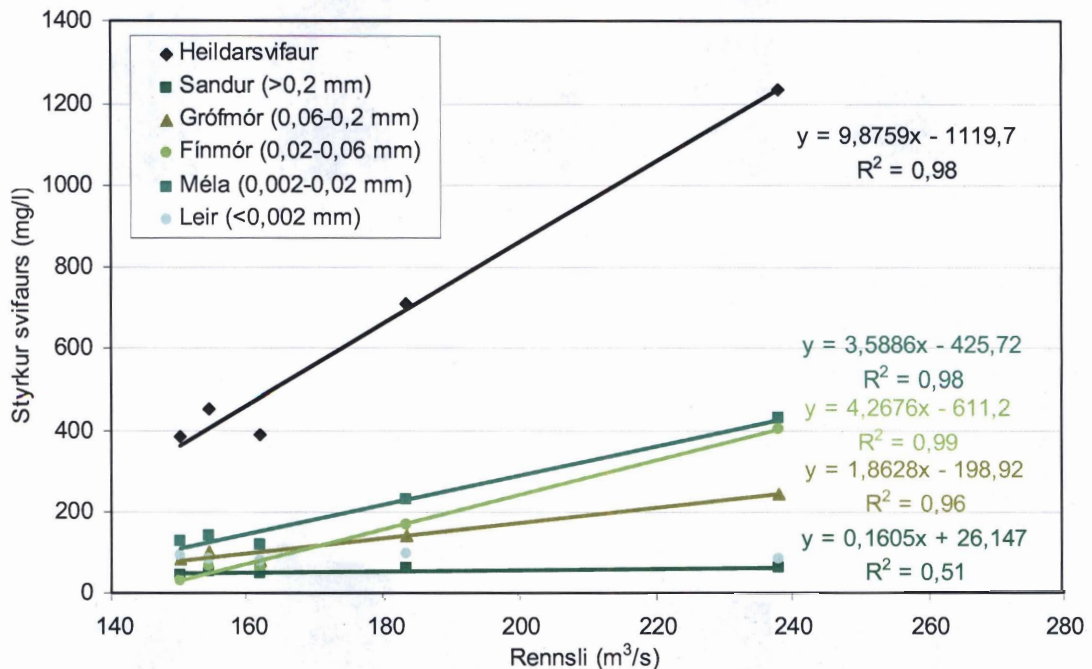


**Mynd 5:** Skipting S1 svifaurssýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka. Efri myndin sýnir hlutfall flokkanna og neðri myndin sýnir styrk flokkanna.

Samkvæmt vatnshæðarmælingum við vhm 100 var rennsli tiltölulega svipað þegar fyrstu þrjú sýnin voru tekin (150–162 m<sup>3</sup>/s), en hækkaði umtalsvert í tveimur síðustu sýnunum, upp í 183 og 238 m<sup>3</sup>/s. Samtímis jókst heildarstyrkur svifaurs úr um 390 mg/l (fyrstu tvö sýnin) og upp í rúm 1230 mg/l. Stærstur hluti svifaurssýnanna er méla (0,002–0,02 mm) (31–35%), en í öllum sýnum nema einu er sandur (>0,2 mm) sjaldgæfa kornastærðin með 5–12% af heildarsvifaursstyrk.

Breyting innan kornastærðarflokkanna var nokkuð misjöfn eftir því hvort skoðað var hlutfall eða styrkur flokkanna (mynd 5). Þannig var tiltölulega lítil breyting á hlutfalli grófmós (0,06–0,2 mm) (20–23%) og hlutfalli mélu (31–35%) innan sýnatökutímans, þó að styrkur sömu kornastærðarflokka hækkaði verulega. Hins vegar sést mikill munur á hlutfalli finnmós (0,02–0,06 mm) (8–33%) og leirs (<0,002 mm) (7–24%) innan sýnatökunnar, auk þess sem hlutfall sands lækkar úr 12% í 5% (mynd 5). Styrkur finnmós hagar sér svipað og hlutfall finnmós en styrkur sands og leirs breytist lítið gagnstætt því sem hlutföll sömu flokka sýna.

Bæði heildarstyrkur svifaurs og styrkur allra kornastærðarflokka nema leirs eykst með hækkanði rennsli og hefur línuleg leitnilína fylgni (R<sup>2</sup>) yfir 0,96 fyrir grófmó, finnmó og mélu og 0,51 fyrir sand (mynd 6). Þetta eru svipaðar niðurstöður og hafa fengist við skoðun á venslum kornastærðarstyrks við rennsli í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga en þar skera kornastærðarflokkarnir leir og sandur sig oft úr með lægri leitni en aðrir flokkar (sjá t.d. Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002; Jórunn Harðardóttir o.fl. 2003). Þar var lægri leitni sands og leirs útskýrð með því að kornastærðin leir sé tiltölulega jafndreifð um vatnsbolinn þegar ákveðnu rennsli er náð og því aukist leirstyrkur lítið við aukið rennsli. Sandur flyst hins vegar í púlsum sem hugsanlega veldur minni fylgni sands við rennsli. Þessar aðstæður eiga örugglega líka við í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.



**Mynd 6:** Vensl heildarstyrks svifaurs og einstakra kornastærðarflokka við rennsli (vhm 100 miðað við þriggja klukkustunda hliðrun) í S1 sýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í ágúst 2004. Litir á jöfnum og röð þeirra frá botni grafsins eiga við samsvarandi leitnilínur fyrir hvern kornastærðarflokk.

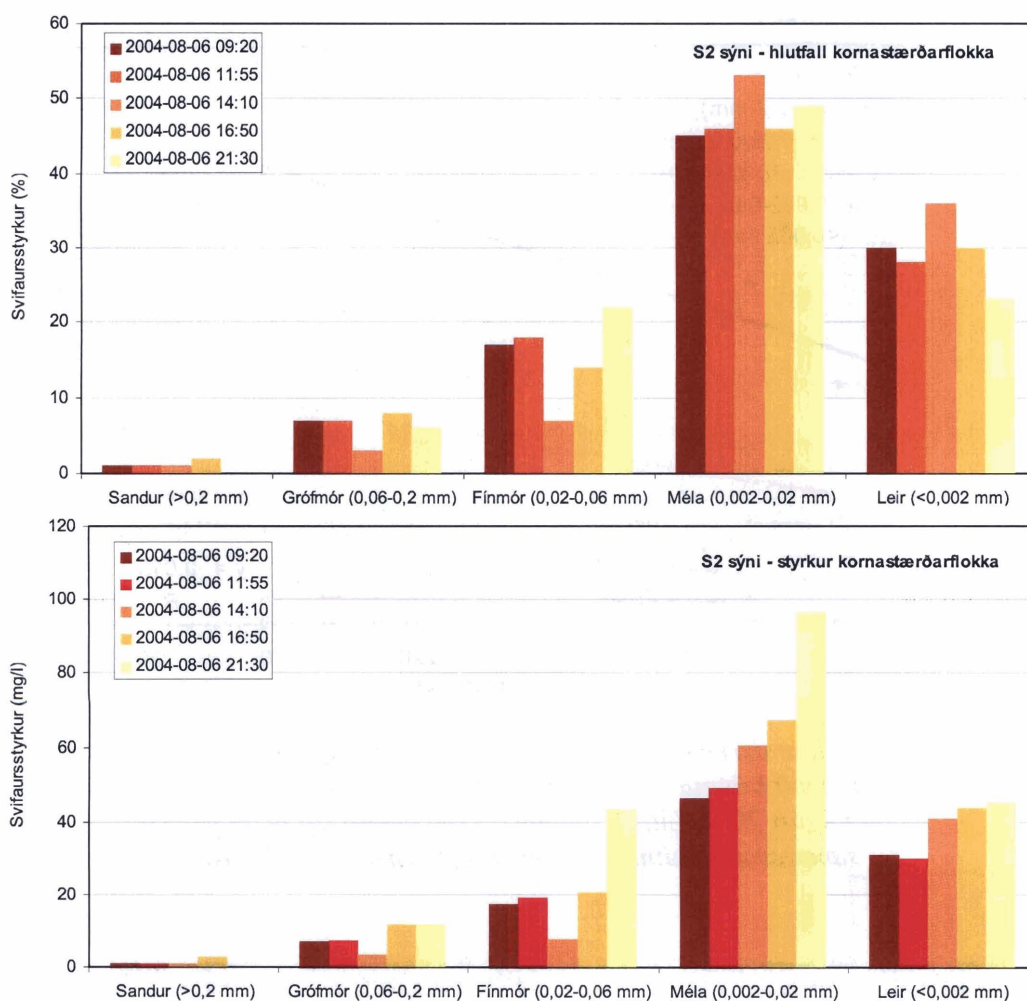


### 3.2.2 S2 sýni tekin við ljósgleypnimæli

Sama bátauppsetning var notuð við töku S2 svifaursýna og S1 sýna en í stað þess að taka flöskurnar dreift yfir þversniðið voru allar flöskurnar sex, sem sýnið samanstendur af, teknar á sama stað við ljósgleypnimælinn. Niðurstöður kornastærðarmælingar S2 sýnanna eru settar fram í töflu 4 og eru einnig sýndar myndrænt á mynd 7 þar sem sýnt er hlutfall og styrkur kornastærðarflokka í hverju sýni.

**Tafla 4:** Niðurstöður kornastærðarmælingar á S2 svifaursýnum sem tekin voru við ljósgleypnimælinn við Sóleyjarhöfða sumarið 2004.

Tími	Kl.	Leiðni μS/cm	Rennsli v/hm 100 (m <sup>3</sup> /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		
2004-08-06	09:20	67,6	159	103	54	1	7	17	45	30	0,1	S2
2004-08-06	11:55	68,4	150	107	55	1	7	18	46	28	0,9	S2
2004-08-06	14:10	69,1	153	114	51	1	3	7	53	36	0,9	S2
2004-08-06	16:50	68,8	172	147	52	2	8	14	46	30	0,1	S2
2004-08-06	21:30	64	242	197	40	0	6	22	49	23	0,7	S2

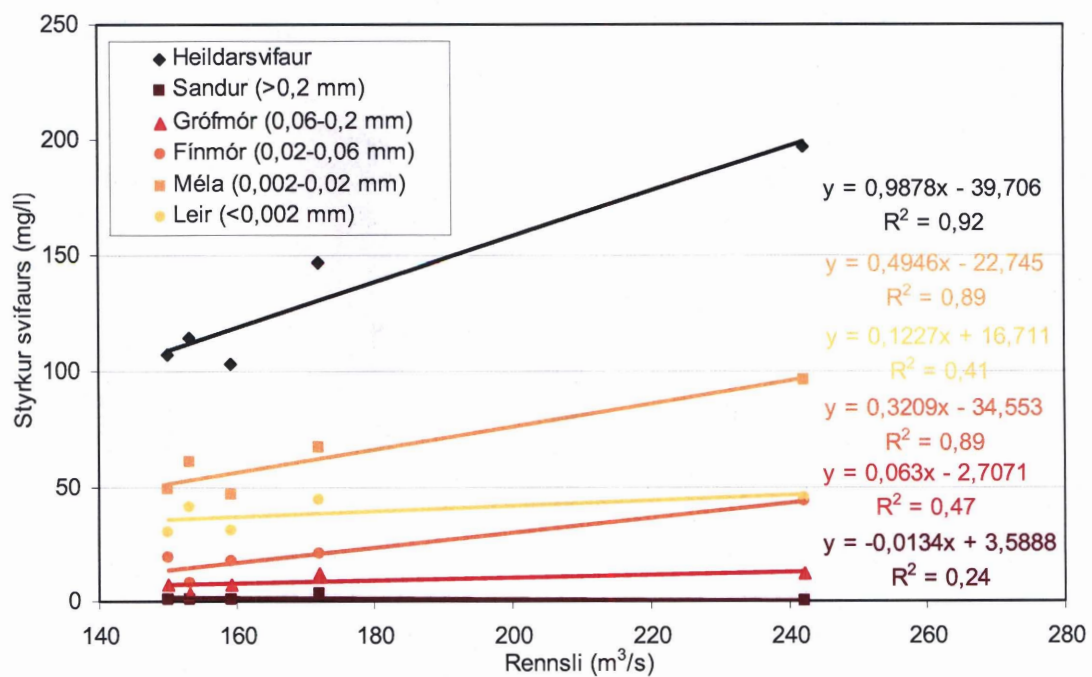


**Mynd 7:** Skipting S2 svifaursýna frá Sóleyjarhöfða í kornastærðarflokka. Efri myndin sýnir hlutfall flokkanna og neðri myndin sýnir styrk flokkanna.

Eins og í S1 sýnunum hækkar heildarstyrkur svifaurs með auknu rennsli, en ekki er að sjá neinar eindregnar breytingar á hlutfalli kornastærðarflokkanna með rennsli yfir sýnatökutímann. Langstærstur hluti sýnanna er méla (42–53%) og þar á eftir kemur kornastærðin leir með 23 til 36% af heildarstyrk sýnisins. Einungis <2% af sýnunum er sandur og <8% grófmór svo að greinilegt er að ekki er mikið af grófu efni á ferðinni í vatnsbolnum við ljósgleypnimælinn.

Þegar skoðaðar eru styrkbreytingar kornastærðarflokka innan sýnatökutímans kemur hins vegar í ljós að styrkur fingerdustu kornastærðanna eykst töluvert. T.d. eykst styrkur mélu úr rúmlega 40 mg/l í tæp 100 mg/l og styrkur leirs hækkar úr um 30 mg/l í rúm 40 mg/l samtímis því að rennsli eykst úr um 150 í rúmlega 240 m<sup>3</sup>/s. Styrkur grófari flokkana eykst einnig en ekki jafn reglulega.

Þegar skoðuð eru vensl svifaursstyrks við rennsli sést ágætlega hvernig hann hækkar með auknu rennsli fyrir heildarsvifaurl og allar kornastærðirnar. Langhæsta fylgnin er fyrir mélu og finmó ( $R^2=0,89$ ), minnst fyrir sand ( $R^2=0,24$ ) og í meðallagi fyrir leir ( $R^2=0,41$ ) og grófmó ( $R^2=0,47$ ). Greinilegt er þó að leitnilínurnar stýrast aðallega af háum styrk í sýninu sem tekið var kl. 21:30 við rennsli yfir 240 m<sup>3</sup>/s.

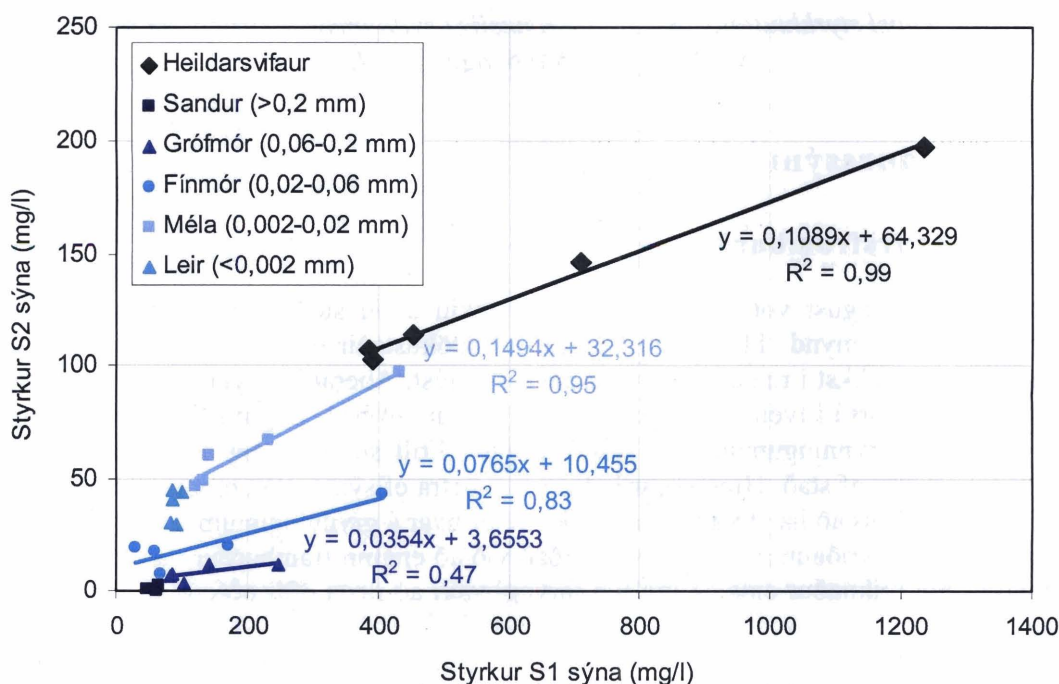


**Mynd 8:** Vensl heildarstyrks svifaurs og einstakra kornastærðarflokka við rennsli (vfm 100 rás 1 miðað við þriggja klukkustunda hliðrun) í S2 sýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í ágúst 2004. Litir á jöfnum og röð þeirra frá botni grafsins eiga við samsvarandi leitnilínur fyrir hvern kornastærðarflokk.

### 3.2.3 Samanburður S1 og S2 sýna

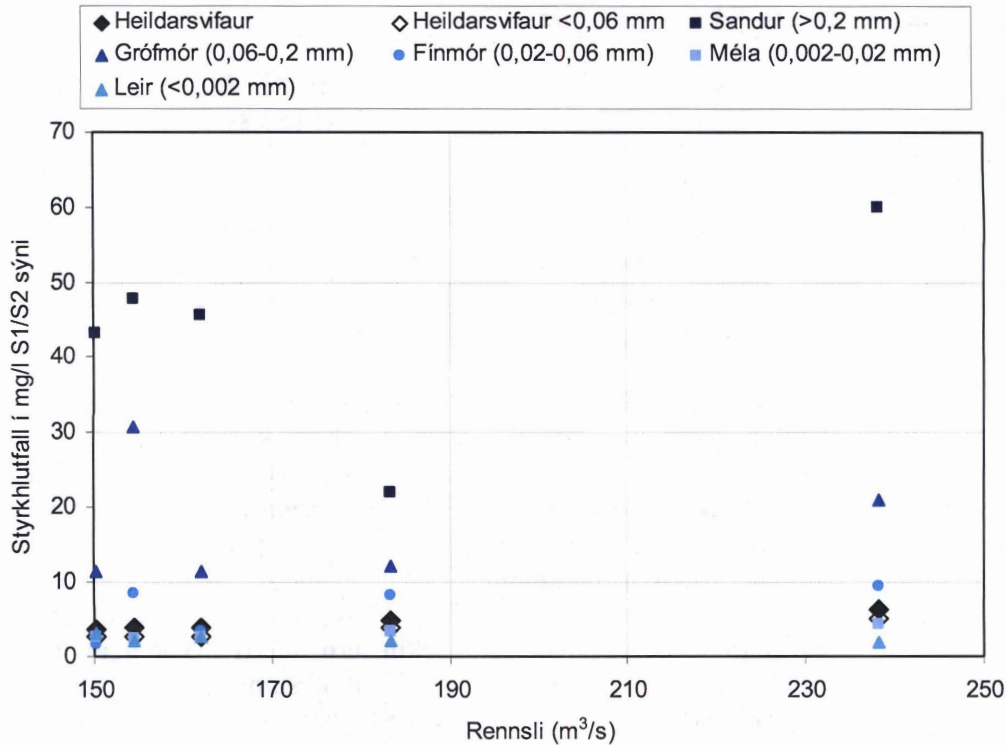
Styrkur svifaussýnanna, sem tekin voru annars vegar á 20, 50, 70, 125, 160 og 190 m (S1 sýni) og hins vegar á einum stað við ljósgleypnimælinn (S2 sýni), var borinn saman. Hlutfall heildarstyrks og hvers kornastærðarflokks fyrir sig í S1 og S2 sýnum eru sýnd á mynd 9 og er greinilegt að bæði heildarstyrkur og styrkur einstakra flokka er mun hærri í S1 sýnunum en í S2 sýnunum. Þessi munur er auðskýrður með herra rennsli í farveginum þar sem S1 sýnin voru tekin en við sjálfan ljósgleypnimælinn sem lá um 5 m frá vinstri bakka sumarið 2004. Minnstur munur er á leirstyrk sýnaparanna enda líklegast að sú kornastærð sé tiltölulega jafndreifð um allan farveginn.

Á mynd 9 eru leitnilínur sýndar fyrir alla þætti nema sand- og leirhlutföllin en engin áberandi fylgni sást á milli S1 og S2 sýna í þeim kornastærðum. Í hinum kornastærðarflokkunum þremur jókst fylgni ( $R^2$ ) jafnt og þétt með minnkandi kornastærð, úr 0,47 í grófmósflokknum upp í 0,95 í kornastærðinni mélu. Enn hærri fylgni er á milli heildarstyrks í sýnapörunum,  $R^2=0,99$ . Ástæðan fyrir lægri fylgni í grófari en fingerðari kornastærðarflokkunum er væntanlega sú að grófa efnið ferðast frekar í púlsum þar sem straumhraðinn er tiltölulega hár og því er tilfallandi hvort grófa efnið náist í sýnatakann í S2 sýnum sem tekin eru nærri bakkanum þar sem straumhraðinn er minni. Þannig er styrkur sands um 20 til 60 sinnum hærri í S1 sýnum en S2 sýnum og styrkur grófmós um tí- til þrítugfaldur í S1 sýnum í sömu pörum (mynd 10).



Mynd 9: Styrkhlutfall heildarsvifaurs og kornastærðarflokkanna fimm í S1 og S2 sýnum sem tekin voru í Þjórsá við Sóleyjarhöfða 6. ágúst 2004.





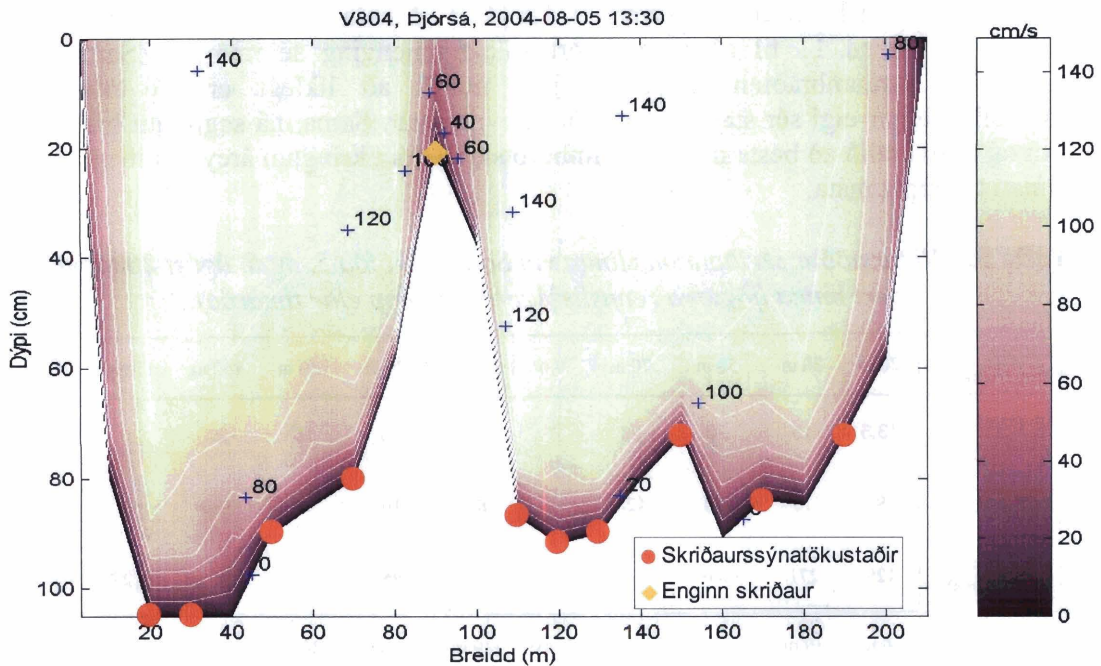
**Mynd 10:** Vensl styrkhlutfalls (S1/S2) og rennslis í svifaurssýnapörum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 6. ágúst 2004.

### 3.3 Skriðaurssýni

#### 3.3.1 Skriðaurframburður

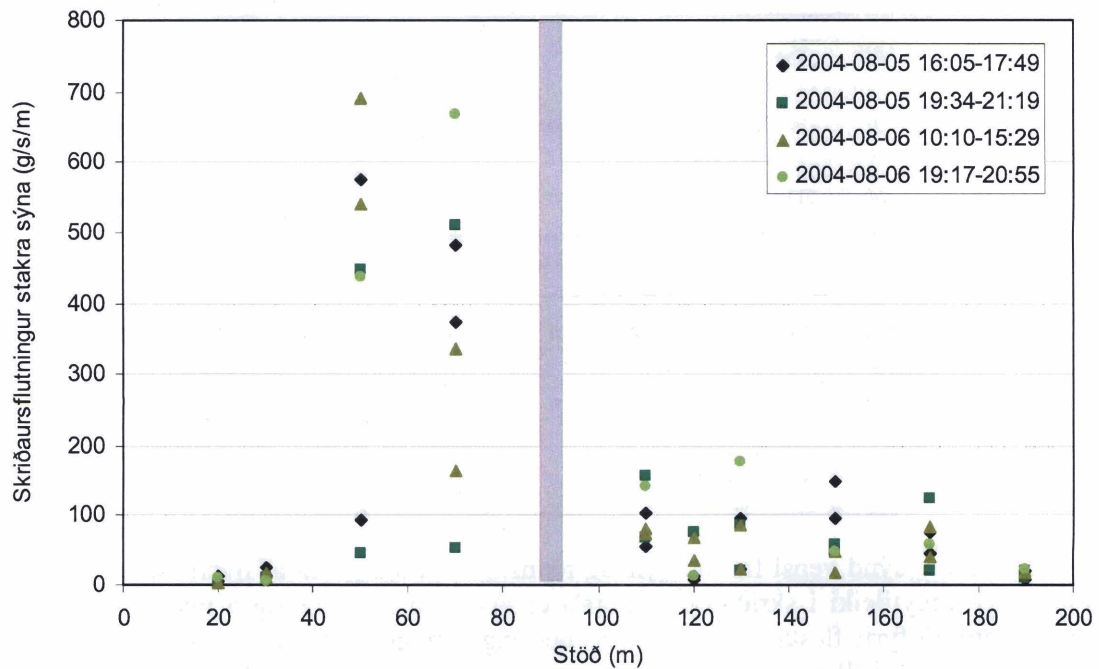
Dagana 5. og 6. ágúst voru 80 skriðaurssýni tekin á tíu stöðum yfir þversniðið við Sóleyjarhöfða. Á mynd 11 eru þessir tíu sýnatökustaðir settir inn á hraðasnið í farveginum sem fékkst í rennslismælingu þann 5. ágúst. Áberandi grynningar eru í miðri ánni og rennur Þjórsá í tveimur álum sitt hvoru megin við þær. Engin skriðaurssýni voru tekin á sjálfum grynningunum enda var þar mjög lítill straumur og ekki sjáanlegt að botnskrið næði sér af stað. Hins vegar hefði verið betra ef sýni hefðu einnig verið tekin á 80 og 100 m til þess að hægt væri að afmarka betur hvar á grynningunum botnskrið hætti. Í útreikningum á skriðaurframburði var miðað við að enginn framburður væri á 90 m og framburður því reiknaður eins og um tvo farvegi væri að ræða eftir aðferðum lýst í kafla 2.4.1.

Sýnunum var skipt upp í fernt eftir því hvorn daginn þau voru tekin og hvenær dagsins þau voru tekin. Upplýsingar um tímasetningu, meðalrennsli, spönn rennslis (range), sem og niðurstöður um skriðaurframburð eru settar fram í töflu 5. Meðalrennsli innan hvers rennslisbils var frá 157 til 213 m³/s og var tiltölulega lítill breytileiki í rennsli innan hvers rennslisbils (9–15 m³/s). Eins og fyrir svifaurssýnin er rennsli við Sóleyjarhöfða fundið með því að nota rennsli við vhm 100 við Norðlingaöldu með 3 klst. hliðrun. Hafa ber í huga að slík hliðrun á rennsli milli staða er alltaf ónákvæm vegna breytilegra rennslisaðstæðna, en einnig bætast nokkrar minni ár og lækir við Þjórsá milli Sóleyjarhöfða og vatnshæðarmælis 100.



**Mynd 11:** Þversnið yfir farveg Þjórsár við Sóleyjarhöfða samkvæmt rennslismælingu 5. ágúst 2004. Skriðaurssýnastaðir eru sýndir með fylltum hringjum.

Á mynd 12 er framburður stakra sýna settur fram fyrir rennslisbilin fjögur og eru sömu litir notaðir og í töflu 5 fyrir hverja syrpu. Framburður stakra sýna er langminnstur, um og undir 20 g/s/m, næst bökkum árinna á 20, 30 og 190 m, en mestur en mjög misjafn á 50 og 70 m, þ.e. frá 45 til tæplega 700 g/s/m.



**Mynd 12:** Framburður stakra sýna sem tekin voru 5. og 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða. Gráa skyggingin er sett inn á myndina til þess að minna á áreyrina í kringum 90 m.

Þar sem engin sýni voru tekin á 80 og 100 m þurfti að framlengja útreikninga á framburði að eyrinni þar sem hann er talinn vera 0. Hægt er að nota upplýsingar um hraðann í farveginum á mynd 11 til að meta hvort slík framlenging sé raunhæf. Samkvæmt myndinni er straumhraðinn á 80 m það mikill að líklegt er að töluverður skriðursflutningur eigi sér stað í þeim jaðri áreyrarinnar. Sama má segja um hraðann á 100 m og er því talið að besta mat um framburð skriðurs í kringum áreyrina megi reikna á þennan tvískipta máta.

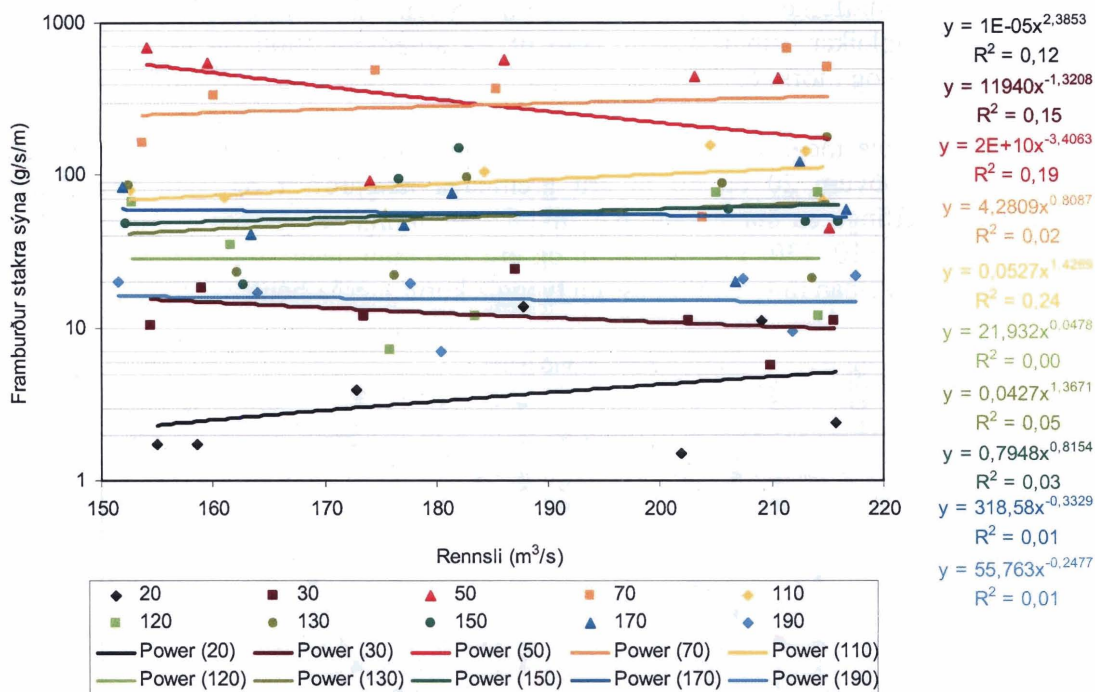
**Tafla 5:** Niðurstöður skriðursmælinga við Sóleyjarhöfða 5. og 6. ágúst 2004 fyrir hvert hinna fjögurra rennslisbila (raðað upp eftir tímaröð).

2004-08-05 16:05-17:49 meðalQ=180; spönn 15 (m <sup>3</sup> /s)	20 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	120 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13,5	15	20	20	0	15	10	15	20	20	20	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	9	18	334	428	0	80	10	59	122	61	13	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	120	271	6689	8556	0	1196	96	883	2432	1227	262	<b>21,7 kg/s</b>
2004-08-05 19:34-21:19 meðalQ=209; spönn 14 (m <sup>3</sup> /s)	20 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	120 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13,5	15	20	20	0	15	10	15	20	20	20	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	2	11	246	281	0	113	76	54	54	71	15	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	27	167	4913	5628	0	1693	760	809	1072	1422	302	<b>16,8 kg/s</b>
2004-08-06 10:10-15:29 meðalQ=157; spönn 12 (m <sup>3</sup> /s)	20 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	120 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13,5	15	20	20	0	15	10	15	20	20	20	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	2	14	616	250	0	76	51	54	34	62	18	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	24	213	12318	5002	0	1140	509	814	671	1249	370	<b>22,3 kg/s</b>
2004-08-06 19:17-19:55 meðalQ=213; spönn 9 (m <sup>3</sup> /s)	20 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	120 m	130 m	150 m	170 m	190 m	Alls
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13,5	15	20	20	0	15	10	15	20	20	20	
Meðalskriðursframburður á hverri stöð (g/s/m)	11	6	436	669	0	142	12	177	49	59	22	
Heildarskriðursframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	151	85	8727	13377	0	2123	120	2654	976	1181	437	<b>29,8 kg/s</b>

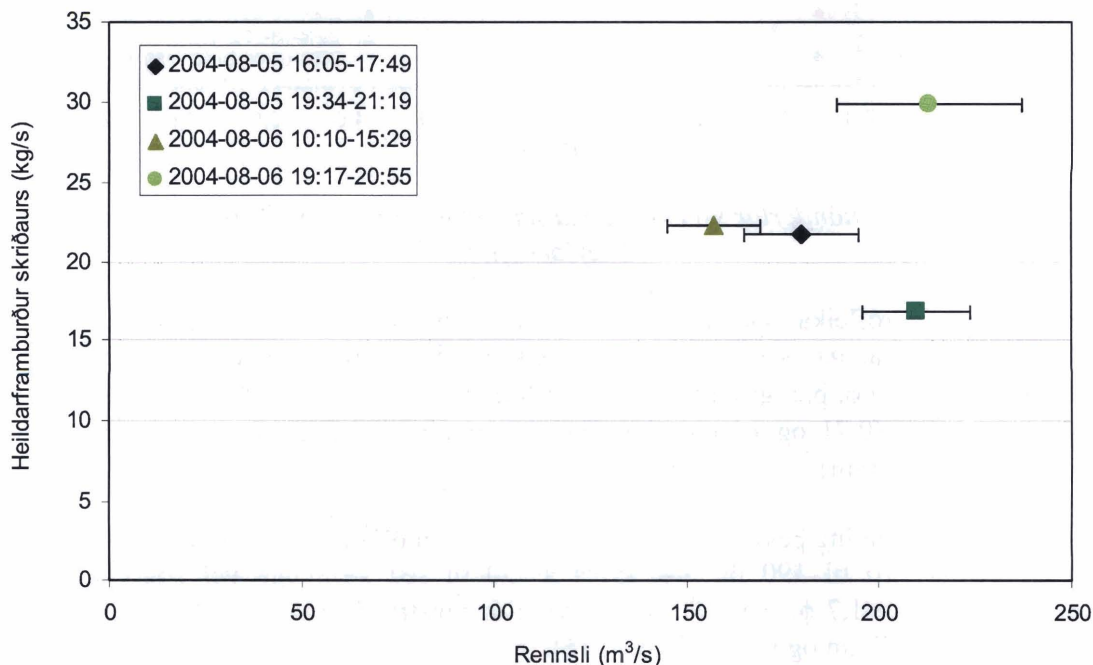
Á mynd 13 eru sýnd vensl framburðar og rennslis fyrir stök sýni af hverri stöð fyrir sig. Hinn mikli breytileiki í skriðursframburði er áberandi hér eins og á mynd 12, en hér kemur fram að fyrir flestar stöðvarnar er nær engin fylgni milli framburðar og rennslis. Smávægileg fylgni ( $R^2$ ) sést þó á milli þessara þátta fyrir stöðvarnar 20, 30, 50 og 110 m, en hún er innan við 0,25 fyrir þær allar og er veldisvísirinn neikvæður fyrir tvær þeirra, 30 og 50 m (mynd 13). Þessi lélega fylgni við rennslis er ólík því sem hefur sést í öðrum ám, t.d. í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (VST og Orkustofnun 2003).



Heildarframburður skriðaus var á bilinu 16,8 til 29,8 kg/s og mældist hann heldur hærri 6. ágúst en daginn áður. Ekki er greinileg aukning í heildarframburði skriðaus með auknu rennsli frekar en í framburði stakra sýna (tafla 5; mynd 14).



Mynd 13: Vensl framburðar stakra skriðaurssýna fyrir hverja stöð fyrir sig og rennslis frá vhm 100 með þriggja klst. hliðrun.

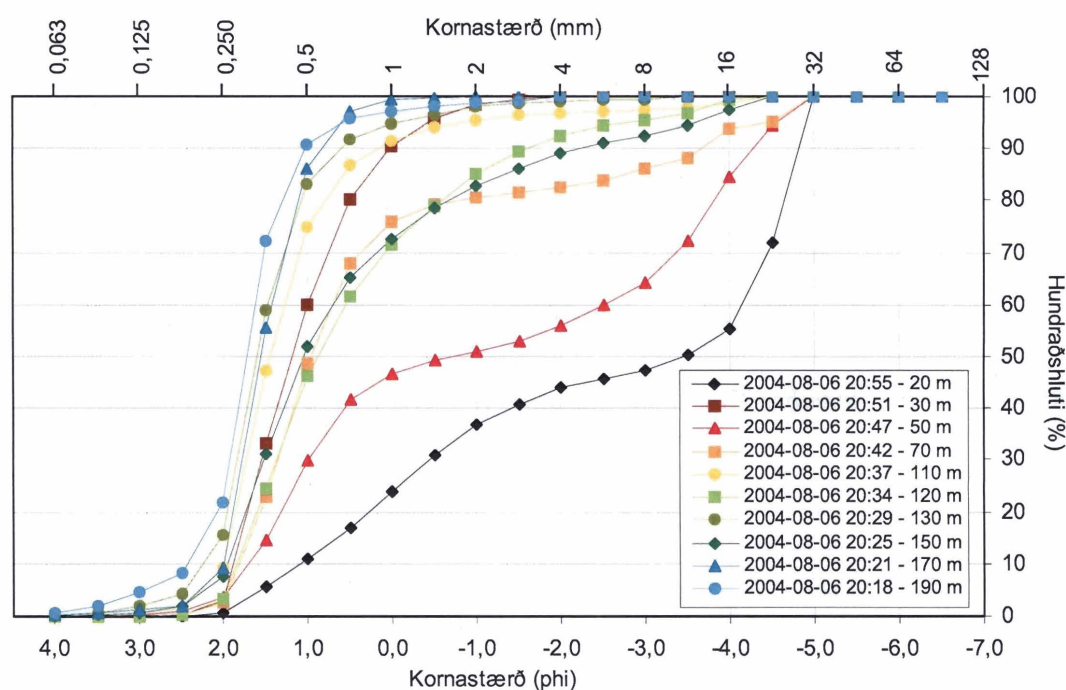


Mynd 14: Vensl heildarframburðar skriðaus og rennslis samkvæmt sýnum sem tekin voru 5. og 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

### 3.3.2 Kornastærð skriðaurssýna

Þann 6. ágúst voru tíu skriðaurssýni tekin og sett í fötur til frekari greiningar og voru þessi sýni kornastærðargreind á aurburðarstofu VM samkvæmt aðferðum sem lýst er í kafla 2. Safntíðniferlar þessara sýna eru sýndir á mynd 15 en afleiddir kornastærðareiginleikar sem reiknaðir voru út frá aðferðum Blott og Pye (2001) eru sýndir á mynd 16 og í töflu 6.

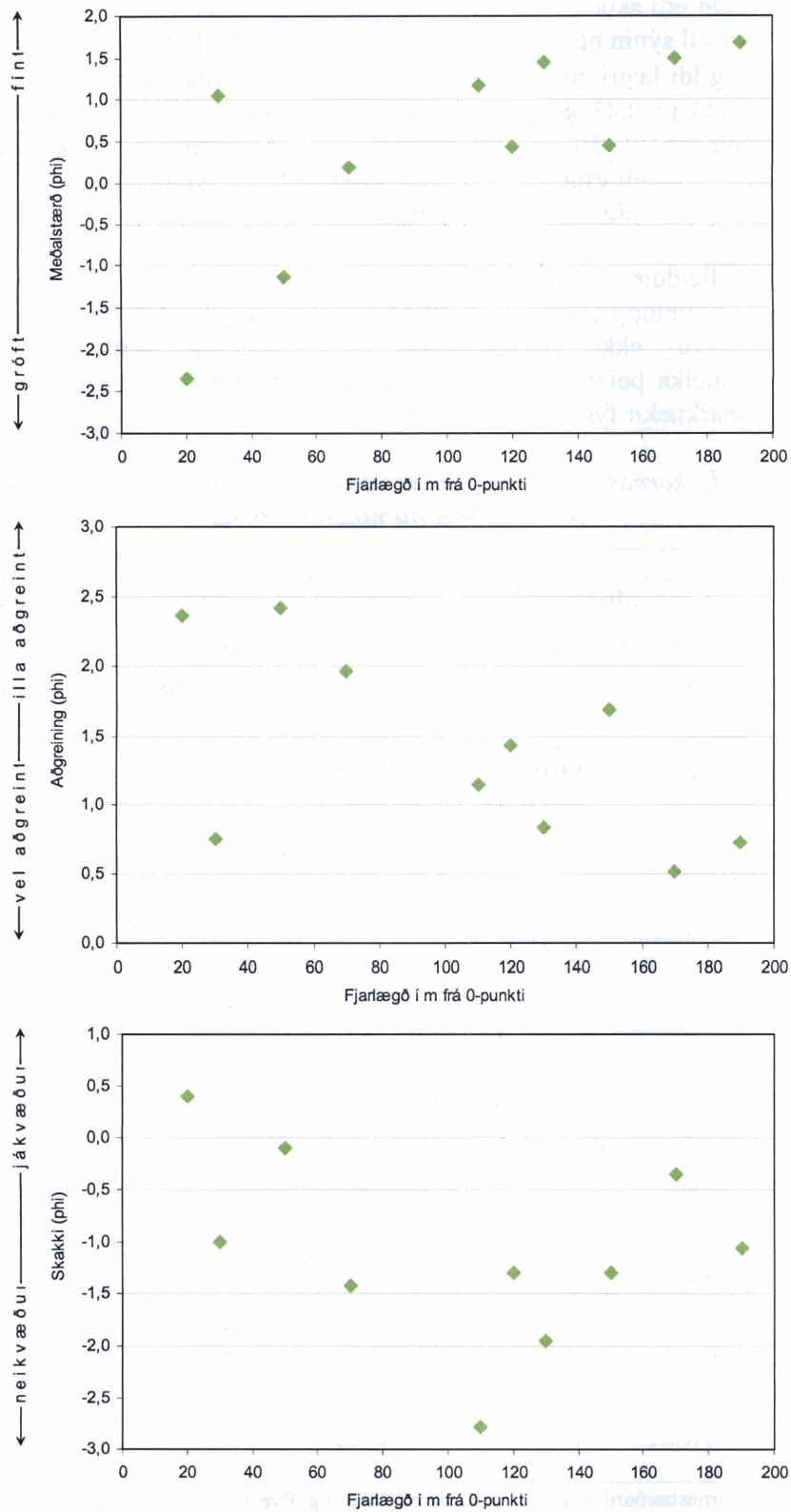
Segja má að skipta megi skriðaurssýnunum í þrennt eftir safntíðniritunum. Sýnin sem tekin voru á stöðvum 20 og 50 m eru greinilega langgrófust og hafa mun flatari kornastærðardreifingu en önnur sýni, þ.e. minni aðgreiningu. Fíngerðustu sýnin eru hins vegar sýni af 30, 110, 130, 170 og 190 m og eru þau mun betur aðgreind. Sýnin af 70, 120 og 150 liggja síðan mitt á milli þessara tveggja kornastærðarhópa.



**Mynd 15:** Safntíðniferlar skriðaurssýna sem tekin voru 6. ágúst 2004 í Þjórsá við Sóleyjarhöfða.

Þessi munur í grófleika sést einnig vel á mynd 16 sem sýnir afleidda kornastærðareiginleika sýnanna. Þar sést að sýnin sem tekin voru á 20 og 50 m hafa meðalstærð neikvæðari en  $-1,0 \phi$ , þ.e. grófari en 2 mm, sýnin frá 70, 120 og 150 m hafa meðalstærð milli  $0,5$  og  $0 \phi$  ( $0,71$  og  $1$  mm), á meðan önnur sýni eru fíngerðari með meðalstærð innan við  $1 \phi$  ( $0,5$  mm).

Segja má að aðgreining þessara sýna sé tvískipt þar sem öll sýnin sem tekin voru úr hægri álum, þ.e. á 110 til 190 m, auk sýnis af 30 m séu sámilega vel aðgreind (með aðgreiningargildi  $<1,7 \phi$ ). Hins vegar eru sýnin úr vinstri álum af 20, 50 og 70 m verr aðgreind með gildi um og yfir  $2 \phi$  (mynd 16).



**Mynd 16:** Afleiddir kornastærðareiginleikar (medalstærð: efsta mynd; aðgreining: mið mynd og skakki: neðsta mynd) greindra skriðaurssýna sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 6. ágúst 2004.

Þegar skakkagildin eru skoðuð (mynd 16 neðsta mynd og tafla 6) kemur í ljós að gildin eru neikvæð fyrir öll sýnin nema sýnið af 20 m. Samkvæmt afleiðuaðferð er miðað við að sýni með skakkagildi lægri en  $-0,43 \phi$  hafi neikvæðan skakka (Blott og Pye 2001), sýni með gildi frá  $-0,43$  til  $0,43 \phi$  séu samhverf, en sýni með gildi  $>-0,43 \phi$ . Út frá þeirri flokkun eru sýnin af 20, 50 og 170 m samhverf, en önnur sýni hafa misneikvæðan skakka, þ.e. hala af grófu efni sem oftast er til kominn ef sýnið inniheldur nokkra mun stærri steina en stærstur hluti sýnisins er gerður úr.

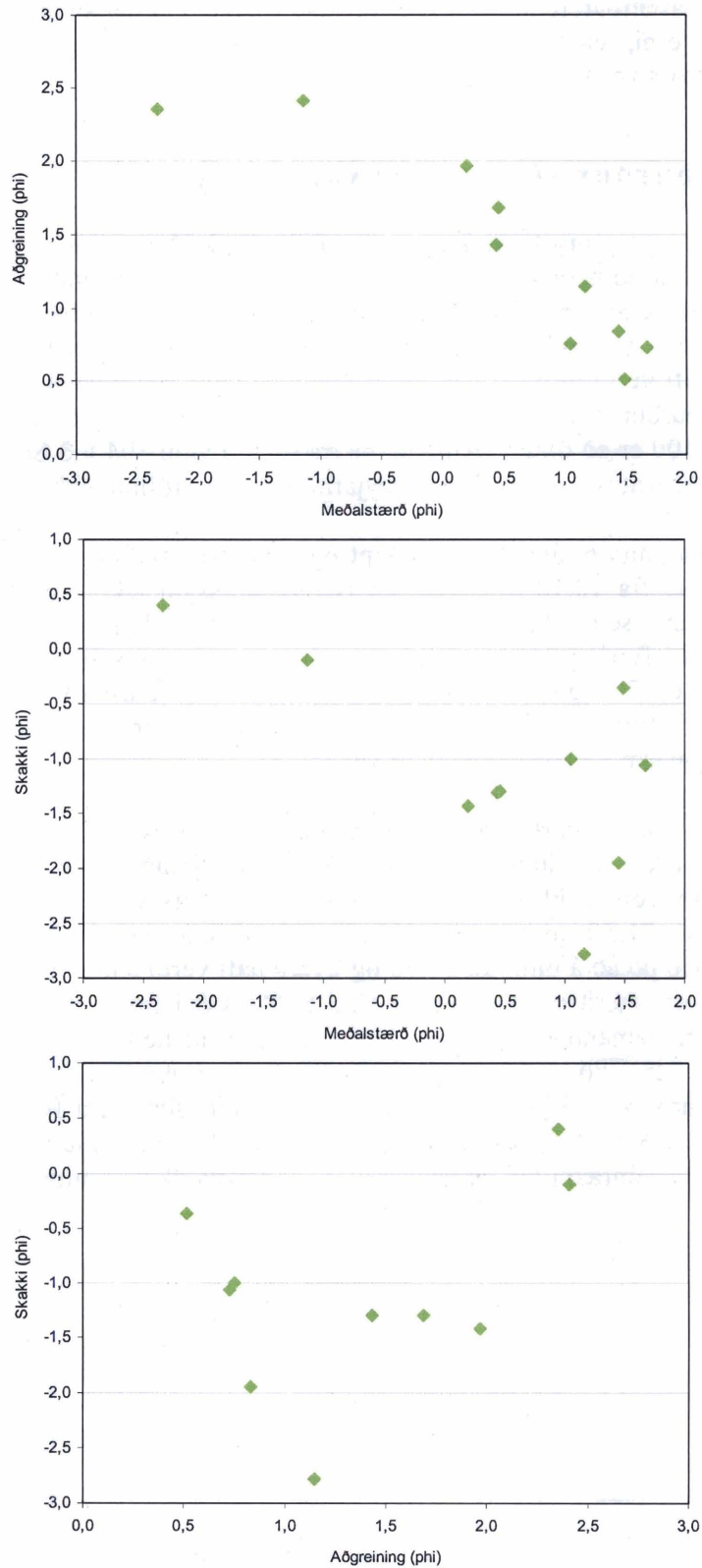
Í töflu 6 eru afleiddir kornastærðareiginleikar settir fram, sem og hvernig lögun dreifingarinnar er (eintoppa, tvítoppa, þritoppa eða margtoppa). Í töflunni kemur fram að þrjú sýnanna eru ekki normaldreifð (eintoppa) og þarf því að skoða kornastærðareiginleika þeirra sýna með sérstakri varúð þar sem slíkir útreikningar eru aðeins að fullu marktækir fyrir normaldreifð sýni.

**Tafla 6:** Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna sem safnað var þann 6. ágúst 2004 við Sóleyjarhöfða í Þjórsá.

Sýni	Meðalstærð ( $\phi$ )	Aðgreining ( $\phi$ )	Skakki ( $\phi$ )	Lögun dreifingar Aðgreining Skakki*
2004-08-06 20:55 - 20 m	-2,336	2,354	0,398	Tvítoppa Mjög illa aðgreint Samhverft Eintoppa
2004-08-06 20:51 - 30 m	1,048	0,756	-1,001	Í meðallagi aðgreint Neikvæður skakki
2004-08-06 20:47 - 50 m	-1,140	2,412	-0,102	Tvítoppa Mjög illa aðgreint Samhverft Þritoppa
2004-08-06 20:42 - 70 m	0,194	1,967	-1,424	Illa aðgreint Mjög neikvæður skakki Eintoppa
2004-08-06 20:37 - 110 m	1,169	1,148	-2,777	Illa aðgreint Mjög neikvæður skakki
2004-08-06 20:34 - 120 m	0,445	1,434	-1,303	Eintoppa, Illa aðgreint Mjög neikvæður skakki
2004-08-06 20:29 - 130 m	1,448	0,835	-1,946	Eintoppa Í meðallagi aðgreint Mjög neikvæður skakki
2004-08-06 20:25 - 150 m	0,459	1,686	-1,298	Eintoppa Illa aðgreint Neikvæður skakki
2004-08-06 20:21 - 170 m	1,492	0,514	-0,362	Eintoppa Vel aðgreint Samhverft
2004-08-06 20:18 - 190 m	1,675	0,729	-1,065	Eintoppa Í meðallagi aðgreint Neikvæður skakki

- Lýsingar kornastærðardreifingar samkvæmt Blott og Pye (2001) reiknaðar út frá lógaritmískri afleiðuaðferð.





**Mynd 17:** Vensl einstakra kornastærðareiginleika i skriðaurssýnum frá Sóleyjarhöfða. Efsta mynd: Aðgreining vs. meðalstærð. Miðmynd: Skakki vs. meðalstærð. Neðsta mynd: Skakki vs. aðgreining.

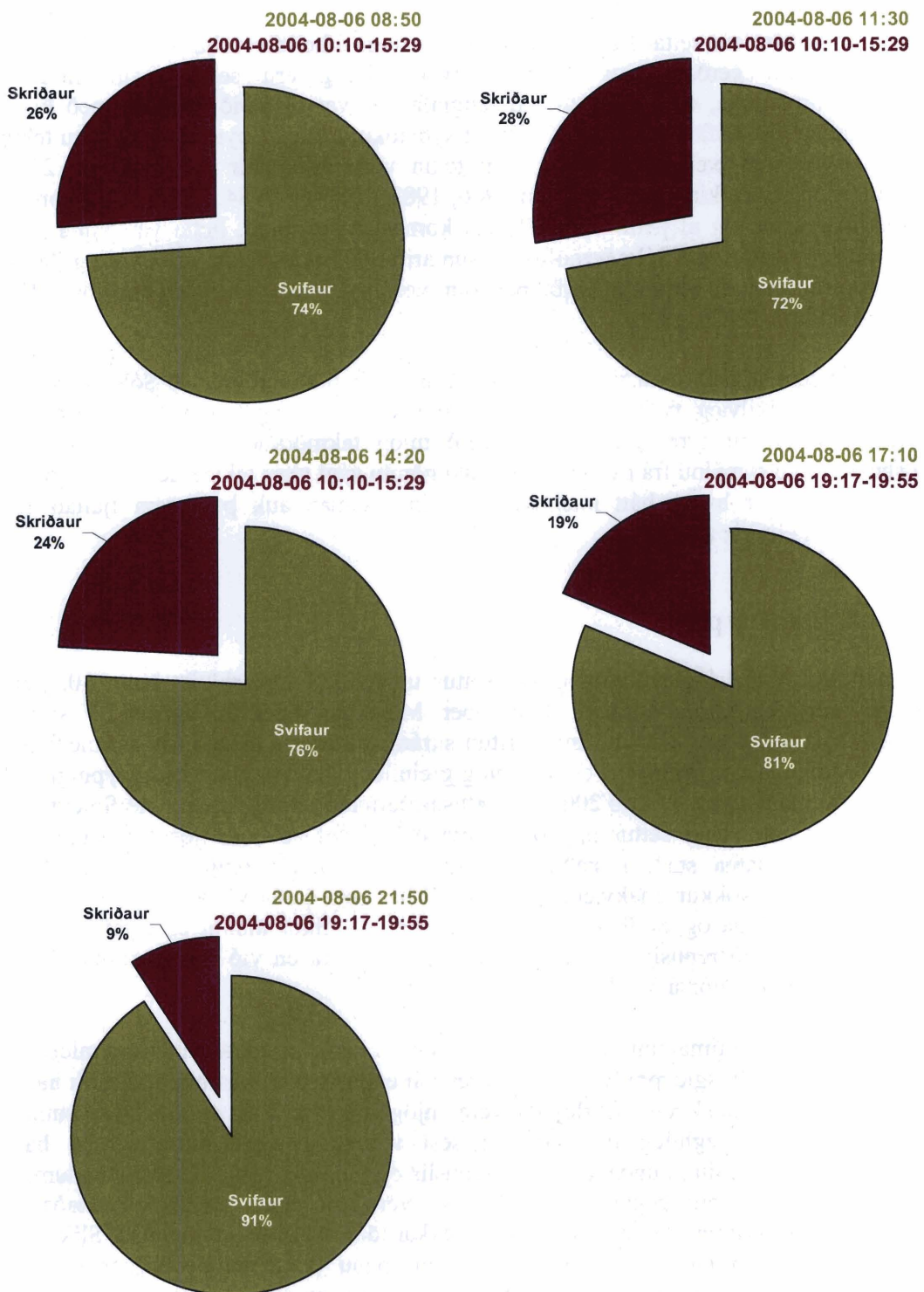
Ef samband kornastærðareiginleikanna er skoðað (mynd 17) má sjá að aðgreining eykst með fingerðara efni, en hins vegar er ekki nein sérstök fylgni milli skakka og meðalstærðar annars vegar og skakka og aðgreiningar hins vegar.

### 3.4 Samanburður svifaurs og skriðaus

Fjögur S1 svifaurskýni voru tekin á sama tímabili og skriðaurssýnin voru tekin þann 6. ágúst 2004. Hægt er að bera saman svifaurs- og skriðaurssýningu við Sóleyjarhöfða með því að bera saman þessi sýni eins og gert er á mynd 18. Nokkur óvissa er í rennslistölum fyrir sýnin og þar af leiðandi fyrir svifaursflutning, þar sem ekki er hægt að fullyrða að tímamismunur hafi verið nákvæmlega þrjú klukkustundir þessa daga. Einnig er líklegra að svifaursframburður sé heldur ofmetinn samkvæmt þessum útreikningum þar sem rennsli við vhm 100 er að öllum líkindum hærra en við vhm 804 við Sóleyjarhöfða enda bætast nokkrar bergvatnsár við á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu.

Skriðaurssýnataka þann 6. ágúst var tvískipt og voru þrjú svifaurskýni tekin innan fyrri hluta sýnatökunnar frá 10:10 til 15:29, en tvö svifaurskýni tekin sitt hvoru megin við skriðaurssýnatökuna, sem stóð yfir frá kl. 19:17 til 19:55. Heildarframburður skriðaus mældist 22,3 kg/s í fyrri syrpinni en í þessum þremur sýnum, sem tekin voru samtímis, var hann 63, 58 og 70 kg/s, eða frá 72 til 76% af heildaraurburði við Sóleyjarhöfða. Augnabliksrennsli fyrir svifaurskýnin þrjú var á bilinu frá 150 til 162 m<sup>3</sup>/s, en meðalrennsli innan skriðaurssýnatökunnar var 157 m<sup>3</sup>/s.

Í seinni syrpinni var heildarframburður skriðaus nokkuð hærri, 29,8 kg/s, en hvorugt svifaurskýnið var tekið samtímis skriðaurssýnatökunni. Byrjað var að taka fyrri sýnið kl. 17:10, eða rúmum tveimur klukkustundum áður en skriðaurssýnatakan byrjaði, en seinna sýnið var tekið kl. 21:50, um tveimur tímum eftir að hún endaði. Hér er talað um að sýnatöku hafi lokið þó að á milli kl. 20:55 og 21:50 hafi verið tekin 10 skriðaurssýni sem notuð voru til kornastærðargreiningar en ekki höfð með í framburðarútreikningum. Ef miðað er við fyrri samanburðarparið er hlutur svifaurs af heildaraurframburði 81%, en 91% ef miðað er við seinna samanburðarparið (mynd 18). Meðalrennslið í skriðaurssýnatökunni var 213 m<sup>3</sup>/s en augnabliksgildi rennslis þegar fyrri sýnið var tekið var 183 m<sup>3</sup>/s, en 238 m<sup>3</sup>/s þegar seinna sýnið var tekið. Lægra hlutfall svifaurs í fyrri parinu er því í réttu samræmi við rennslisbreytingar á sýnatökutímanum.



**Mynd 18:** Samanburður svifaurs- og skriðauraflutnings við Sóleyjarhöfða í Þjórsá þann 6. ágúst 2004.



## 4 SAMANTEKT

Í þessari skýrslu eru settar fram niðurstöður mælinga á heildaraurburði við Sóleyjarhöfða í Þjórsá sem gerðar voru í ágúst 2004. Einnig eru settar fram niðurstöður ljósgleypnimælinga, en í samráði við ráðgjafa LV var ákveðið að bíða með kvörðun mælinganna við svifaurssýni þar til síðar. Í sýnatökuferðinni í byrjun ágúst voru tekin 10 svifaurssýni sem bætast við sýnin sem tekin voru árið áður (51 sýni) og 22 eldri svifaurssýni sem tekin voru á árunum 1966, 1982, 1983 og 1984. Í sömu ferð voru tekin 80 skriðaurssýni og af þeim voru 10 sýni kornastærðargreind. Þetta var önnur ítarlega skriðaurssýnataka við Sóleyjarhöfða en sumarið 2003 voru tekin 156 sýni og 38 þeirra kornastærðargreind. Skriðaur hafði þó áður verið mældur við Sóleyjarhöfða í fjórum umferðum árin 1982 og 1984.

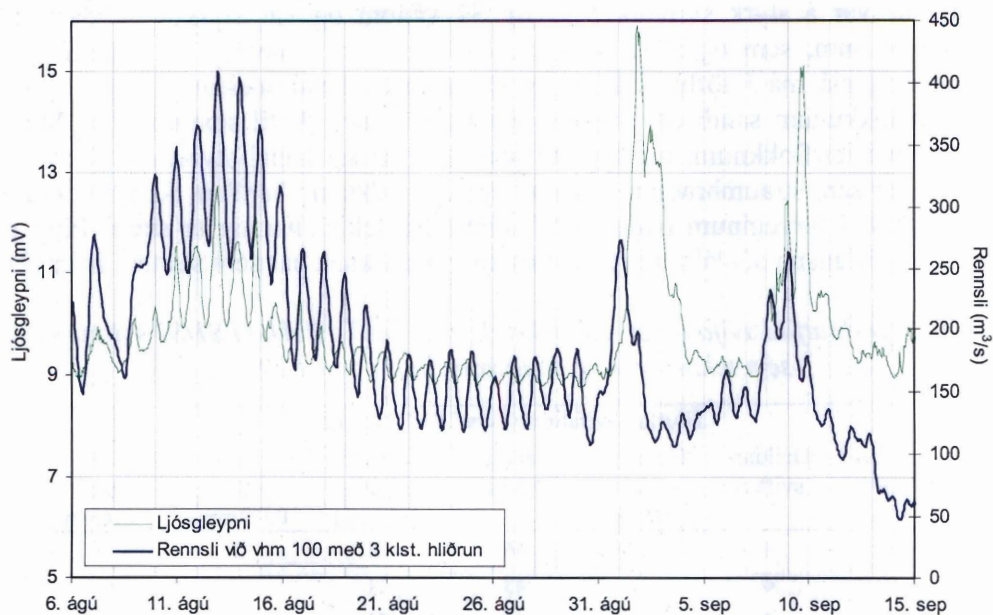
Þau gögn sem safnað hefur verið síðustu tvö ár um heildaraurburð við Sóleyjarhöfða eru sérstaklega mikilvæg fyrir allar umhverfisrannsóknir í tengslum við virkjunarkosti á svæðinu enda eru fyrri gögn um aurburð mjög takmörkuð, auk þess sem breyttar aðstæður eru á svæðinu frá því að mörg þessi gömlu sýni voru tekin. Hér á eftir eru helstu niðurstöður fyrir hvern þátt mælinganna teknar saman auk þess sem fjallað er um framhaldsmælingar á svæðinu.

### 4.1 Ljósgleypni

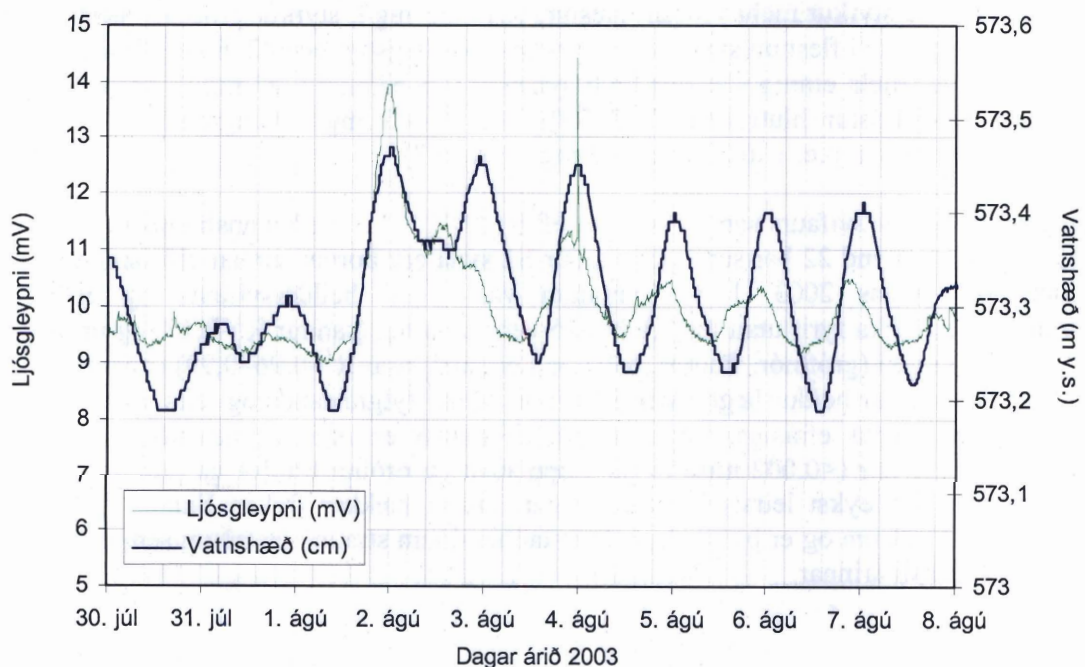
Partech IR15C® ljósgleypnimælir var settur upp við Sóleyjarhöfða þann 30. júní og skráði hann ljósgleypni fram til 21. október. Mælirinn var settur upp af LV sem ráku hann yfir sumarið en VM sáu um forritun skráningartækis og geymslu og meðhöndlun gagna. Mælingarnar gengu vel og var mjög greinileg dægursveifla í ljósgleypnigildunum eins og sjá má á mynd 4. Árið 2003 var vatnshæðarmælir einnig rekinn við Sóleyjarhöfða en í ár var hann ekki settur upp og er því ekki hægt að bera ljósgleypnigögnin við vatnshæð frá sama stað. Í staðinn verður að notast við rennsli úr vhm 100 við Norðlingaöldu. Nokkur ónákvæmni felst í því þar sem áætla verður rennslistímamunur á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu en vitað er að slíkur munur er alltaf breytilegur. Einnig er vitað að rennsli við vhm 100 er aðeins hærra en við Sóleyjarhöfða þar sem nokkrar ár renna í Þjórsá á milli staðanna.

Út af breytilegum tímamun þarna á milli er ekki einfalt að gera sér nákvæmlega grein fyrir því hvernig ljósgleypni breytist með rennsli enda virðist tímamunur á milli hámarka dægursveiflu í rennsli og ljósgleypni vera mjög misjafn. Yfir stóran hluta sumarsins þegar tiltölulega regluleg dægursveifla sést í báðum eiginleikum virðist hámark ljósgleypni vera heldur á undan hámarki rennslis og munar allt að 7 klukkustundum. Hins vegar koma tímabil þegar rennsli eykst verulega eins og um mánaðarmótin ágúst/september (mynd 19) en ljósgleypni hækkar töluvert seinna en rennsli. Slík seinkun er þó ekki algild eins og í rennslisaukningu þann 8. september þegar rennsli og ljósgleypni hækka samtímis en í lok rennslisstopsins er aukatoppur í ljósgleypni sem hugsanlega er til kominn vegna óhreininda á ljósgleypnimælinum. Þessi mismikli tímamunur á milli toppa í rennsli og ljósgleypni er að öllum líkindum til kominn vegna þess að rennsli og framboð svifauris er misjafnt eftir upphafskvísllum árinna, sem flestar eru ættaðar frá skriðjökklum Hofsjökuls, Köldukvíslarjökli og Tungnafellsjökli (mynd 1).

Þar sem ekki eru til vatnshæðargögn fyrir Sóleyjarhöfða árið 2004 var reynt að meta mun á toppum á vatnshæð og ljósgleypni árið 2003 þegar vatnshæðarmælir var rekinn á staðnum (mynd 20). Dægursveifla í ljósgleypnigögnunum er ekki mjög regluleg en þó má sjá að toppar í ljósgleypni eru yfirleitt fyrir á ferðinni en toppar í vatnshæð. Þessi munur er misjafn og virðist vera á bilinu ein til fimm klukkustundir þar sem hann var skoðaður sérstaklega. Til þess að athuga þennan mun nákvæmlega þarf hins vegar mun nákvæmari tölfræðilega úttekt á gögnunum, svipaða þeirri sem hefur verið gerð og er í gangi fyrir Jökulsá á Fjöllum (Steen Henriksen 2004).



**Mynd 19:** Ljósgleypni við vhm 804 og rennsli við vhm 100 (með þriggja klukkustunda seinkun) fyrir tímabilið frá 6. ágúst til 15. september 2004.



**Mynd 20:** Ljósgleypni og vatnshæð við vhm 804 30. júlí til 8. ágúst 2003.



## 4.2 Svifaur

Sumarið 2004 voru fimm svifaurskýnapör tekin við Sóleyjarhöfða og samanstóð hvert par af einu sýni sem var tekið á sex stöðum dreift yfir farveginn (S1 sýni) og öðru sýni sem tekið var við ljósgleypnimælinn (S2 sýni), sem staðsettur var u.þ.b. fimm metra frá vinstri (austari) bakka árinna. Öll sýnin voru tekin með hefðbundnum S49 svifaurskýnataka.

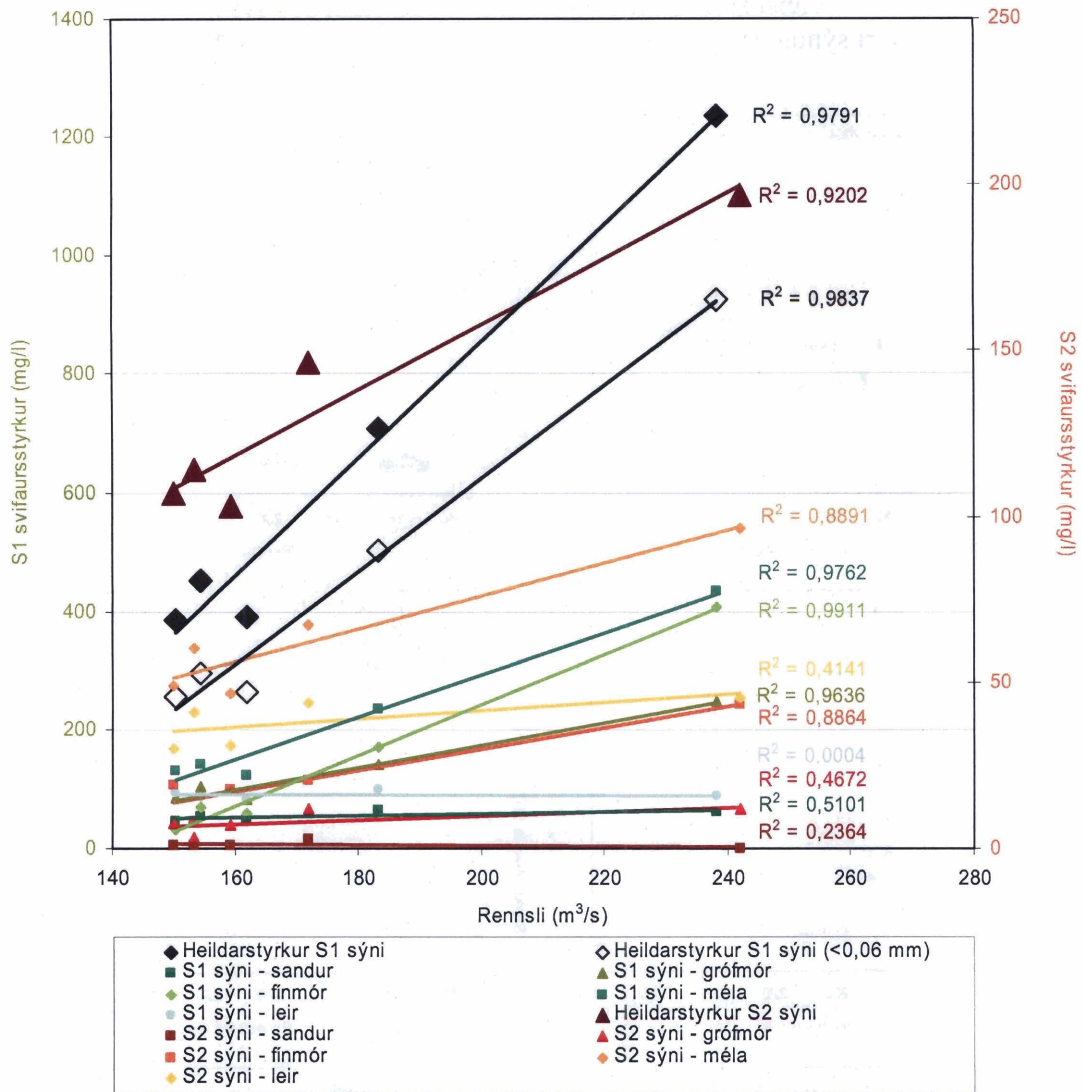
Á myndum 5 og 7 eru settar fram niðurstöður svifaursmælinganna á sýnunum frá 2004. Mikill munur var á styrk svifaurs í S1 og S2 sýnum og var styrkur heildarsvifaurs, svifaurs <0,06 mm, sem og allra kornastærðarflokka mun hærri í S1 sýninu en í S2 sýninu eins og sjá má í töflu 7. Eins og skiljanlegt er var mestur munur á grófstu kornastærðarflokkunum sandi og grófmó, eða frá rúmlega tí- til sextugfaldur. Minnstur var munurinn í leirflokknum, um tvö- til þrefaldur. Þessi hærri styrkur í S1 sýnum er auðskýrður þar sem straumhraðinn er mun lægri við bakkann þar sem S2 sýnin eru tekin en að meðaltali í farveginum þar sem S1 sýnin eru tekin. Þannig er stærra hluti grófa svifaursins í sviflausn í aðalálum farvegarins en við bakkana þar sem strauminn er lítill.

**Tafla 7:** Styrkhluftall svifaurs og einstakra kornastærðarflokka í S1/S2 svifaurskýnum sem tekin voru við Sóleyjarhöfða í ágúst 2004.

Kl. S1/S2 sýna	Rennsli S1 sýna (m <sup>3</sup> /s)	Hlutfall svifaursstyrks í S1/S2 sýnum						
		Heildarsvifaur	Heildarsvifaur <0,06	Sandur (>0,2 mm)	Grófmór (0,06–0,2 mm)	Fínmór (0,02–0,06 mm)	Méla (0,02–0,002mm)	Leir (<0,002 mm)
08:50/09:20	162	4	3	46	11	3	3	3
11:30/11:55	150	4	3	43	11	2	3	3
14:20/14:10	155	4	3	48	31	9	2	2
17:10/16:50	183	5	4	22	12	8	3	2
21:15/21:30	238	6	5	60	21	9	4	2

Í S1 sýnum var styrkur mélu yfirleitt hæstur, 121–433 mg/l, styrkur grófmós næsthæstur, 82 til 247 mg/l, en í flestum sýnum var styrkur sands lægstur, eða 42–64 mg/l (mynd 5). Í S2 sýnum var méla einnig stærstur hluti sýnanna (45–53%; 46–97 mg/l), en hins vegar var leir næststærstur hluti þeirra, 23–36% eða 30–45 mg/l. Langminnstur hluti S2 sýnanna var sandur, þ.e. 1 til 2% eða 1–3 mg/l (mynd 7).

Heildaraurstyrkur svifaurs sem og styrkur efnis <0,06 eykst með rennsli eins og sjá má á mynd 21 og á mynd 22 þar sem niðurstöður S1 sýna eru bornar saman við sambærilegar niðurstöður ársins 2003. Í S1 sýnunum var fylgni heildarsvifaurs og einstakra kornastærðarflokka fyrir utan leir frá því að vera sæmileg (sandur  $R^2=0,47$ ) og upp í það að vera mjög góð (grófmór, fínmór, méla og heildarstyrkur  $R^2=0,96-0,99$ ) (myndir 21 og 22), en fylgnin var heldur lægri fyrir S2 sýnin. Minni fylgni sands og leirs við rennsli er rakin til eðlisþátta efnisins. Þegar ákveðnu rennsli er náð er mestallur 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.

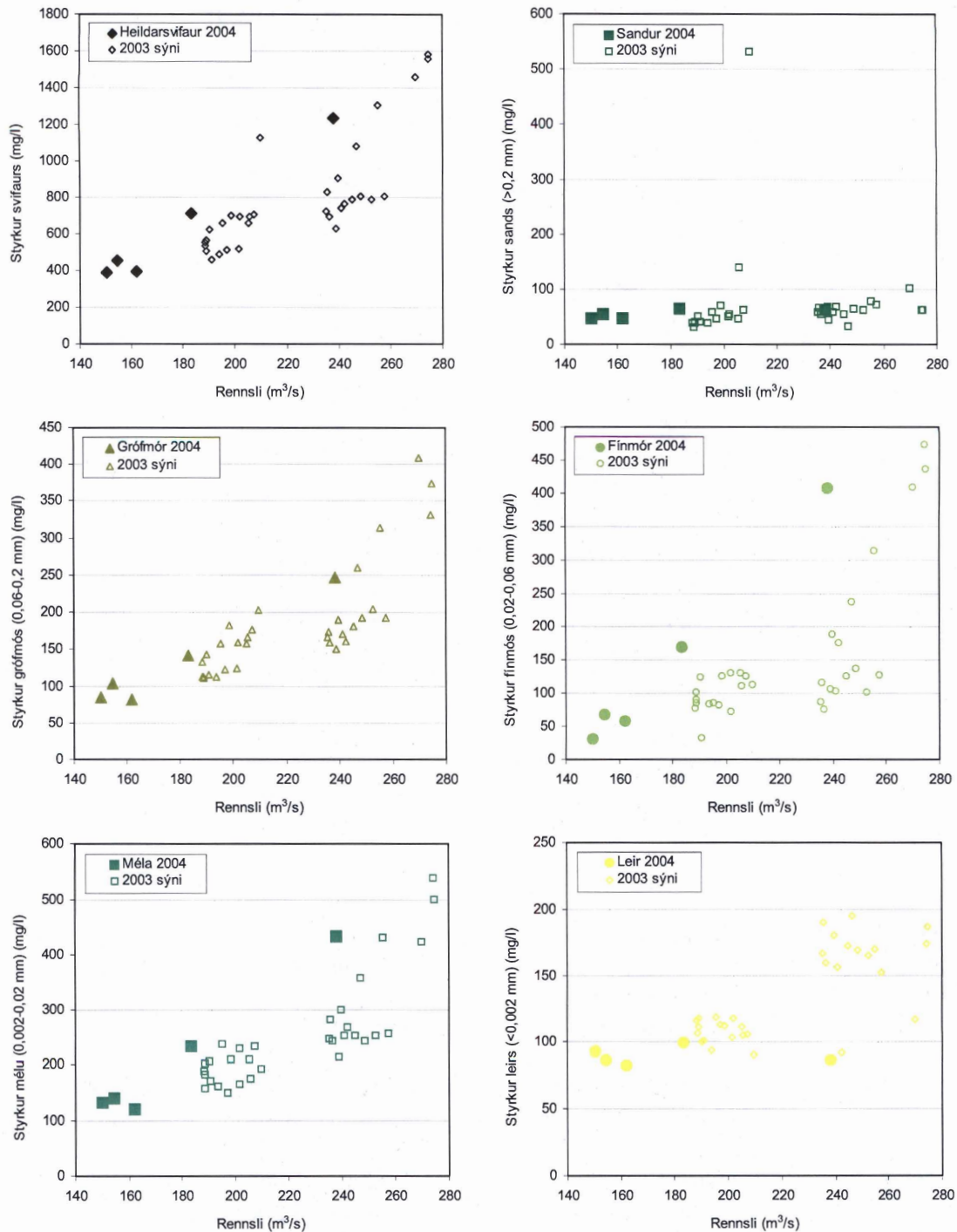


**Mynd 21:** Vensl heildarstyrks og styrks kornastærðarflokka svifaurs við rennsli fyrir bæði S1 sýni (grænir litir) og S2 sýni (rauðleitir litir) sem tekin voru við Sóleyjarhöfða 2004. Þar sem svifaurstyrkur er mjög misjafn fyrir S1 og S2 sýni eru S1 sýnin sett fram á vinstri y-ás en S1 sýnin á hægri y-ás.

Ef borinn er saman styrkur S1 sýna frá árunum 2003 og 2004 (mynd 22) sést að sýnin, sem tekin voru árið 2004 voru flest tekin við lægra rennsli en sýnin frá árinu 2003. Þó má sjá að í sýnum sem tekin voru við sambærilegt rennsli var styrkur heildarsvifaurs, gröfmós, finmós og mélu í flestum sýnum frá 2004 hærri en í sýnum ársins 2003. Ekki sást jafn mikill munur á sandstyrk á milli ára þó að tvo sýni frá 2003 skeri nokkuð úr með háan sandstyrk. Hins vegar var styrkur leirs allt að tvöfalt hærri í flestum sýnum ársins 2003 en árið 2004. Þessi munur á milli ára er þó ekki áberandi og falla sýnin frá 2004 ekki langt utan 2003 sýnanna. Í raun væri hægt að fella veldisfall (power) að flestum gagnasöfnunum sem sýnd eru á mynd 22 og myndu sýnin frá 2004 framlengja gögnin fyrir lægra rennsli. Fylgni ( $R^2$ ) slíkra veldisfalla (ekki sýnd) er á bilinu frá 0,5 til 0,77, en að öllum líkindum mætti bæta hana nokkuð með því að beita tveimur föllum á sömu



gögnin fyrir sitt hvort rennslisbilið. Til þess að búa til áreiðanlegan svifaurslykil þarf hins vegar að safna fleiri sýnum sem tekin eru dreifðara yfir árið og við breiðara rennslisbil.



**Mynd 22:** Tengsl heildarstyrks svifaurs og einstakra kornastærðarflokka í S1 svifaurskýnum frá Sóleyjarhöfða við rennsli hjá vhm 100 (miðað við þriggja klukkustunda rennslismun). Sýni frá 2004 eru sýnd með fylltum táknum en sýni frá 2003 með ófylltum táknum.

### 4.3 Skriðaur

Áttatíu skriðaurssýni voru tekin úr Þjórsá við Sóleyjarhöfða 5. og 6. ágúst 2004. Sýnatökunni var skipt upp í fjögur rennslisbil, tvö hvorn dag fyrir sig, og var skriðaurflutningur reiknaður fyrir hvert bil. Þegar sýnin voru tekin rann Þjórsá í tveimur álum sem voru afmarkaðir af grynningum (um 20 cm vatnsdýpi) í kringum 90 m. Flutningur skriðaus var því reiknaður fyrir hvern ál fyrir sig og framburður lagður saman. Ekki er til rennsli við Sóleyjarhöfða og því var notað rennsli fyrir vhm 100 við Norðlingaöldu með þriggja klukkustunda seinkun. Það rennsli er ekki nákvæmt þar sem aðeins er notaður áætlaður rennslistími á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu, en vitað er að yfirleitt er töluverður breytileiki í rennslistíma eftir aðstæðum og rennsli (sjá t.d. skýrslu Steen Henriksen um rennslistímamun milli vatnshæðarmæla í Jökulsá á Fjöllum).

Eins og sést á mynd 12 og töflum 5 og 8 var flutningur skriðaus mestur á 50 og 70 m þar sem hann náði yfir 600 g/s/m, en langminnstur var hann uppi við vinstri/austari bakkann á 20 m, eða 2–11 g/s/m. Heildarframburður skriðaus var frá 16,8 til 29,8 kg/s fyrir rennslisbilin fjögur (tafla 8) og er framburður svifaus settur fram móti rennsli á mynd 23. Á myndinni eru einnig sýndar niðurstöður fyrri mælinga á skriðaurflutningi frá 1982, 1984 og 2003.

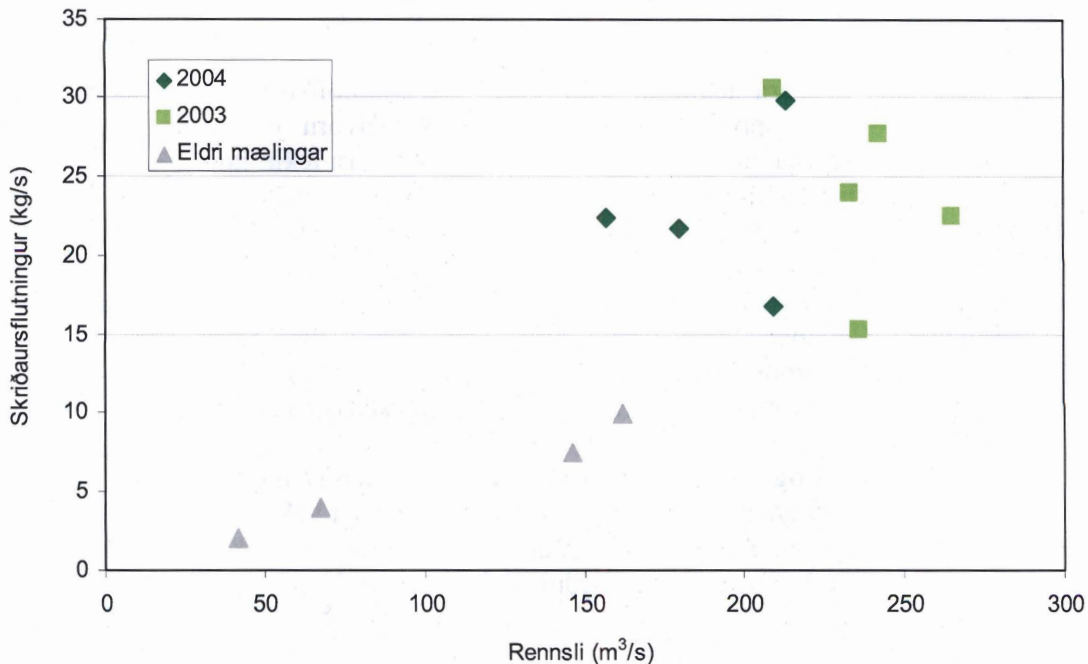
**Tafla 8:** Samanburður mælinga á heildarframburði skriðaus milli tímabila við Sóleyjarhöfða árin 2003 og 2004.

	$Q$ (spönn) $m^3/s$	$q_{bj}$ (g/s/m)											$Q_b$ (kg/s)
		20 m	30 m	50 m	70 m	90 m	110 m	120 m	130 m	150 m	170 m	190 m	
2004-08-05 16:05-17:49	180 (15)	9	18	334	428	0	80	10	59	122	61	13	21,7
2004-08-05 19:34-21:19	209 (14)	2	11	246	281	0	113	76	54	54	71	15	16,8
2004-08-06 10:10-15:29	157 (12)	2	14	616	250	0	76	51	54	34	62	18	22,3
2004-08-06 19:17-19:55	213 (9)	11	6	436	669	0	142	12	177	49	59	22	29,8

Í niðurstöðum ársins 2004 sést engin fylgni milli skriðaurflutnings og rennslis frekar en árið 2003. Í fyrra var líkleg ástæða fyrir litlum mun á heildarframburði talin sú að sveiflur í framburði aurs, sem geta komið fram innan árstíðar eða dags, sem og staðbundnar straumaðstæður, skipti álíka miklu máli og breytileiki rennslisins. Einnig virðist framboð á skriðaursefni skipta miklu máli. Líklegt er að sömu ástæður séu fyrir hinum mikla breytileika í skriðaurframburði árið 2004.

Samantekt milli ársins 2004 og fyrri ára bendir til þess að heildarframburður skriðaus hafi verið heldur meiri síðustu tvö ár en á árunum 1982 og 1984 (Haukur Tómasson o.fl. 1996; Svanur Pálsson 2000). Þó verður að hafa í huga að rennsli fyrir eldri mælingarnar er fundið samkvæmt ónákvæmum rennslismælingum sem að mestu voru gerðar á sjö sniðum yfir ána sem var allt að 193 m breidd. Þessi há skriðaurflutningur síðustu tvö ár er hugsanlega til kominn vegna vinnu við Þórisós en samtímis henni var öllu vatni hleypt niður Þjórsá framhjá Kvíslaveitu 5. Við slíkar framkvæmdir er líklegt að botnefni skolist út úr lóni og farvegi, sem síðan skilar sér niður í farveginn.





**Mynd 23:** Vensl heildarskríðaurflutnings við Sóleyjarhöfða við rennsli fyrir árin 2003, 2004 og í fyrri mælingum frá árunum 1982 og 1984. Í útreikningum síðustu tveggja ára 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.

Tíu skríðaurssýni voru kornastærðargreind á aurburðarstofu VM með sigtun og eru niðurstöðurnar settar fram í kafla 3.3.2. Sýnin flokkuðust sem meðalgrófur sandur upp í fína mól (sjá töflu 2), og er meðalstærð þeirra frá  $-2,3 \phi$  (rúmir 4 mm) til  $1,67 \phi$  (rúmir 0,3 mm) (myndir 15 og 16). Skríðaurssýnin höfðu mjög misjafna aðgreiningu og voru sýnin af 20, 50 og 70 m sérstaklega illa aðgreind. Sýnin af 110, 120 og 150 m voru einnig illa aðgreind en hins vegar höfðu sýnin af 30, 130, 170 og 190 m töluvert betri aðgreiningu, þ.e. gildi  $<1 \phi$ . Skakki sýnanna var hins vegar neikvæður eða mjög neikvæður fyrir öll sýnin nema þau á 20, 50, 170 m sem höfðu samhverfan skakka (tafla 6). Ákveðin fylgni sést á milli meðalstærðar og aðgreiningar þar sem aðgreining eykst með aukinni meðalstærð en hins vegar sést engin ákveðin fylgni milli skakka og aðgreiningar annars vegar og skakka og meðalstærðar hins vegar (mynd 17).

#### 4.4 Samanburður svifaurs og skríðaur

Eins og í fyrra var skríðaur og svifaur borinn saman í fimm pörum. Samhliða fyrri sýnatökusyrpunni þann 6. ágúst voru tekin þrjú svifaursýni sem notuð voru til samanburðar, og fyrir seinni syrpu sama dag voru notuð svifaursýni sem tekin voru fyrir og eftir sýnatökuna. Hlutfall skríðaur af heildaraurframburði (samanlagður framburður svifaurs og skríðaur) er sýnt á mynd 18 en það er nokkuð sambærilegt í fyrri syrpunni, eða 24 til 28%. Í seinni syrpunni er hlutfall skríðaur töluvert minna fyrir bæði pörin, eða 9 og 19%.



Niðurstöður seinni syrpuunar eru svipaðar tölum frá árinu 2003 þegar skriðaurflutningur var á bilinu 8 til 18% af heildaraurframburði, sem og ársins 1984, þ.e. 9 og 19% í sitthvort skiptið (Svanur Pálsson 2000). Hlutfall skriðaur af heildaraurburði var hins vegar töluvert lægra í júlí árið 1983, þ.e. 5%, en langhæst í september 1982 þegar það náði 45%. Þetta háa hlutfall árið 1982 er að nokkru leyti til komið vegna sérstaklega lágs aurstyrks í svifaurssýninu sem þá var tekið (61 mg/l).

#### 4.5 Framhaldsmælingar við Sóleyjarhöfða

Í einu sýnatökuferðinni að Sóleyjarhöfða árið 2004 náðust viðbótarmælingar af svifaur og skriðaur sem bætast við ágætar sýnatökusyrpur ársins 2003 og takmörkuð eldri gögn af svæðinu. Greinilegt er að ljósgleypnimælingarnar sem gerðar voru árið 2004 tókust mun betur en mælingar ársins 2003 og verður áhugavert að kvarða þær með svifaurssýnum þegar þar að kemur. Í sumar voru til samanburðar tekin sýnapör þvert yfir ána og við sjálfan ljósgleypnimælinn við bakkann og er greinilegt að styrkur bakkasýnanna gefur ekki rétta mynd af heildarframburði svifaurs í ánni. Er því lagt til að rekstri ljósgleypnimælisins verði haldið áfram sumarið 2005, auk þess sem nokkur hefðbundin svifaurssýni verði tekin til kvörðunar mælisins.

Fyrri svifaurssýni hafa verið 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. Ef gera á sæmilegan lykil fyrir svifaursframburð fyrir Sóleyjarhöfða er því nauðsynlegt að einnig verði tekin svifaurssýni yfir tímabilið frá október og fram í júní, sem og að afla fleiri sumarsýna.

Til að skoða betur breytileika skriðaur milli ára og við mismunandi rennsli væri æskilegt að tekin yrði fleiri skriðaurssýni á næsta ári, enda vinnst slík sýnataka mjög vel með töku svifaurssýna. Með því að samtvinna sýnatöku svifaurs og skriðaur nýtist mannskapur mjög vel, en stór hluti ferðar á svæðið fer í akstur fram og til baka.

Til viðbótar við rekstur ljósgleypnimælis á svæðinu er nauðsynlegt að setja upp vatnshæðarmæli við Sóleyjarhöfða. Úrvinnsla gagna ársins 2004 sýnir að of mikil óvissa er í rennslismun á milli Sóleyjarhöfða og Norðlingaöldu til að hægt sé að álykta með vissu um breytileika ljósgleypni og aurburðar með rennsli. Uppsetning slíks skynjara er þaðarkostnaður við uppsetningu ljósgleypniskynjara, en myndi auðvelda mjög tímaráðaúrvinnslu þessara gagna. Reikna þarf með að skráningartækið sem sett væri upp sé símtengt til að hægt sé að fylgjast með breytingum og bregðast skjótt við ef bilanir verða á tækjum innan skráningartímans.

## 5 HEIMILDIR

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.

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, 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 og Svava Björk Þorláksdóttir 2003. *Niðurstöður aurburðarrannsóknna við Sóleyjarhöfða, Þjórsá, árið 2003*. Orkustofnun OS-2003/058, 32 s.

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

Steen Henriksen 2003. *Connection between discharge and the time development of high/low water levels along river Jökulsá á Fjöllum*. Orkustofnun, Vatnamælingar OS-2003/061, 18 s.

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

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

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

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.

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

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