

LV-2014-067
ORK-1406



Heildarframburður Hólmsár við Framgil árin 2002–2009

Skýrsla LV nr: LV-2014-067, ORK 1406

Dags: Júní 2014

Fjöldi síðna: 51

Upplag: 25

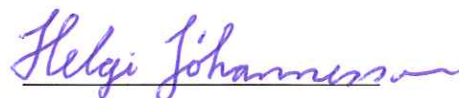
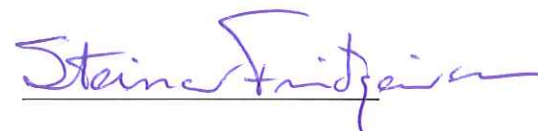
Dreifing:

- ☒ Opin
☐ Birt á vef
☐ Takmörkuð til

Titill: Heildarframburður Hólmsár við Framgil árin 2002–2009**Höfundar / fyrirtæki** Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóníasson / Veðurstofa Íslands**Verkefnisstjóri:** Helgi Jóhannesson verkefnisstjóri Landsvirkjunar, Steinar Friðgeirsson verkefnisstjóri Orkusölnunnar ehf. og Jórunn Harðardóttir verkefnisstjóri Veðurstofu Íslands**Unnið fyrir:** Landsvirkjun og Orkusölnuna ehf.**Samvinnuaðilar:**

Útdráttur: Í skýrslunni er sett fram samantekt yfir allar aurburðarferðir sem farnar voru á tímabilinu 2002–2009 að Hólmsá við Framgil. Fjöldi svifaurssýna er 57 og skriðaurssýnin eru 950 en 196 þeirra hafa verið kornastærðargreind. Kornastærðareiginleikar voru skoðaðir fyrir bæði svifaur og skriðaur og framburðarlyklar reiknaðir. Mest berst fram af grófmó (0,06–0,2 mm) eða um 0,12 milljónir tonna á ári og samanlagðir fínefnaflokkar (<0,002–0,2 mm) eru um 44% af svifaursframburði ársins en 54% af sumarframburði. Heildarframburður reiknast 0,49 milljónir tonna á ári (0,33 GJ) og þar af er hlutur skriðaurs um 8%.

Lykilorð: Hólmsá, Framgil (vhm231/V231), Hólmsárfoss (vhm468/V468), sýnataka, svifaursstyrkur, svifaurslykill, svifaursframburður, skriðaursstyrkur, skriðaurslykill, skriðaursframburður, kornastærðarmælingar, heildarframburður.

ISBN nr:**Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar****Samþykki verkefnisstjóra
Orkusölnunnar ehf.**

LV-2014-067
ORK-1406



Heildarframburður Hólmsár við Framgil árin 2002–2009

Höfundar:
Esther Hlíðar Jensen
Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorláksdóttir
Snorri Zóphóníasson



Skýrsla VÍ-2014/003
ISSN 1670-8261

Júní 2014

Efnisyfirlit

Efnisyfirlit	5
Myndaskrá	5
Töfluskrá	6
1 Inngangur.....	7
2 Jarðfræði og staðhættir	7
3 Rennslismælingar og farvegabreytingar í Hólmsá við Framgil/Hólmsárfoss	11
4 Aurburðarsýnataka og úrvinnsla	14
4.1 Svifaurssýni	16
4.1.1 Sýnataka og kornastærðargreining	16
4.1.2 Svifaurslyklar.....	16
4.2 Skriðaurssýni	17
4.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining	17
4.2.2 Framburðarútreikningar	19
5 Niðurstöður aurburðarmælinga í Hólmsá.....	19
5.1 Niðurstöður svifaursmælinga	19
5.1.1 Svifaursframburður	19
5.1.2 Kornastærðargreiningar svifaurs.....	24
5.1.3 Svifaurslyklar einstakra kornastærðarflokka	28
5.1.4 Framburður skriðaus	30
5.1.5 Kornastærðargreiningar skriðaus	33
5.2 Samanburður svifaurs og skriðaus	37
6 Samantekt	40
7 Heimildir	42
Viðauki. Tölur og talnaefni	45

Myndaskrá

Mynd 1. Kort af vatnasviði Hólmsár. Sýnd er staðsetning vatnshæðarmælis í Hólmsá við Hólmsárfoss (vhm 468).	9
Mynd 2. Náttúrufar á vatnasviði Hólmsár ofan Framgils.....	10
Mynd 3 Skriðaurssýnataka, með vökvadrifnu kláfspili af strengjabraut, yfir Hólmsá við Framgil.	12
Mynd 4 Ljósmyndasýrpa sem sýnir hvernig farvegur Hólmsár breyttist.....	13
Mynd 5. Langæi dagsmeðalrennslis 2002–2009 ásamt hæstu og lægstu rennslisgildum ..	20
Mynd 6. Vensl heildarstyrks svifaurs og rennslis..	20
Mynd 7. Árslykill svifaurssýna í Hólmsá við Framgil 2002–2009.	21

Mynd 8. Svifaursslykill sumarsýna 2002–2009.....	21
Mynd 9. Svifaursslykill vetrarsýna 2002–2009.	21
Mynd 10. Samanburður á útreiknuðum ársframburði svifaurs árin 2002–2009.	23
Mynd 11. Rennsliröð frá Hólmsá við Hólmsárfoss og tímasetning svifaurssýnatöku..	23
Mynd 12. Uppsöfnuð úrkoma, regn og snjócoma ásamt dagsmeðalrennsli 2002–2006.. .	24
Mynd 13 a-f. Dreifing svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum.	26
Mynd 14. Vensl svifaursframburðar og rennslis fyrir hvern kornastærðarflokk.....	28
Mynd 15. Mældur skriðaurssframburður í Hólmsá við Framgil árin 2002–2009	31
Mynd 16. Skriðaursslykill fyrir Hólmsá við Framgil fyrir árin 2002–2009.	31
Mynd 17. Flokkun og skilgreiningar á aðgreiningu og skakka.	33
Mynd 18. Gildi meðalstærðar, aðgreiningar og skakka fyrir sýni úr Hólmsá.	35
Mynd 19. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar; skakka og aðgreiningar.	36
Mynd 20. Dæmigert rennslissnið við kláfinn í Hólmsá við Framgil.....	37
Mynd 21. Hlutfall svifaurs- og skriðaurssframburðar af mældum heildarframburði..	38
Mynd 22. Vensl mælds rennslis og hlutfalls skriðaurssframburðar af heildarframburði. ...	39
Mynd 23. Heildarframburður svifaurs skv. árslykli, sumarlykli og vetrarlykli	41

Töfluskrá

Tafla 1. Rennslislyklar í Hólmsá.	12
Tafla 2. Yfirlit yfir aurburðarferðir í Hólmsá árin 2002 til 2009.	15
Tafla 3. Kornastærðarflokkar svifaurssýna.	16
Tafla 4. Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka	18
Tafla 5. Helstu einkenni svifaurslyklanna..	22
Tafla 6. Framburður svifaurs í Hólmsá við Framgil árin 2002–2009.	22
Tafla 7. Kornastærðarflokkun svifaurssýna.	27
Tafla 8. Einkenni svifaurslykla fyrir einstaka kornastærðarflokka í sýnum	29
Tafla 9. Útreiknaður framburður svifaurs eftir kornastærðarflokkum, milljón tonn/ár.	30
Tafla 10. Heildarframburður skriðaurss í Hólmsá við Framgil 2002–2009.	32
Tafla 11. Svifaurs- og skriðaurssframburður á ári í Hólmsá við Framgil.....	37
Tafla 12. Meðalframburður svifaurs og skriðaurss í Hólmsá við Framgil.	41

1 Inngangur

Uppruni Hólmsár er aðallega undan Mýrdalsjökli og Torfajökli, úr lindum nyrst á Mælifellssandi og úr Brytalækjum, sem spretta fram úr hraunum austan í Háöldu. Í þessum efri hluta farvegarins er rennsli Hólmsár sambland af lindavatni, yfirborðsvatni og jökulbráð. Aurburður er lítill í hefðbundnu vatni en eykst verulega í snörpum rigningarflóðum sem algeng eru í Hólmsá allt árið um kring. Sérstaklega geta þau orðið stór á veturna þegar snjóþekja bráðnar samfara miklum rigningarflóðum. Neðan ármóta Hólmsár og Jökulkvíslar breytast rennsliseinkenni og framburður árinna verulega vegna áhrifa jökulvatnsins. Mælingar sem teknar eru fyrir í þessari skýrslu eiga við svæðið ofan við ármótin (Mynd 1).

Upphaflega var fyrirhugað að virkja Hólmsá og veita henni yfir í Tungufljót og í 1. áfanga rammaáætlunar um nýtingu vatnsorku og jarðvarma var gert ráð fyrir stíflu ofan við Einhyrningshamra (sjá má kort með eldri virkjanakostum í skýrslu Verkís, 2013). Lítil sem engin gögn um aurburð í efri hluta Hólmsár lágu fyrir þegar forkönnun á virkjun í Hólmsá var gerð árið 2002. Fyrir nánari virkjunarútfærslu þurfti ítarlegar upplýsingar um aurburð og var því gerður samningur árið 2002 milli Vatnamælinga annars vegar og Landsvirkjunar og RARIK hins vegar um mælingar á aurburði í Hólmsá og Tungufljóti. Lagt var upp með að fara annars vegar í hefðbundnar ferðir í venjulegu rennsli og hins vegar atburðarferðir þar sem átti að reyna að ná aurburðarsýnum í miklum vatnavöxtum. Þessir atburðir eru oft mjög snarpir, aðeins 1–2 dagar, og því þurfti að bregðast mjög fljótt við þegar slíkum rigningum var spáð.

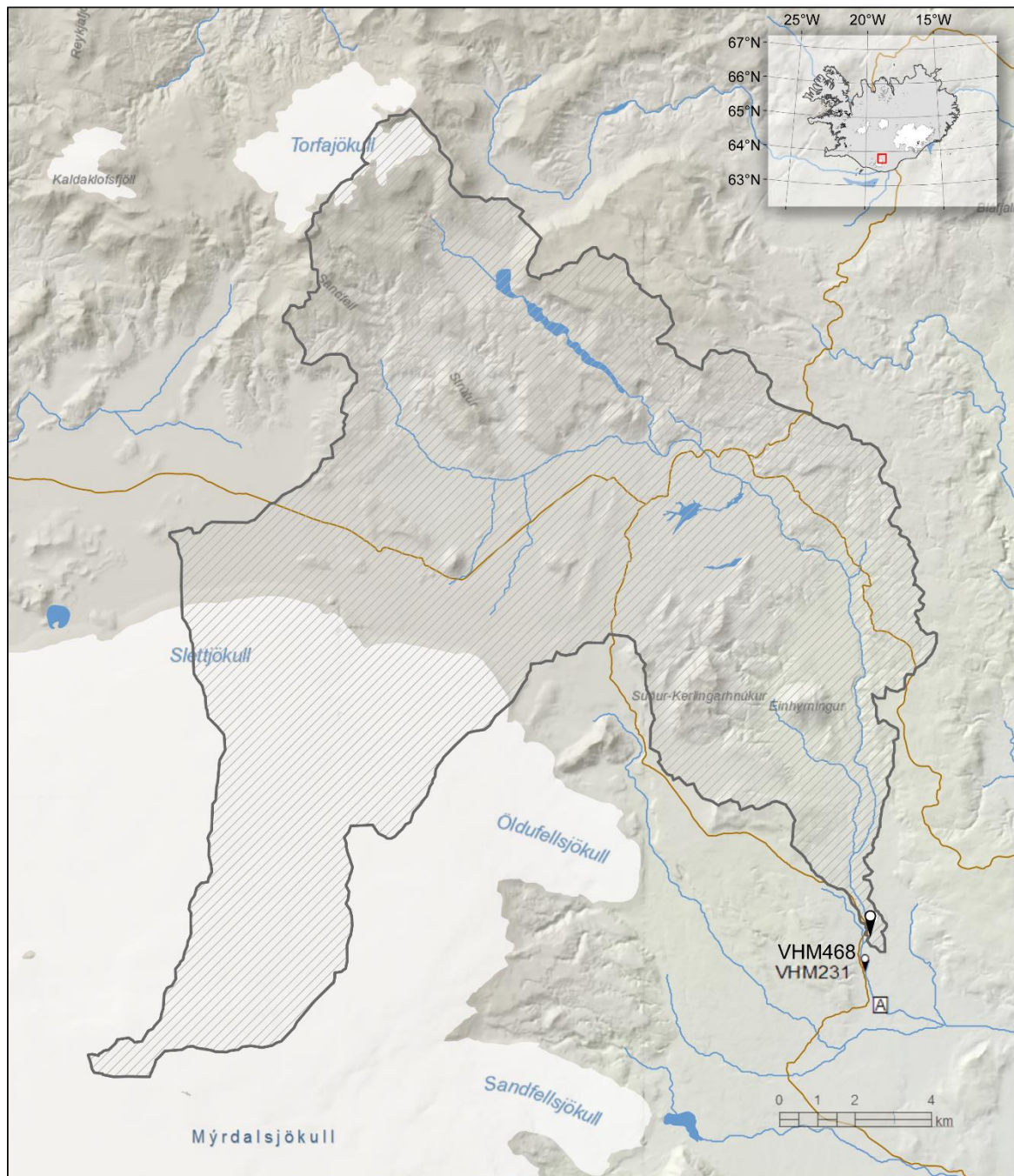
Vikið var frá upphaflegri hugmynd um virkjun Hólmsár og nú er tillaga á borðinu um Hólmsárvirkjun með miðlunarlóni við Atley (Verkís, 2013). Í ljósi þessara útfærslubreytinga var sýnatökustaðurinn færður neðar á vatnasviðið og hefur eðli aurframburðar neðan við ármót Hólmsár og Jökulkvíslar verið rannsakað með sýnatöku við Þaula og verður lýst í sérstakri skýrslu (Esther Hlíðar Jensen o.fl., í vinnslu). Nú eru uppi áform um að færa sýnatökuna til og taka sýni af brúnni yfir Jökulkvísl til að fá betri mynd af framburði sem kemur inn á væntanlegt lónstæði. Í þessari skýrslu verða hins vegar teknar saman niðurstöður fyrir svifaus- og skriðausframburð í Hólmsá við Framgil fyrir árin 2002 til 2009 og hlutfall skriðausframburðar af heildaraurburði metið. Sett er fram yfirlit yfir kornastærð bæði svifaus- og skriðausssýna sem tekin voru á þessum árum, en frekari upplýsingar um einstök sýni er að finna aftast í viðaukum 1 og 2 og í fyrri skýrslum um framburð í Hólmsá (Jórunn Harðardóttir o.fl., 2003; 2004; 2005).

2 Jarðfræði og staðhættir

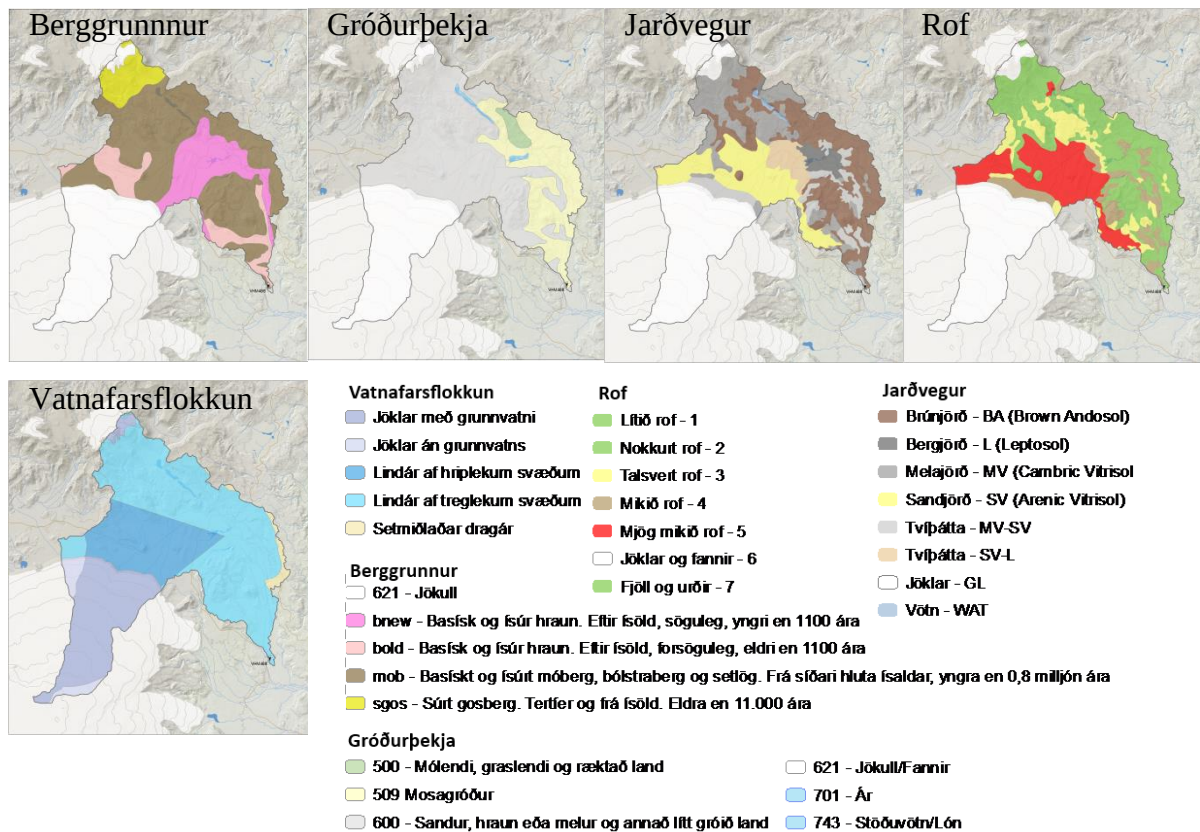
Vatnasvið Hólmsár við Hólmsárfoss er 246 km² og þar af þekur Mýrdalsjökull 60 km² af vatnasviðinu og Torfajökull 2 km² (Oddur Sigurðsson o.fl., 2013). Bráðnun jökla á tímabilinu sem er til athugunar hefur verið hröð og sýna útreikningar að stærð Mýrdalsjökuls innan vatnasviðsins hefur dregist saman um tvo ferkílómetra á tímabilinu frá 1999 til 2006 (Oddur Sigurðsson o.fl., 2013; Kolbeinn Árnason & Ingvar Matthíasson, 2009; Landmælingar Íslands, 2013; Veðurstofa Íslands, 2013a). Síðastliðinn áratugur hefur verið sérstaklega hlýr og þar af leiðandi má reikna með að jöklar á svæðinu hafi minnkað enn meira vegna aukinnar bráðunar allra síðustu ár.

Umsvifsmiklar rannsóknir liggja fyrir á jarðfræði svæðisins sem flestar hafa verið gerðar vegna fyrirhugaðra virkjanaframkvæmda (sjá t.d. Orkustofnun og Almenna

Verkfræðistofan, 2002; Haukur Jóhannesson o.fl., 2003; Verkís, 2013). Mynd 2 sýnir mismunandi náttúrufarsupplýsingar svæðisins þar sem búið er að klippa út úr heildarkortum af Íslandi berggrunnskort, nytjalandskort, jarðvegskort, rofkort og vatnafarsflokkun (Náttúrufærðistofnun Íslands, 2008; Landbúnaðarháskóli Íslands, 2012; Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson, 2009; Ólafur Arnalds o.fl., 1997; Freysteinn Sigurðsson o.fl., 2006). Þessi kort sýna hina mismunandi þætti sem hafa m.a. áhrif á rennsli og aurburð. Í fljótu bragði má sjá að berggrunnurinn er að langstærstu leyti móberg og nýleg hraun. Hraunin eru lítt gróin og jarðvegurinn er gjóskuríkur. Á um 37% svæðisins var árið 1997, talsvert eða mjög mikið rof í gangi og aðeins 0,4% svæðisins er lítið rofið. Þessi hlutföll gætu hafa breyst talsvert þar sem a.m.k. 2 km² svæðisins eru nýkomnir undan jökli, veður síðasta áratug hefur verið mildara en áratuginn þar á undan og því gæti gróður hafa náð sér betur á strik. Vatnafarsflokkun Freysteins Sigurðssonar o.fl. (2006) skiptir um 65% svæðisins í lindár af treglekum svæðum, um 30% eru jöklar en einungis 4% svæðisins flokkast sem setmiðlaðar dragár. Samkvæmt mælingum sem vísað er í hér að ofan eru jöklar um 25% svæðisins en munurinn er væntanlega vegna ónákvæmni í vatnafarsflokkuninni sem gerð var á 1:250.000 kortum. Þessi samsetning flokkaðra svæða er einkennandi fyrir land rétt framan við jökla. Þegar komið er niður á láglendið, sem ekki er til umfjöllunar hér, er um að ræða auravötn. Lindár sem þessar, koma undan jökli og eru því háðar árstíðarsveiflum. Vegna nálægðar við Eldgjá/Kötlukerfið samanstendur mest allt set á áætluðu virkjanasvæði af gjósku (Almenna verkfræðistofan & Orkustofnun, 2002). Önnur eldstöðvakerfi hafa einnig áhrif á þetta svæði s.s. Hekla, Bárðarbunga og Grímsvötn. Heklu-, Kötlu- og Bárðarbungukerfin hafa sett af sér meira en einn metra af gjósku á vatnasvið Hólmsár síðan land byggðist (Guðrún Larsen, 2000; Páll Imsland 2013; Evgenia Ilyinskaya o.fl., Í vinnslu). Grímsvötn er langvirkasta eldstöðin á Íslandi og hefur einnig lagt til efni á þetta svæði (Bergrún Arna Óladóttir o.fl., 2013).



Mynd 1. Kort af vatnasviði Hólmsár. Sýnd er staðsetning vatnshæðarmælis í Hólmsá við Hólmsárfoss (vhm 468), staðsetning eldri mælis við Framgil (vhm 231) ásamt sýnatökustað sem er merktur A á kortinu.



Mynd 2. Náttúrufar á vatnasviði Hólmssár ofan Framgils. Berggrunnskort (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2008), nytjalandskort (Landbúnaðarháskóli Íslands, 2012), jarðvegskort (Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson, 2009), rofskort (Ólafur Arnalds o.fl., 1997) og vatnafarsflokkun (Freysteinn Sigurðsson o.fl., 2006).

3 Rennslismælingar og farvegabreytingar í Hólmsá við Framgil/Hólmsárfoss

Byrjað var að mæla rennsli Hólmsár á Álftaversafrétti við Framgil 20. september 1984 með síritandi vatnshæðarmæli (vhm 231) (Mynd 1). Mikið flökt var á rennslislyklum til að byrja með (Ragnhildur Freysteinsdóttir, 2000; Vatnamælingar, 2003; 2004) og var því settur upp annar mælir í nóvember 2001 (vhm 468) í efstu flúðum Hólmsárfoss, eða um 1,3 km ofan við vhm 231. Báðir mælarnir eru ofan hliðaráanna Leirár, Jökulkvísar og Bláfellsár. Frá og með vatnsárinu 2003/2004 var rennsli Hólmsár á Álftaversafrétti við Framgil gefið út sem rennsli við V468, í stað V231 (Vatnamælingar, 2005). Talið er að framburður skriðausr við mælinn hafi valdið flöktinu á rennslislyklum, bæði með því að gera þversniðið óstöðugt og vegna truflunar á skráningu vatnshæðar þegar síritinn stíflaðist af sandburði. Rennslismælingar voru gerðar reglulega til að stilla af lykilinn. Gunnar Orri Gröndal (2000) framlengdi rennslisröðina við vhm 231 við Framgil aftur til ársins 1950 með HBV vatnafræðilíkani. Í kjölfarið var reynt að laga líkanið með því að fella lágrennsli í líkaninu betur að raunverulegum mælingum (Gunnar Orri Gröndal, 2003), sem og að nýjum veðurgögnum (Jón Sigurður Þórarinnsson & Jóna Finndís Jónsdóttir, 2003; Jóna Finndís Jónsdóttir & Jón Sigurður Þórarinnsson, 2004).

Meðalrennsli 26 fullþekktra vatnsára (1984–2009) reiknað út frá samsettum rennslisferli fyrir vhm 231/468 er 35,5 m³/s (Veðurstofa Íslands, 2013b). Rennslið er nokkuð jafnt innan ársins en yfirleitt er það minnst í mars og apríl og mest í snörpum rigningarflóðum sem geta orðið allan ársins hring. Hæsta rennsli sem mælt hefur við vhm 231 samkvæmt lykli var 347 m³/s í rigningarflóði þann 1. desember 1995, en minnsta melda rennsli var hins vegar 11,5 m³/s þann 13. apríl 1988.

Sú rennslisröð sem notuð er við útreikninga á framburði í þessari skýrslu byggir á lyklum í töflu 1. Lykill V468_2 hefur verið mest notaður en inni á milli koma tímabil þar sem hann gildir ekki og eru þá rennslislyklar V468_3, V468_4 og V468_5 notaðir í staðinn. Í töflunni kemur fram dagsetning og tími gildistöku lykils, númer lykils, vatnshæð sem viðeigandi lykill gildir fyrir, auk helstu kennistærða rennslislykla á forminu:

$$Q = a \cdot (W - W_0)^b$$

Tafla 1. Rennslislyklar í Hólmsá.

Gildistaka dagsetning	Klukka	Lykil nr.	Vatnshæð (W)		Fastar		Rennsli 0
			frá cm	til cm	a	b	W0
03.11.2001	00:00:00	V468_2	150,00	169,00	0,751	1	140,68
			169,00	178,05	0,00213	2,268	111
			178,05	400,00	0,00110	2,649	131
01.01.2006	13:08:12	V468_3	150,00	182,00	1,195e-005	2,852	0
			182,00	450,00	0,0486	1,884	150
31.12.2007	00:00:00	V468_2	*	*	*	*	*
28.08.2008	16:27:42	V468_4	50,00	179,97	0,000130	2,518	46
			179,97	500,00	0,0486	1,884	150
01.03.2010	00:00:00	V468_5	50,00	193,76	4,102e-010	4,996	22
			193,76	500,00	0,0486	1,884	150
31.08.2011	08:14:00	V468_2	*	*	*	*	*

*sömu gildi og V468_2 að ofan

Rennslismælistaðurinn sem notaður var fram til ársins 2009 var um 900 m neðar en V231 (Mynd 1). Þar var reistur kláfur í ágúst 2002. Auk þess að vera notaður til rennslismælinga voru tekin af honum sýni af svifaur og skriðaur (Mynd 3).



Mynd 3. Skriðaurssýnataka, með vökvadrifnu kláfspili af strengjabraut, í Hólmsá við Framgil.

Jökulkvísl á upptök sín í Öldufellsjökli og árið 2009 braut hún sér nýja leið um hraunið vestan við Hólmsá. Rann hún þá inn í Hólmsá nokkru ofar en áður og ofan við

mælikláfinn sem þar var. Flutti hún með sér aur þannig að hvorki var hægt að mæla þar rennsli né ná aurburðarsýnum sem væru lýsandi fyrir rennsli eða aurframburð við mælinn. Áin umbylti farveginum og bökkunum við kláfinn og eyðilagði hann. Myndasýrpan (Mynd 4) sýnir myndir frá 2006 annars vegar og 2010 hins vegar.



Mynd 4 Ljósmyndasýrpa sem sýnir hvernig farvegur Hólmsár breyttist eftir að Jökulkvísl tók að renna í hana. Rauðu þríhyrningarnir tákna staðsetningu mælikláfsins.

Á myndinni frá 2006 sést vegur vinstra megin og þar má einnig sjá að Jökulkvíslin rennur meðfram Hólmsá þangað til komið er neðan við kláfinn. Ágústmyndin frá 2010 sýnir hvar

Jökulkvíslin rennur í Hólmsá ofan við kláfinn og á septembermyndinni sést enn betur hvernig jökulvatn rennur um allt svæðið.

Í september 2009 var settur upp vatnshæðamælir í Hólmsá við Þaula og hafa þar jafnframt verið tekin svif- og skriðaurssýni.

4 Aurburðarsýnataka og úrvinnsla

Ferðir sem farnar voru á tímabilinu voru annaðhvort svokallaðar „hefðbundnar“ ferðir eða „atburðarferðir“. Hefðbundin ferð var farin í tengslum við aðrar ferðir á svæðið með minni tilkostnaði og voru sýnin yfirleitt tekin á einum degi. Atburðarferðir stóðu yfirleitt í þrjá daga, miðað við að sýnatöku væri dreift á tvo daga. Með atburðum er átt við rigningarflóð sem þekkt eru í Hólmsá og eru algeng árið um kring. Atburðirnir eru yfirleitt 1–2 daga langir og til að ná að safna sýnum í slíkum atburðum þarf að bregðast skjótt við með mjög stuttum fyrirvara. Tafla 2 sýnir yfirlit yfir ferðir sem farnar voru á tímabilinu 2002–2009. Ekki náðist alltaf að fara í allar atburðarferðir sem fyrirhugaðar voru innan hvers árs þar sem atburðirnir stóðu svo stutt yfir. Taflan sýnir einnig fjölda sýna sem tekinn var í hverri ferð, hvers konar sýni var tekið og í tilfelli skriðaurssýna hversu mörg hafa verið kornastærðargreind.

Tafla 2. Yfirlit yfir aurburðarferðir í Hólmsá árin 2002 til 2009.

	Mæliferðir í Hólmsá	Svifaurssýni	Skriðaurssýni	Kornastærðargreind skriðaurssýni	Ath.
2002	hefðbundin ágúst	1	20	5	
	hefðbundin október	1	30	5	
	hefðbundin desember	1	29	5	
	atburðarferð desember	2	61	6	
2003	hefðbundin maí	1	27	5	
	hefðbundin júlí	1	27	5	
	hefðbundin ágúst	1	25	5	
	atburðarferð nóvember	4	59	16	*
2004	hefðbundin júlí	1	27	5	
	hefðbundin ágúst	1	28	5	
	atburðarferð september	4	71	15	*
2005	hefðbundin júlí	2	30	5	
	hefðbundin ágúst	2	27	5	
	hefðbundin september	2	29	7	
2006	hefðbundin júlí	2	27	5	
	hefðbundin ágúst	2	29	3	
	atburðarferð október	4	61	14	
	atburðarferð desember	4	73	14	
2007	hefðbundin júlí	2	36	7	
	hefðbundin október	2	29	7	
	atburðarferð október	4	37	14	*
2008	hefðbundin júní	2	27	5	
	atburðarferð september	4	57	14	*
	hefðbundin nóvember	2	28	6	
2009	hefðbundin júlí	2	24	5	
	atburðarferð ágúst	3	32	8	**
	desember	1			**
	Samtals	58	950	196	

*Ekki var farið í seinni atburðarferð

** Jökulkvísl rann á þessum tíma í Hólmsá; sýni ekki notuð til framburðarútreikninga

4.1 Svifaurssýni

4.1.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Á tímabilinu 2002–2009 voru tekin 58 svifaurssýni úr Hólmsá og voru öll nema tvö sýni tekin með S49 sýnataka á þremur eða fleiri stöðum yfir þversniðið (svokölluð S1 sýni). Tvö sýni voru tekin með DH48 handsýnataka og flokkast þau sem S3 sýni.

Heildarstyrkur svifaurs, styrkur uppleystra efna og kornastærð var greind á aurburðarstofu Veðurstofunnar. Áður en sýnin voru kornastærðargreind var innihaldi sýnaflaskanna í hefðbundnu sýnunum blandað saman í eitt sýni og var fingerðari hluti sýnanna (<0,063 mm) greindur með setvog en grófari korn (>0,063 mm) með sigtun. Aðferðum við greiningarnar var lýst nánar í greinargerð þeirra Svans Pálssonar og Guðmundar H. Vigfússonar frá árinu 2000.

Niðurstöður kornastærðargreininga svifaurssýnanna eru settar fram í fimm kornastærðarflokkum (Tafla 3). Hafa þarf í huga við túlkun kornastærðargagnanna að um hundraðshluta gögn er að ræða þannig að ef hlutfall eins kornastærðarflokksins er hátt lækkar hlutfall eins eða fleiri af hinum flokkunum. Því er oftast best að bera hundraðshlutagögnin saman við heildarstyrk svifaurssýnisins þegar gögnin eru túlkuð.

Tafla 3. Kornastærðarflokkar svifaurssýna.

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

4.1.2 Svifaurslyklar

Til að reikna út hve mikið berst fram af svifaur á sýnatökustað á tilteknu tímabili eru búnir til svokallaðir svifaurslyklar, þ.e. sambandið milli rennslis og svifaursframburðar er fundið. Lykillinn er á eftirfarandi formi þar sem q_s er svifaursframburður í kg/s, Q er rennsli í m³/s, en k og n eru aðhvarfsstuðlar, k hlutfallsstuðull og n veldisvísir:

$$q_s = k \times Q^n$$

Þegar gæði lykla eru metin þarf að hafa eftirtalin atriði í huga:

- Lyklar eru almennt því betri sem sýnin, sem þeir byggjast á, eru fleiri. Annars er hætt við, að sýnin séu ekki nægilega marktækt úrtak. Samband rennslis og svifaurs er í rauninni töluvert breytilegt, því að margs konar ytri skilyrði önnur en rennsli hafa áhrif á aurinn. Sýnin þurfa m.a. helst að dreifast sem jafnast yfir árið, sérstaklega þann hluta ársins sem framburður er mestur. Sýnin ættu varla að vera færri en sjö ef nota á þau til ályktunar, en þá þurfa skilyrðin, sem talin eru hér á eftir, að vera vel uppfyllt.
- Best er að sýnin hafi verið tekin á breiðu rennslisbili, helst allt frá því að vera nærri hæsta dagsmeðalrennsli tímabilsins sem lykillinn gildir fyrir, niður í nokkuð lágt rennsli. Ennfremur er æskilegt að sýnin dreifist sem jafnast á rennsli.

- Fylgnin (R) þarf að vera sem hæst. Hún telst góð ef hún er 0,90 eða hærri, mjög góð ef hún er 0,95 eða hærri, en léleg ef hún er undir 0,80.
- Lyklar með hærri veldisvísi en 3 eru varasamir því þeim hættir til að gefa of mikinn aur við hárennsli og of lítinn aur við lágrennsli. Algengt er að veldisvísirinn sé nálægt 2 í góðum lyklum. Trúverðugir veldisvísar eru á bilinu 1,5–3.
- Óheppilegt er að einstakir mælipunktur skeri sig mjög úr, sérstaklega þegar lykillinn byggist á fáum sýnum. Slíkum punktum gæti verið rétt að sleppa í sumum tilfellum.

Lyklarnir eru notaðir til að reikna svifaurinn fyrir hvern dag fyrir sig út frá meðalrennsli dagsins. Þannig á að vera unnt að reikna svifaur sem berst fram á einu ári eða nokkurra ára tímabili ef lyklarnir eru nægilega góðir og upplýsingar liggja fyrir um dagsmeðalrennsli. Lyklar sem byggðir eru á sýnum frá öllum árstímum eru kallaðir árslyklar. Ef sýnafjöldi leyfir er sýnunum skipt niður í árstíðir og reiknaðir sérstakir árstíðalyklar fyrir hvora eða hverja árstíð fyrir sig. Oft eru sumarsýni hlutfallslega fleiri en vetrarsýni miðað við fjölda mánaða sem getur verið af ýmsum ástæðum t.d. verra aðgengi á vetrum. Þegar sumarrennsli er herra en vetrarrennsli, sem gjarnan er í jökulmiðluðum ám, má því gera ráð fyrir að meiri framburður reiknist samkvæmt árslykli en samanlögðum árstíðalyklum. Hins vegar er rennsli og framburður vetrarmánaðanna þá oft einsleitara en sumarmánaðanna og því ekki þörf á jafnmörgum sýnum til að lýsa tímabilinu.

Rofnæmi og rofmætti má lesa út úr stuðlum jöfnunnar (Morgan, 1995; Asselmann, 2000). Hátt gildi hlutfallsstuðulsins k bendir til að á vatnasviðinu sé mikið veðrað efni, sem flyst auðveldlega og því talað um hátt rofnæmi. Hátt gildi veldisvísisins n bendir til mikillar aukningar í rofmætti með auknu rennsli, þ.e. rofkraftur árinnaðar vex hratt. Hins vegar verka stuðlarnir hvor á annan (í öfugu hlutfalli) og því er betra að skoða halla kúrfunnar. Brött kúrfa þ.e. lágt k og hátt n ættu að vera einkennandi fyrir vatnsfall með lítinn framburð í lágu rennsli sem hækkar mikið við aukið rennsli. Flöt kúrfa ætti að einkenna vatnsföll þar sem auðrofið efni er í vatnasviðinu, sem getur flust við nánast hvaða rennsli sem er (Asselmann, 2000). Þessi atriði eru eingöngu til viðmiðunar en skoða verður hvert vatnsfall og sýnatöku sérstaklega því önnur áhrif geta verið mikilvæg s.s. stíflumannvirki sem og náttúrulegar breytingar á vatnasviðinu.

4.2 Skriðaurssýni

4.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Skriðaurssýni voru tekin með Helley Smith skriðaurssýnataka af kláfi við Framgil með vökvadrifnu spili. Sýnatakinn vegur um 48 kg og er með 3×3" (ca. 7,6×7,6 cm) sýnatökuopi og 3,22 stækkunarhlutfalli. Sýnatakinn var látinn síga niður á botn árinnaðar á ákveðnum stöðum og látinn sitja þar í vissan tíma. Tímalengd sýnatakans við botn var háð rennsli og framburði og getur því verið breytileg milli sýnatökuumferða. Reynt var að taka sýni á sömu breiddum í öllum sýnatökuferðum, þ.e. á 10, 20, 25, 30, 35, 40, 45 og 50 m miðað við að 0 m séu við hægri bakka árinnaðar. Öll skriðaurssýnin voru vegin á staðnum en þau sýni sem tekin voru frá til kornastærðarmælinga voru flutt til Reykjavíkur og þurrkuð í ofni við 60°C áður en þau voru þurrsigtuð á aurburðarstofu Veðurstofu Íslands. 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 tölfræðilega útreikninga (Boggs,

1995). Í þessari rannsókn er ϕ -kvarðinn notaður við útreikninga á kornastærð skriðaus (Tafla 4) og eru ϕ -gildi reiknuð á eftirfarandi hátt:

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

þar sem d er þvermál korna í mm.

Tafla 4. Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.

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

Í fyrri skýrslum (Jórunn Harðardóttir o.fl., 2003; 2004; 2005) hafa kornastærðargögnin verið sett fram sem safntíðniferlar á línulegum ϕ -kvarða og eru sömu gögn ekki sýnd í þessari skýrslu. Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð (moment statistics) og er hér sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

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

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

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

þar sem f táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Afleiddir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm og því var efni sem kom í pönnu við sigtun sleppt. Í öllum nema fimm sýnum var þetta efni <1% af heildarþunga sýnisins.

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

4.2.2 Framburðarútreikningar

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 sýnatökuopsins (0,0762 m) og n_j er heildarfjöldi sýna á stöð j .

Heildarframburður skriðaus gegnum þversniðið var síðan reiknaður með eftirfarandi jöfnu:

Heildarframburður gegnum þversnið:

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

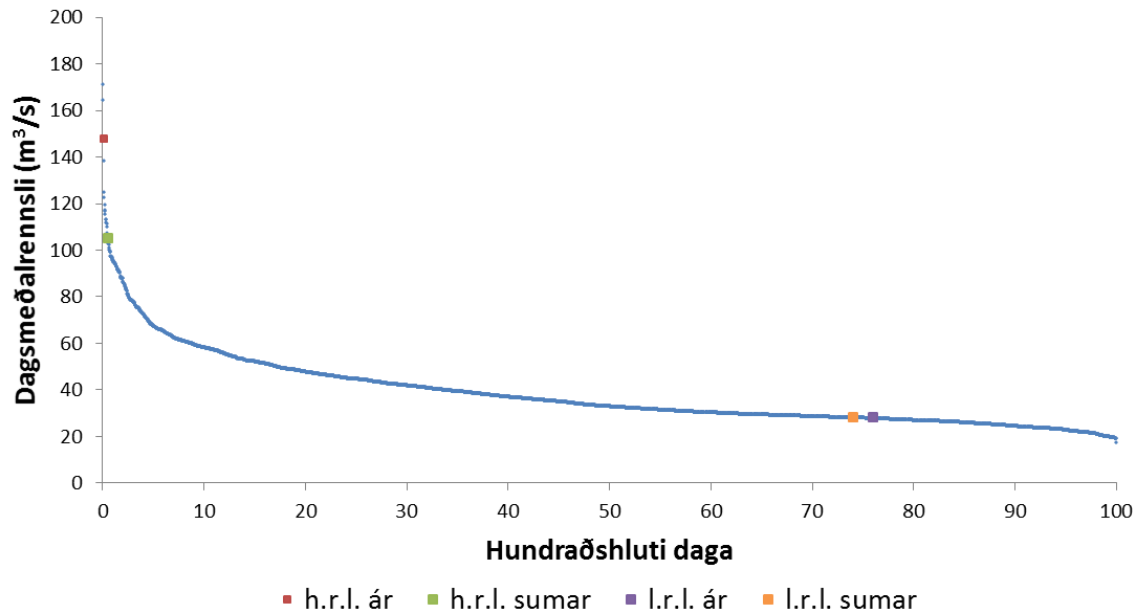
þar sem Q_b er í g/s og x merkir fjarlægð í m milli sýnatökustaða; á milli ysta sýnatökustaðar og vatnsbakka, eða þar sem straumur byrjar (World Meteorological Organization, 1994).

5 Niðurstöður aurburðarmælinga í Hólmsá

Ekki hefur áður verið reiknaður heildarframburður fyrir Hólmsá enda, eins og fram kom í inngangi, voru ekki tiltækar upplýsingar um aurburð í Hólmsá fyrr en eftir árið 2002. Í eftirfarandi köflum eru settir fram aurburðarlyklar til að meta framburð svifaurs og skriðaus í Hólmsá fyrir tímabilið 2002 til 2009. Niðurstöður svifaursmælinga

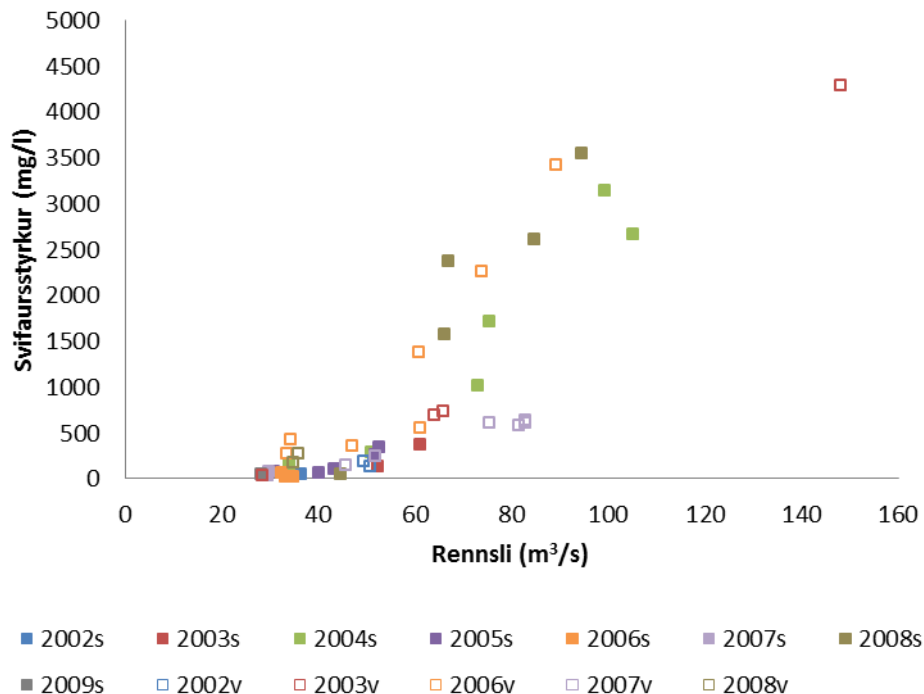
5.1.1 Svifaursframburður

Langæislína rennslis sýnir hlutfall þess tíma sem tiltekið rennsli er í ánni. Dæmigert rennsli er það gildi sem 50% tímans sýnir. Á mynd 5 sést langæi dagsmeðalrennslis í Hólmsá fyrir tímabilið 2002–2009. Svifaursýni úr Hólmsá hafa verið tekin á rennslisbilinu 28–148 m³/s en dagsmeðalrennsli tímabilsins 2002–2009 spannar rennsli á bilinu 18–171 m³/s en þá eru hámarks og lágmarks innan hvers dags ekki talin með. Sjá má á langæislínunni (Mynd 5) að um 25% af dagsmeðalrennsli tímabilsins er lægra en rennslið var þá daga sem sýnin voru tekin. Af 49 sýnum sem notuð voru í gerð svifaurslykils voru aðeins 14 tekin við rennsli sem er lægra en meðalrennsli, sem er 35,5 m³/s. Því má búast við skekkju í þá átt þ.e.a.s. líkur eru á að lykillinn ofmeti svifaursframburð fyrir þau tímabil þar sem lágt rennsli er algengt eins og á veturnum.

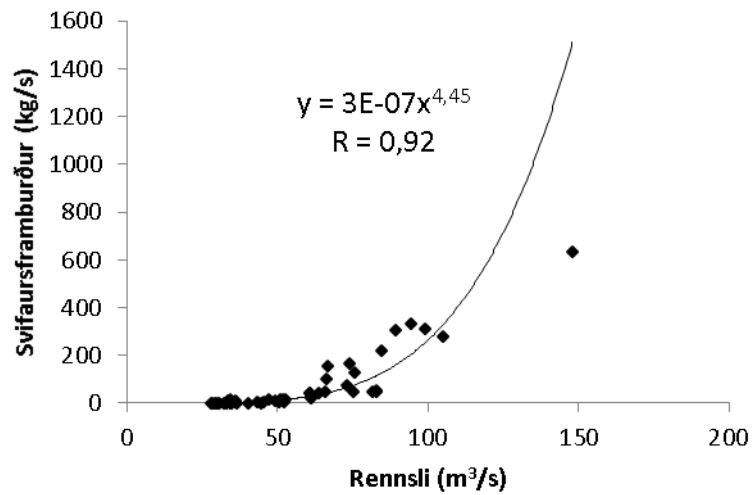


Mynd 5. Langæi dagsmeðalrennslis 2002–2009 ásamt hæstu og lægstu rennslisgildum lykla (h.r.l. = hæsta rennsli lykils, l.r.l. = lægsta rennsli lykils). Hæsta og lægsta rennsli vetrarlykils er sama og árslykils.

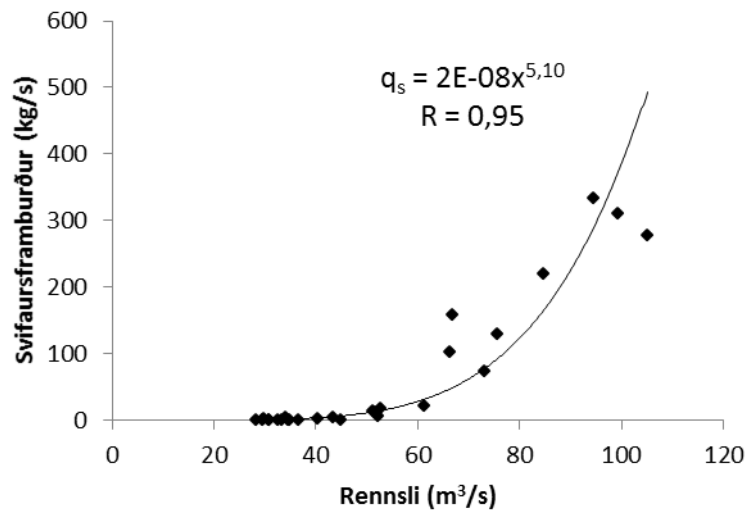
Öll S1-sýni sem tekin voru á tímabilinu 2002–2009 má sjá á Mynd 6. Sýnd eru vensl milli heildarstyrks svifaus og rennslis. Alls voru 48 sýni notuð í árslykilinn, þar af 26 sýni fyrir sumarlykilinn (júlí–september) og 22 sýni fyrir vetrarlykilinn (október–júní) (Tafla 5 og Myndir 7, 8 og 9).



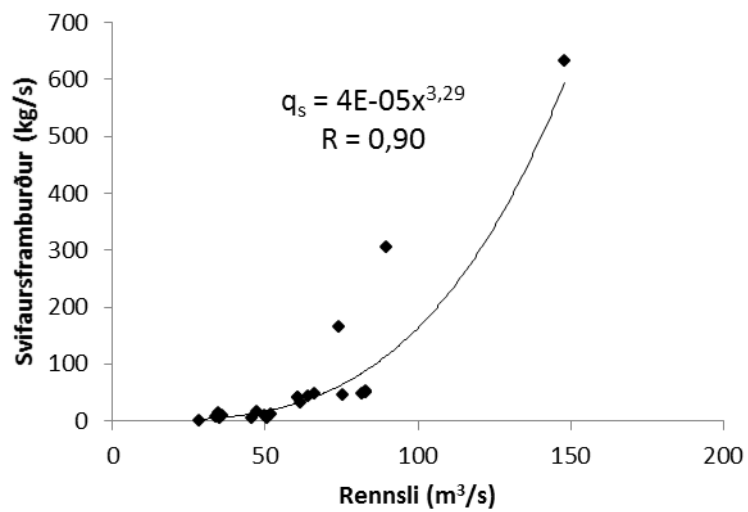
Mynd 6. Vensl heildarstyrks svifaus og rennslis. Ófylltir feringar tákna vetrarsýni og fylltir feringar eru sumarsýni.



Mynd 7. Árslykill svifaurssýna í Hólmsá við Framgil 2002–2009.



Mynd 8. Svifaurslýkill sumarsýna 2002–2009.



Mynd 9. Svifaurslýkill vetrarsýna 2002–2009.

Í töflu 5 er yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslyklanna. Áberandi er að allir veldisvísir eru mjög háir en veldisvísir vetrarlykils er þó lægstur. Fylgni allra lykla er góð eða mjög góð.

Tafla 5. Helstu einkenni svifaurslyklanna. H.r.l. er hæsta rennsli lykils, H.dmr. er hæsta dagsmeðaltal rennsli og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Staður	Tímabil	Árstíð	Sýna- fjöldi	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Fylgni R	Hlutfalls- stuðull k * 10 ⁶	Veldisvísir n
Hólmsá		Sumar*	26	105	74	28,1	0,95	0,02	5,10
Vhm-	2002–2009	Vetur	22	148	66	28,4	0,90	43	3,29
231-468		Allt árið	48	148	66	28,1	0,92	0,34	4,45

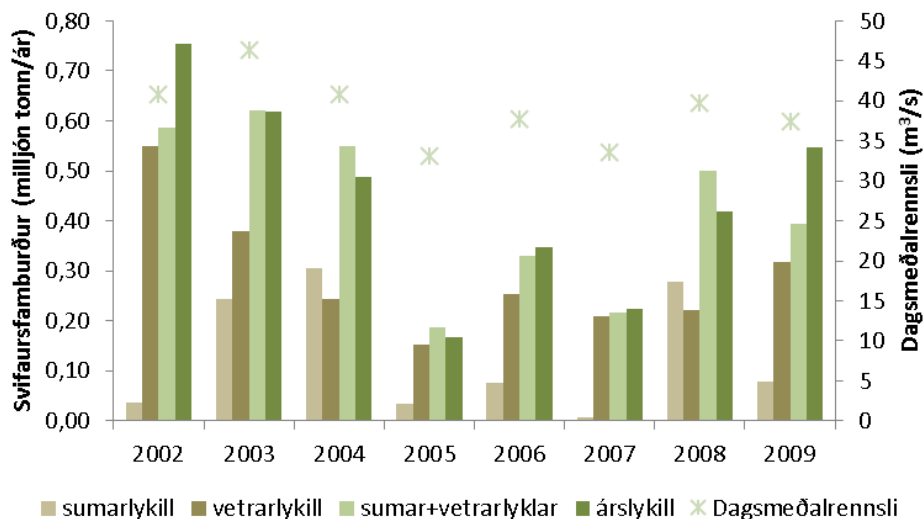
*júlí, ágúst og september

Brattur ferill (hár veldisvísir) bendir til að framburður árinna aukist mikið með auknu rennsli. Þetta er í samræmi við upplýsingar úr sýnatökuferðum þar sem sést hefur að áin fer úr því að vera tær lindá yfir í vatnsmikla dragá. Gerð var könnun á áhrifum grunnrennsli á árslykil og reiknaðir lykilar þar sem grunnrennsli uppá 40, 50 og 60 m³/s var dregið frá. Í stuttu máli hafði þetta óveruleg áhrif á heildarsvifaursframburð.

Tafla 6 og Mynd 10 sýna útreikninga á framburði Hólmsár. Þar má sjá að framburður reiknaður með árslyklum er oftast meiri en ef notaðir eru árstíðalyklar. Þetta er í samræmi við framburðaræikninga í öðrum vatnsföllum og umræðu í kafla 4.1.2 og er niðurstöðum árslykla almennt betur treyst en árstíðarlykla.

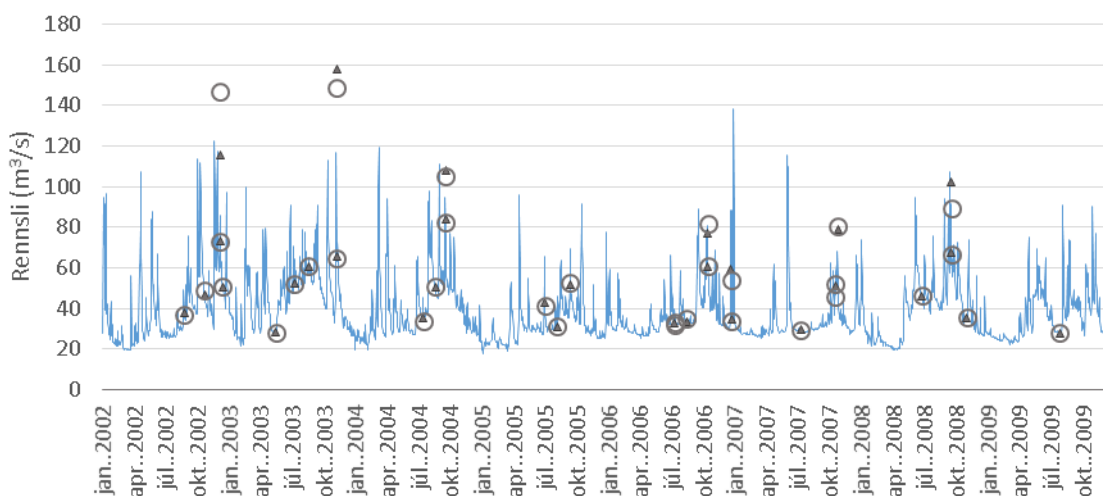
Tafla 6. Framburður svifaurs í Hólmsá við Framgil árin 2002–2009.

Ár	Dagsmeðal- rennsli ársins (m ³ /s)	Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
		sumarlykli	vetrarlykli	sumar+vetur	árslykli
2002	40,8	0,04	0,55	0,59	0,75
2003	46,3	0,24	0,38	0,62	0,62
2004	40,8	0,31	0,24	0,55	0,49
2005	33,1	0,03	0,15	0,18	0,17
2006	37,7	0,08	0,25	0,33	0,35
2007	33,6	0,01	0,21	0,22	0,22
2008	39,7	0,28	0,22	0,50	0,42
2009	37,3	0,08	0,32	0,39	0,55
Summa allra ára		1,06	2,33	3,38	3,56
Meðalframburður svifaurs á ári		0,13	0,29	0,42	0,45
Hlutfall af heildarframburði					93%



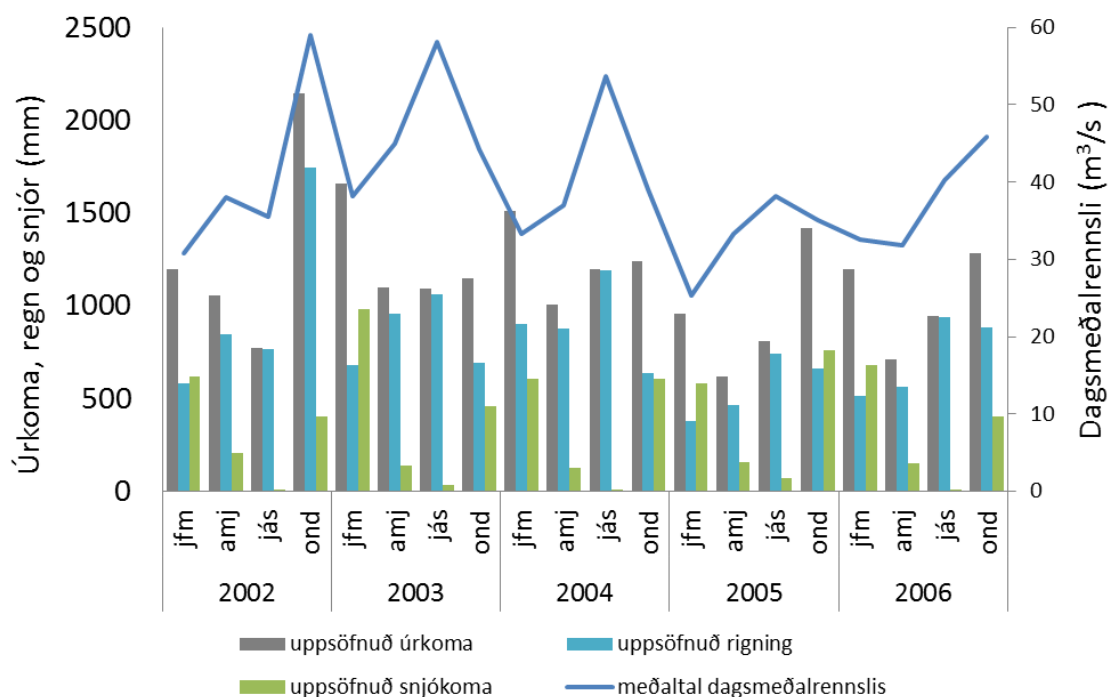
Mynd 10. Samanburður á útreiknuðum ársframburði svifaus árin 2002–2009, flokkaður eftir gerð lykla.

Árin 2005 og 2007 skera sig úr með litlum heildarframburði svifaus (0,17 og 0,22 milljón tonn á ári) en einnig reiknast sumarframburður svifaus mjög lítill fyrir sömu ár (0,01–0,03 milljón tonn á þremur mánuðum) sem og fyrir árið 2002 (0,04 milljón tonn/sumri). Útskýringa er að leita í rennsliháttum árinna en eins og sést á mynd 11 eru mjög fáir háir rennslisþoppar að sumri á árunum 2002, 2005 og 2007. Flóðatoppar í lok ársins 2002 hækka hins vegar vetrarframburð verulega, og þar með heildarframburð ársins. Í þessum ferðum náðust sýni við augnabliksrennsli töluvert herra en dagsmeðalrennsli sem útskýrir af hverju tákni á mynd 11 eru mun hærri en samfelldi rennslisferillinn. Sumrin 2003, 2004 og 2008 reiknast framburður mikill (0,24–0,31 milljón tonn á þremur mánuðum) í samanburði við öll sumur á tímabilinu 2002–2009, eða um helmingi meiri en meðaltal sumarframburðar tímabilsins. Fyrir þessi ár eru niðurstöður samsetta árstíðalykilsins jafnar eða nokkuð hærri en árslykilsins. Árin 2004 og 2008 náðist að safna sýnum í atburðarferðum að sumri og eins og sést á mynd 11 var sumarrennsli hátt þessi ár, jafnvel á milli flóða (rennslisferla fyrir einstök ár má sjá í viðauka 3).



Mynd 11. Rennslisröð frá Hólmsá við Hólmsárþöf og tímasetning svifaurssýnatöku. Rennsli við svifaurssýnatöku er táknað með gráum hringjum og skriðaurssýnatöku með þríhyrningum.

Þetta má líka sjá á mynd 12 sem sýnir úrkomu, regn og snjókomu sem féll á vatnasvið Hólmsár ásamt dagsmeðalrennsli fyrir tímabilið 2002–2006. Tímabilinu er skipt í árstíðir (jfm=janúar, febrúar, mars; amj=apríl, maí, júní; jás= júlí, ágúst, september; ond=október, nóvember, desember). Úrkoman er fengin með greiningu á ERA40 gögnum, sem eru niðurkvörðun á lofthjúpslíkani frá Evrópsku reiknimiðstöðinni í Reading (ECMWF) (Crochet, 2012; Crochet o.fl., 2007; Jóhannesson o.fl., 2007) en þau gögn ná eingöngu út árið 2006. Greint er á milli rigningar og snjókomu með hitastigi, þ.e. þegar úrkoma fellur við lægri hita en 0,5°C þá er snjókoma (stundum snjóar samt við 1–2°C hærra hitastig en það er talið hafa minni áhrif á snjósöfnun). Á myndinni má sjá að snjókoma er lítil sem engin yfir sumarmánuðina en 2005 snjóaði þó lítilsháttar. Það ár er úrkoma hins vegar minni en hin árin og hefur það greinilega áhrif á framburð. Seinni hluta ársins 2002 er áberandi meiri úrkoma á vatnasviðinu og það kemur skýrt fram í svifaurframburði árinna.



Mynd 12. Uppstöfnuð úrkoma, regn og snjókoma ásamt dagsmeðalrennsli 2002–2006. Myndin skiptis í þriggja mánaða tímabil sem skipta árunum í árstíðir.

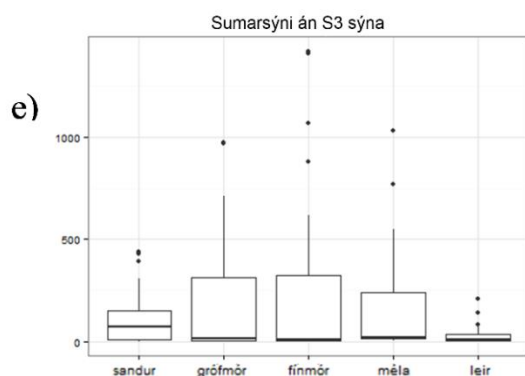
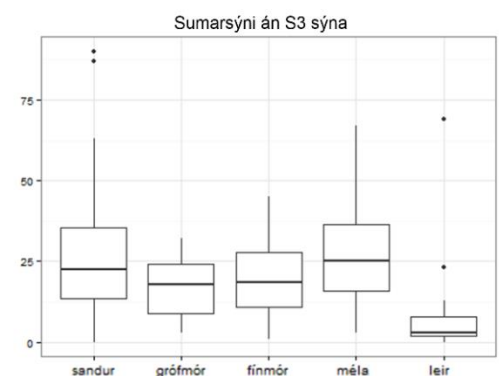
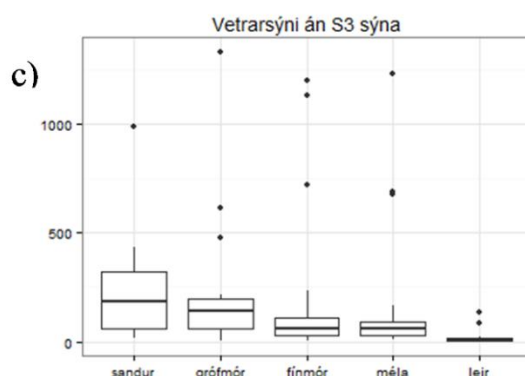
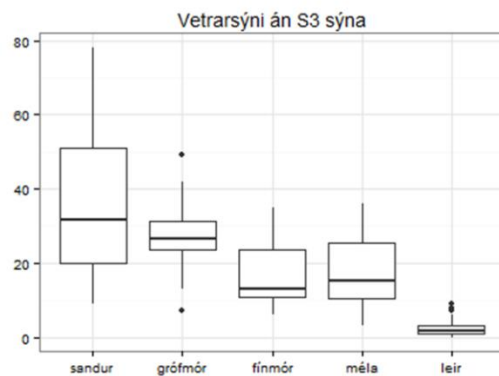
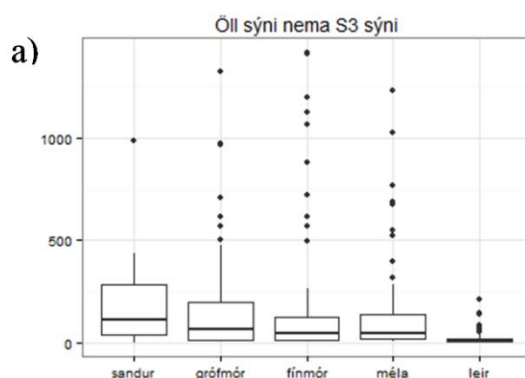
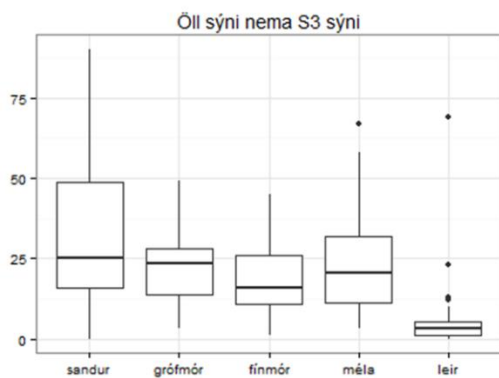
5.1.2 Kornastærðargreiningar svifaurs

Kornastærð svifaursframburðar er háð mörgum þáttum og því margbreytileg. Í sýnum frá Hólmsá er hægt að sjá mun milli árstíða en einnig breytist áin mikið í vatnavöxtum, eins og áður hefur komið fram. Svifaursýni voru greind í fimm kornastærðarflokka (sjá umfjöllun í kafla 2.1) og eru kassagröf (Mynd 13a-f) notuð til að sýna hlutfall efnis í hverjum kornastærðarflokki frá lægsta gildi til þess hæsta. Aðeins eru sýndar niðurstöður fyrir S1-sýni. Tveir kassar fyrir hvern kornastærðarflokk í grafinu sýna efri og neðri fjórðungsmörk. Tafla 7 sýnir gildin á bak við hverja smámynd. Q1 stendur fyrir neðsta fjórðungsmark, eða 25% af úrtakinu og Q3 er efsta fjórðungsmark, eða 75% úrtaksins. Miðgildið eða dæmigert gildi, sýnir hvar 50% sýna liggja og er lína sem skilur milli kassanna í hverju flokki. Miðgildið er ónæmt fyrir útlögum ólíkt meðaltali. IQR sýnir innri spönn, þ.e. sýnin sem þar eru lenda á milli 25–75% allra sýna í úrtakinu og eftir því sem

spönnin er meiri því lengri verða kassarnir á grafinu. Útlagar eru skilgreindir þannig að efri mörk útlaga eru sett við gildi sem samsvara $1,5 * IQR$ yfir efsta fjórðungsmarki en neðri mörkin við samsvarandi $1,5 * IQR$ undir neðsta fjórðungsmarki. Athugið að útlagar eru ekki endilega léleg sýni heldur geta þvert á móti verið mjög þýðingarmikil fyrir gagnasettið.

Fljótt á litið má sjá að stærsti hluti allra sýna sem tekin voru við Hólmsá á árunum 2002 til 2009 innihalda sand og minnst af leir (Mynd 13a og b, Tafla 7) en á myndinni eru S3 sýni undanskilin. Einnig má sjá að mikill munur er á kornastærð sumar- og vetrarsýna. Í vetrarsýnum er sandur ($>0,2$ mm) langstærstur hluti sýnanna og er innri spönn (IQS; 25–75% úrtaks) sandhlutfalls frá 20 til 51% og miðgildi þess 32% (186 mg/l) (Myndir 13c og 13d; Tafla 7). Hlutfall grófmós er næsthæst í vetrarsýnum með innri spönn mun minni en sands (frá 24–31%), og miðgildi 18% (14 mg/l) (Myndir 13c og 13d; Tafla 7). Í sumarsýnum breytist kornastærðardreifing sýnanna mikið og innihalda þau hlutfallslega meira fínefni en vetrarsýnin (Myndir 13e og 13f; Tafla 7). Méla (0,002–0,02 mm) er hlutfallslega stærstur hluti sýnanna með innri spönn 16–37% (13–238 mg/l), miðgildi méluhlutfalls er 25% og dæmigerður styrkleiki mélu er 21 mg/l. Kornastærðin leir ($<0,002$ mm) sýnir hins vegar mjög lágt hlutfall hvort sem um er að ræða vetrar- eða sumarsýni (miðgildi 2 og 3% eftir árstíðum; 7 mg/l fyrir bæði vetur og sumar).

Á kassagröfunum er áberandi hvað miðgildi sumarstyrks flestra kornastærða er lágt miðað við spönn styrks (Mynd 13f). Ástæðan fyrir þessu er að í venjulegu sumarmatni er styrkur langflestra sýnanna mjög lágur en styrkurinn hækkar mjög í sýnum sem voru tekin í tveimur atburðarferðum. Kassagröfin eru einnig notuð til að finna á fljótlegan hátt útgildi í safninu og hugsanlegar villur. Í ljós kom að tvö sumarsýni voru með mjög háan sandstyrk (87% og 90%) án þess að rennsli væri hátt á sama tíma. Þessi sýni voru því undanskilin þar sem líklegt er talið að sýnatakinn hafi farið til botns.



Mynd 13 a-f. Dreifing S1 svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum. Myndir a) og b) sýna dreifingu allra svifaurssýna, myndir c) og d) eru vetrarsýni og á myndum e) og f) eru sumarsýni. Vinstri myndirnar (a, c og e) sýna prósentuhlutfall hvers kornastærðarflokks en hægri myndirnar (b, d og f) sýna dreifingu svifaursstyrks (mg/l).

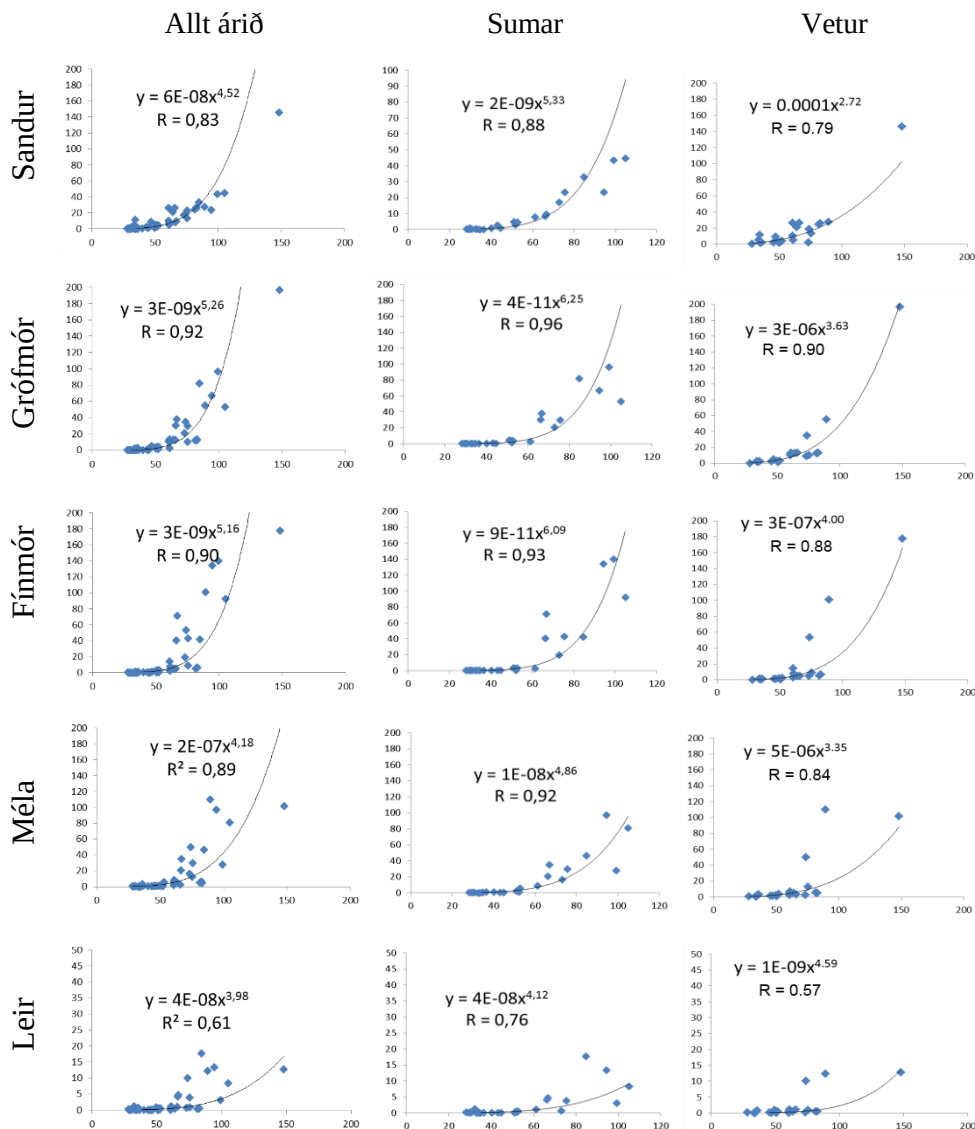
Tafla 7. Kornastærðarflokkun svifaurssýna. Annars vegar út frá hlutfalli (vinstri dálkar) og hins vegar styrks kornastærðarflokka (hægri dálkar). Efsti hlutinn sýnir öll S1 sýni á tímabilinu 2002–2009. Miðhlutinn sýnir vetrarsýni og neðsti hlutinn sýnir sumarsýni fyrir sama tímabil.

%						mg/l				
	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir
Ár 2002-2009, fjöldi sýna = 50										
Lægsta gildi	0	3	1	3	0	0	2	1	2	0
Q1	16	14	11	11	1	34	8	8	19	2
Miðgildi	25	24	16	21	3	111	66	41	43	7
Q3	49	28	26	32	5	286	198	124	136	18
Hæsta gildi	90	49	45	67	69	986	1329	1419	1232	209
IQR	33	15	15	21	4	252	190	116	117	16
Neðri útlagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efri útlagar	0	0	0	1	4	1	7	10	9	9
Vetur 2002-2008, fjöldi sýna = 22										
Lægsta gildi	9	7	6	3	0	14	2	3	10	0
Q1	20	24	11	11	1	54	60	30	29	3
Miðgildi	32	27	13	15	2	186	140	65	60	7
Q3	51	31	24	26	3	315	198	123	97	16
Hæsta gildi	78	49	35	36	9	986	1329	1201	1232	137
IQR	31	8	13	15	2	261	138	93	67	14
Neðri útlagar	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
Efri útlagar	0	1	0	0	3	1	4	4	4	3
Sumar 2002-2009, fjöldi sýna = 28										
Lægsta gildi	0	3	1	3	0	0	2	1	2	0
Q1	14	9	11	16	2	11	3	5	13	2
Miðgildi	23	18	19	25	3	70	14	9	21	7
Q3	36	24	28	37	8	151	312	321	238	33
Hæsta gildi	90	32	45	67	69	438	971	1419	1029	209
IQR	22	15	17	21	6	140	309	316	225	31
Neðri útlagar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Efri útlagar	2	0	0	0	2	3	2	4	2	3

Q₁ = neðsta fjórðungsmark (25%) Q₃ = efsta fjórðungsmark (75%) IQR = innri dreifing

5.1.3 Svifausrlyklar einstakra kornastærðarflokka

Gerðir voru svifausrlyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka (Mynd 14). Þetta eru árstíðalyklar og árslyklar byggðir á sömu sýnum og lyklarnir fyrir heildarframburð. Í töflu 8 eru helstu einkenni svifausrlykla fyrir einstaka kornastærðarflokka. Lyklarnir eru mistrúverðugir við hátt rennsli þar sem sumir þeirra byggja á mjög fáum sýnum með háan svifausframburð en þó er fylgni lyklanna í flestum tilvikum góð. Veldisvísar allra lykla nema sandvetrarlykils eru mjög háir og teljast tortryggilega háir miðað við þau viðmið sem sett eru fram í kafla 4.1.2.. Hólmsá margfaldast í vatnavöxtum og vegna þess að hún rennur um svæði þar sem mikið er af efni til að bera fram, þá teljast mjög háir veldisvísar „eðlilegir“ í þessu tilviki.



Mynd 14. Vensl svifausframburðar (y-ás) og rennslis (x-ás) fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilínum. Reiknaður var árslykill, sumarlykill og vetrarlykill.

Tafla 8. Einkenni svifaurslykla fyrir einstaka kornastærðarflokka í sýnum teknum árin 2002–2009.

Árstíð	Sýna- fjöldi	Kornastærð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n	Fylgni R
Sumar	26	Sandur	105	74	28,1	1,6E-09	5,33!	0,85
		Grófmór	105	74	28,1	4,1E-11	6,25!	0,96
		Fínsmór	105	74	28,1	8,6E-11	6,09!	0,94
		Méla	105	74	28,1	1,4E-08	4,86!	0,92
		Leir	105	74	28,1	4,2E-08	4,12!	0,74
Vetur	22	Sandur	148	66	28,4	1,3E-04	2,72	0,79
		Grófmór	148	66	28,4	2,7E-06	3,63!	0,90
		Fínsmór	148	66	28,4	3,4E-07	4,00!	0,88
		Méla	148	66	28,4	4,6E-06	3,36!	0,84
		Leir	148	66	28,4	1,5E-09	4,59!	0,57
Ár	48	Sandur	148	66	28,1	5,9E-08	4,52!	0,82
		Grófmór	148	66	28,1	2,6E-09	5,26!	0,92
		Fínsmór	148	66	28,1	3,1E-09	5,16!	0,91
		Méla	148	66	28,1	1,9E-07	4,18!	0,89
		Leir	148	66	28,1	3,8E-08	3,99!	0,62

! veldisvísir er tortryggilega hár miðað áður uppgöfin viðmiðunargildi (kafla 4.1.2).

Framburðarútreikningar sem gerðir eru með kornastærðarflokkuðum svifaurslyklum eru settir fram í töflu 9. Samkvæmt lyklunum berst mest fram af grófmó og sandi en hins vegar er misjafnt eftir árstíðalyklum eða árslykli hvor flokkurinn er stærri. Einnig er nokkur munur á samanlögðum kornastærðarflokkum eftir því hvort árslyklar eða árstíðalyklar eru notaðir. Nokkuð gott samræmi er á mun milli samanlögðu kornastærðarflokkanna og meðalframburðar heildarsvifaurs þar sem kornastærðarlyklarnir gefa um 40–50 þúsund tonnum minna heildarlyklarnir.

Meðalgildi sands er hæst á veturna en innri spönn sýnanna er mikil (Tafla 7 og Mynd 13c og f) og fylgni vetrarlykla er almennt lægri en sumar- og árslykla (Mynd 14). Sumarframburðurinn inniheldur hins vegar herra hlutfall fínefna eða um 54% á meðan fínefnahlutfall ársins er 42% fyrir framburð reiknaðan með samanlögðum árstíðarlyklum og 44% ef árslykill er notaður (Tafla 9).

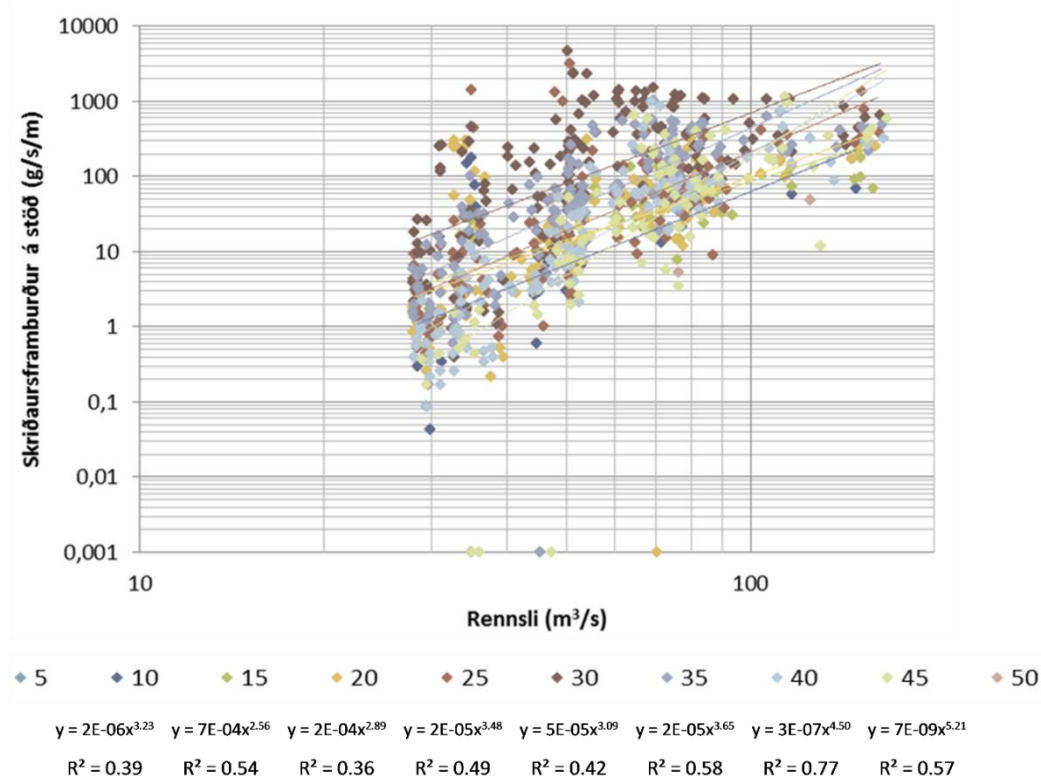
Tafla 9. Útreiknaður framburður svifaus eftir kornastærðarflokkum, milljón tonn/ár.

Kornastærð		Svifausframburður skv. lyklum			
Stærðarflokkur	Mörk mm	Sumar	Vetur	Sumar+vetur	Ár
Sandur	>0,2	0,024	0,084	0,11	0,104
Grófmór	0,06-0,2	0,032	0,076	0,11	0,124
Fínmór	0,02-0,06	0,033	0,047	0,08	0,098
Méla	0,002-0,02	0,029	0,041	0,07	0,077
Leir	<0,002	0,004	0,003	0,01	0,007
Samtals allir stærðarflokkar		0,12	0,25	0,37	0,41
Fínefni (leir, méla, fínmór)		0,07	0,09	0,16	0,18
Hlutfall fínefna af heild		54%	36%	42%	44%
Meðalframburður svifaus á ári skv. heildarárslykli		0,13	0,29	0,42	0,45

5.1.4 Framburður skriðaus

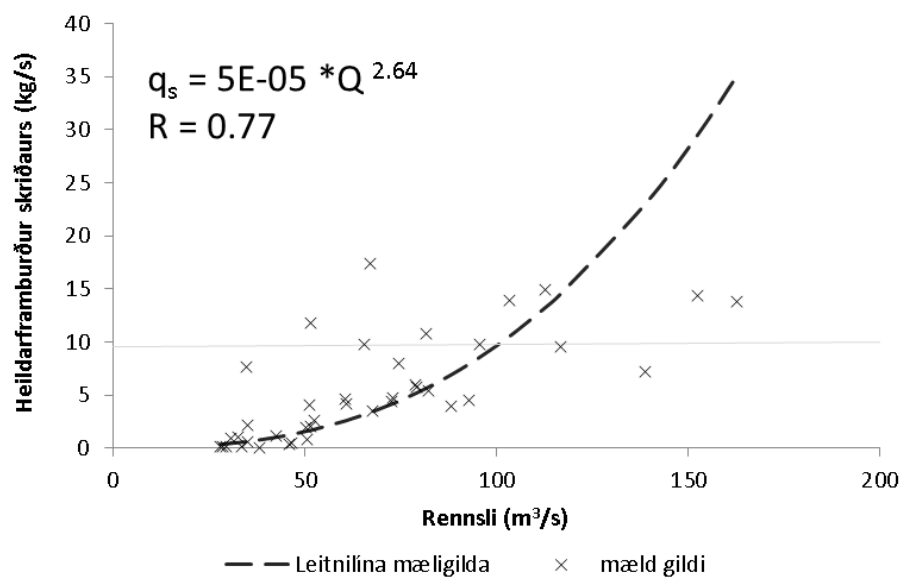
Botnskrið í Hólmsá var mælt í ferðum sem farnar voru á árunum 2002–2009 og má sjá yfirlit yfir fjölda sýna og hversu mörg þeirra hafa verið kornastærðargreind í töflu 2. Sýnunum var skipt upp í rennslisbil eftir dögum og ef rennsli breyttist mikið innan hvers dags á meðan á sýnatöku stóð (sjá Viðauka 2). Skriðausframburður var síðan reiknaður fyrir hverja stöð og heildað á milli stöðva til að reikna heildarframburð (sjá nánar í kafla 4). Skriðausframburður fyrir hverja stöð sem fall af rennsli er sýndur á Mynd 15.

Leitnilínur fyrir hverja stöð voru reiknaðar en þær gefa ekki tilefni til að flokka saman ákveðnar stöðvar eða að safninu sé skipt upp á milli stöðva þegar reiknaður er skriðauslykill.



Mynd 15. Mældur skriðsursframburður í Hólmsá við Framgil árin 2002–2009 flokkaður eftir stöðvum ásamt leitnilínum fyrir hverja stöð.

Heildarframburður skriðsurs byggir á því að reikna heildaðan skriðsurs fyrir hverja stöð í hverju rennslisbili og síðan er framburður allra stöðva lagður saman samkvæmt aðferð WMO sem fjallað er um í kafla 4.2.2 í þessari skýrslu (World Meteorological Organization, 1994). Gögnin eru síðan teiknuð upp á móti rennsli og leitnilína reiknuð, á forminu $q_s = k \times Q^n$ eins og fyrir svifaur (sjá kafla 4.1.2). Niðurstöðurnar eru birtar á Mynd 16.



Mynd 16. Skriðsurslykill fyrir Hólmsá við Framgil fyrir árin 2002–2009. Grá lína þvert yfir grafið sýnir magn framburðar sem reiknast í ferðum þegar sýnatökupokinn átti það til að fyllast.

Við skoðun á lyklinum vekur athygli að þegar heildarframburður skriðaus fer yfir u.þ.b. 7 kg/s virðist fylgni hans við rennsli verða lítið sem ekkert ($R=0,27$ ekki sýnt hér). Grá lína er teiknuð á grafið (Mynd 16) en hún markar u.þ.b. þann framburð sem mældist í ferðum þar sem sýnatakinn átti það til að fyllast. Reynt var að stytta tímann þar sem sýnatakinn lá við botn ef slíkt gerðist en þar sem skriðaur berst oft fram óreglulega í sköflum var erfitt að útiloka að slíkt ætti sér stað. Ekki er hægt að útiloka að sýnatakinn anní ekki framburðinum sem er í ánni við hátt rennsli þó að slíkt hafi ekki gerst oft. Annar möguleiki er að magn skriðaus til flutnings sé takmarkað, hvort sem er vegna framboðs efnis eða auðrjúfanleika, og því sé veldisaukning skriðausflutnings minni við hátt rennsli en við lágt rennsli. Að öllum líkindum er þó um sambland af þessu öllu að ræða til viðbótar við hina miklu óvissu sem ávallt ríkir í mælingum á skriðaur.

Ef skriðauslykillinn er borinn saman við árslykil svifaurs (Mynd 7) má sjá að halli leitnilínunnar er mun meiri á svifaurslyklinum (hærri veldisvísir og lægri hlutfallsstuðull) og því má gera ráð fyrir að hlutfall skriðaus af heildaraurburði minnki mikið með auknu rennsli.

Heildarframburður skriðaus reiknaður út frá lykli er birtur í töflu 10. Heildarframburður skriðaus fyrir árin 2002 til 2009 reiknaðist á bilinu 0,02 til 0,05 milljónir tonn, eða 0,03 milljónir tonna að meðaltali fyrir allt tímabilið. Minnstur var hann árin 2005 og 2007 sem eru sömu árin og svifaursframburður reiknaðist minnstur.

Tafla 10. Heildarframburður skriðaus í Hólmsá við Framgil 2002–2009.

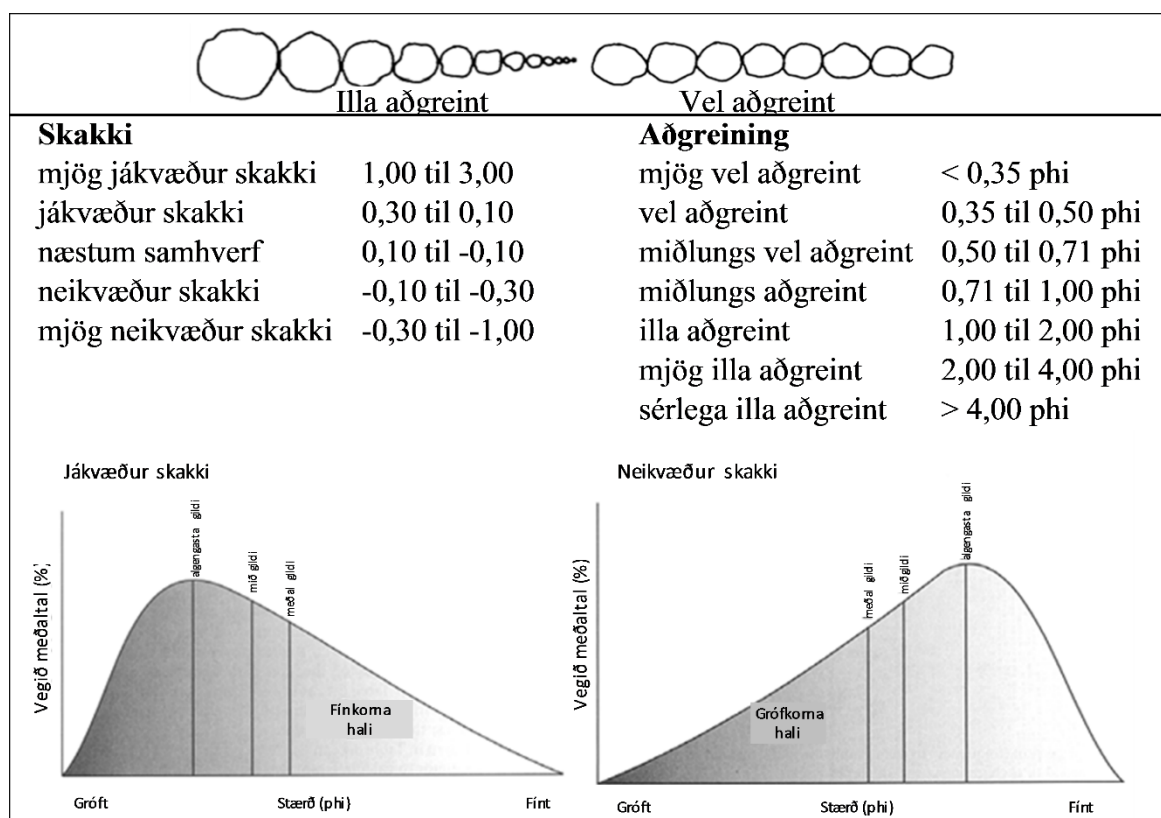
Ár	Dagsmeðalrennsli (m ³ /s)	Skriðausframburður (millj. tonn/ár)
2002	40,8	0,05
2003	46,3	0,05
2004	40,8	0,04
2005	33,1	0,02
2006	37,7	0,03
2007	33,6	0,02
2008	39,7	0,04
2009	37,3	0,03
Samtals		0,27
Ársmeðaltal	38,7	0,04

5.1.5 Kornastærðargreiningar skriðaus

Á árunum 2002 til 2009 voru alls tekin 950 skriðaurssýni úr Hólmsá og af þeim hafa 196 verið kornastærðargreind. Átta af þessum sýnum voru tekin í september 2009 en þá var Jökulkvísl farin að renna saman við Hólmsá ofan við sýnatökustaðinn og þau sýni ekki tekin með í eftirfarandi útreikningum. Af þeim 188 sýnum sem eftir eru hafa 154 sýni eintoppa kornastærðardreifingu og því er hægt að skoða afleidda kornastærðareiginleika þeirra án vandræða.

Hafa þarf í huga að heiti kornastærðarflokka skriðaus og svifaurs eru ekki sambærileg þar sem farið er eftir Udden-Wentworth heitum fyrir skriðaur en sá kvarði er notaður út um allan heim, en afbrigði af Atterbergkvarða er notað fyrir svifaursnýnin til samræmis við fyrri framsetningu á svifaursniðurstöðum (Töflur 3 og 4).

Við greiningu afleiddra kornastærðareiginleika er farið eftir flokkun sem notuð er með Excel-viðbótinni GRADISTAT (Blott, 2000; Blott & Pye, 2001) og má sjá á Mynd 17. Hefðbundnar kenningar um breytingar í kornastærð niður eftir farvegum benda til að efni verður fíngræðara, betur aðgreint og hefur neikvæðari skakka eftir því sem það flyst lengri vegalengd (sjá t.d. McLaren & Bowles, 1985). Einnig er ljóst að grófleiki sets eykst í réttu hlutfalli við straumhraða að öðru óbreyttu.



Mynd 17. Flokkun og skilgreiningar á aðgreiningu og skakka.

Aðgreining og skakki hafa einnig verið útskýrð út frá mismunandi setgerðum og setmyndun (sjá t.d. Skúla Víkingsson & Sigurbjörn Guðjónsson (1984)):

Aðgreining: Efnið sem áin ber fram við jafnan árstraum, fær lægra gildi fyrir aðgreiningu því lengra sem hún flytur efnið og sagt er að flokkunin verði meiri. Aðgreining er minnst (hæsta gildið) í efnum eins og jökulruðningi, aurskriðum og

berghlaupsefni, en mest í efnunum eins og fjörusandi, vatnaseti og foksandi (Skúli Víkingsson & Sigurbjörn Guðjónsson, 1984).

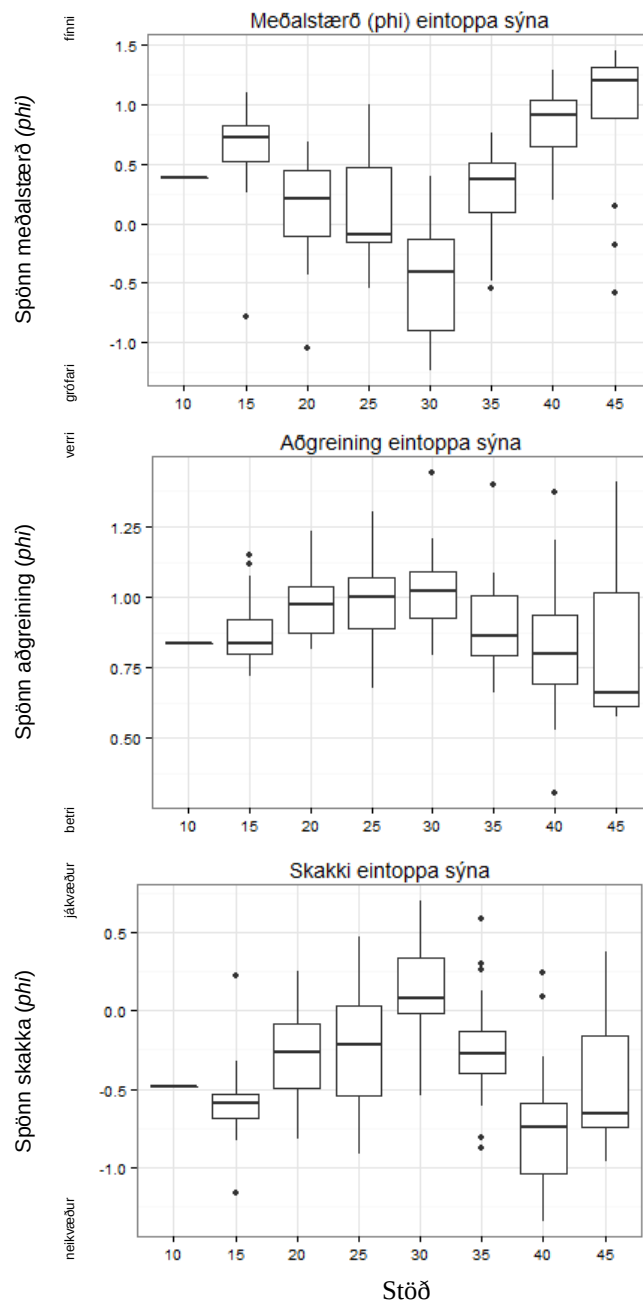
Skakki: Talað er um jákvæðan og neikvæðan skakka. Neikvæður skakki bendir til þess að grófi hluti efnisins sé meiri en finni hluti þess. Við setmyndun í miklum straumi er skakki jákvæður en neikvæður við lygnar aðstæður. Skakki er alltaf jákvæður við setmyndun í aurkeilum en yfirleitt neikvæður hlémegin á eyrum og annars staðar þar sem straumur minnkar skyndilega (Skúli Víkingsson & Sigurbjörn Guðjónsson, 1984).

Þótt að hér sé verið að mæla framburð en ekki setmyndun má samt nota þessar skilgreiningar til hliðsjónar því það er aðeins stigsmunur á því hvar í ferlinu sýnið er tekið.

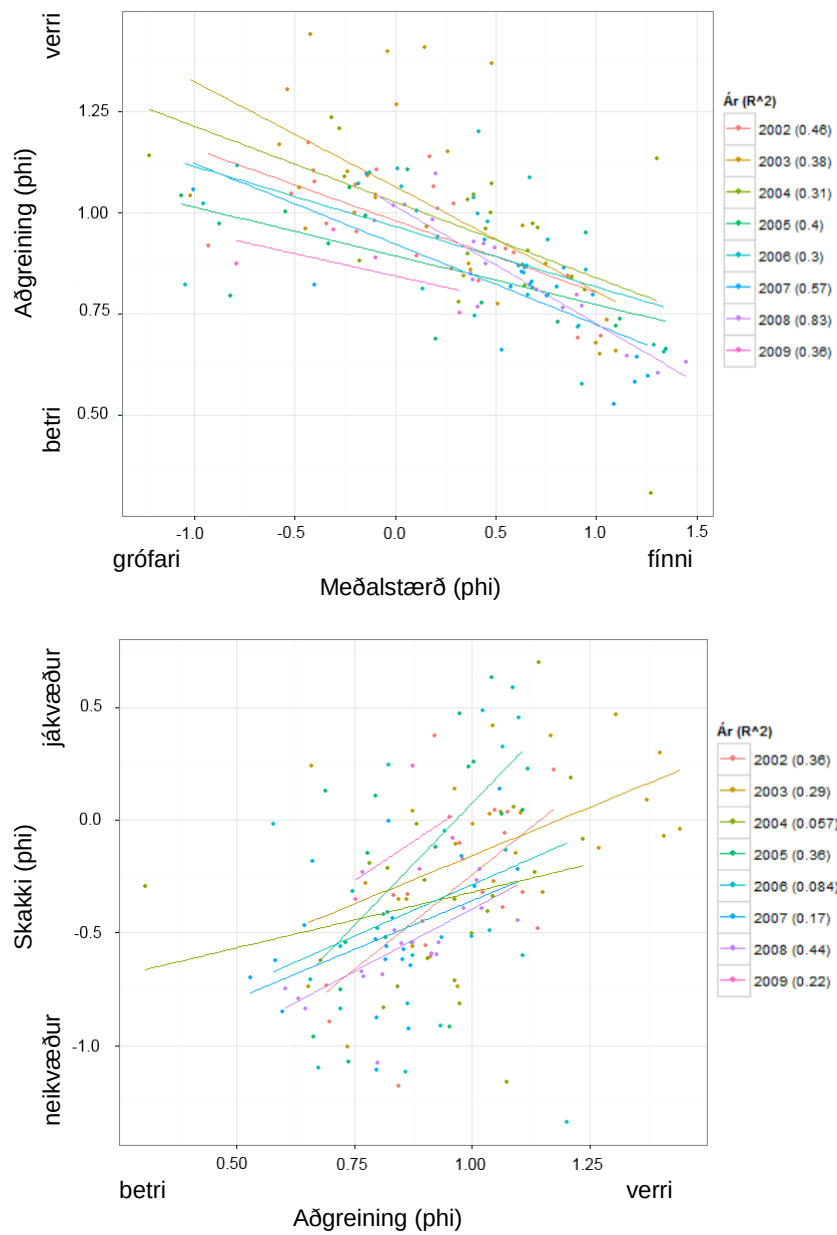
Kassagröf voru gerð af spönn meðalstærðar, aðgreiningar og skakka eintoppa kornastærðargreindra skriðaurssýna frá Hólmsá (Mynd 18). Á þeirri mynd sést að meðalstærð sýna er talsvert breytileg eftir því hvaðan sýnið er úr farveginum. Spönn meðalstærðar er mest og skriðaurssýnin grófust á stöð 30 í miðjum farveginum. Þar er meðalstærð sýnanna frá því að vera grófur sandur niður í mjög fína möl (0,4 til -1,3 phi) (gildi á phi-kvarða eru í öfugu hlutfalli við raunstærð í mm). Meðalstærð skriðaurssýnanna minnkar síðan þegar nær dregur bökkum árinna og er hún minnst á stöðvum á 15 m og 45 m. Á 30 m stöðinni er aðgreining sömuleiðis einna minnst (hátt gildi) þegar á heildina er litið en mörg sýni frá 45 m stöðinni eru einnig illa aðgreind þó að meðalgildi aðgreiningar sé þar áberandi lægst. Aðgreiningin eykst samtímis því að meðalstærð minnkar frá miðju árinna og til beggja bakka. Það sama má segja um skakkagildin, þau eru yfirleitt neikvæðari og með hala af grófu efni þegar nær kemur bökkum árinna, þó að neikvæðustu sýnin séu af 40 m stöðinni.

Þetta sést vel á mynd 19 þar sem vensl afleiddra kornastærðareiginleika sýnanna eru sett fram. Sæmileg fylgni er yfirleitt á milli meðalkornastærðar og aðgreiningar þannig að fíngerðari sýnin eru betur aðgreind en grófu sýnin. Myndin sýnir einnig ágætlega að betur aðgreind sýni hafa yfirleitt neikvæðan skakka með grófan hala þrátt fyrir að fylgni einstakra leitnilína sé ekki sérlega góð.

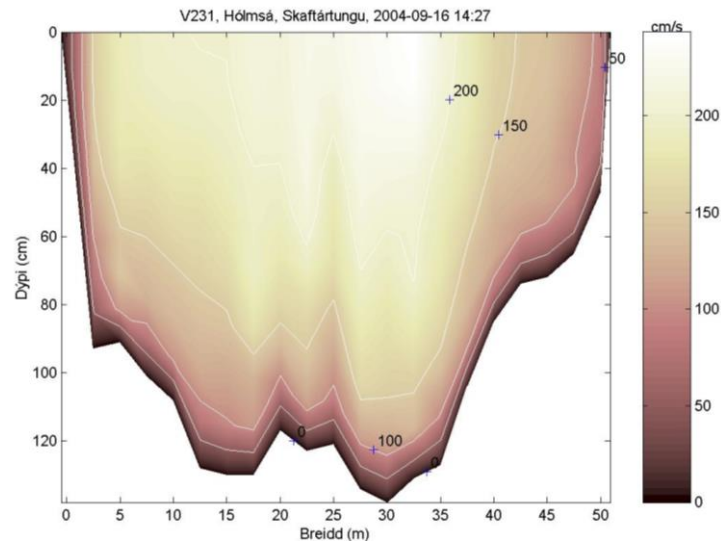
Eins og sjá má á mynd 20 er mesta dýpið og straumhraðinn yfirleitt á stöð 30 (Mynd 20) þar sem sýnin eru einna grófust, verst aðgreind og með jákvæðan skakka. Þessar niðurstöður koma því vel heim og saman við fyrrnefndar hugmyndir um ástæður fyrir breytileika í afleiddum kornastærðareiginleikum.



Mynd 18. Gildi meðalstærðar (efsta mynd), aðgreiningar (miðmynd) og skakka (neðsta mynd) fyrir sýni úr Hólmsá. Hver kassi inniheldur 50% af gildunum og merkir lárétta strikið inni í kassanum miðgildi gagnanna.



Mynd 19. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd); skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í eintoppa skriðaurssýnum úr Hólmsá sem voru kornastærðargreind árin 2002–2009.



Mynd 20. Dæmigert rennslissnið við kláfinn í Hólmsá við Framgil. Straumhraði er sýndur með lit innan sniðsins og táknar dekkri litur hærri hraða.

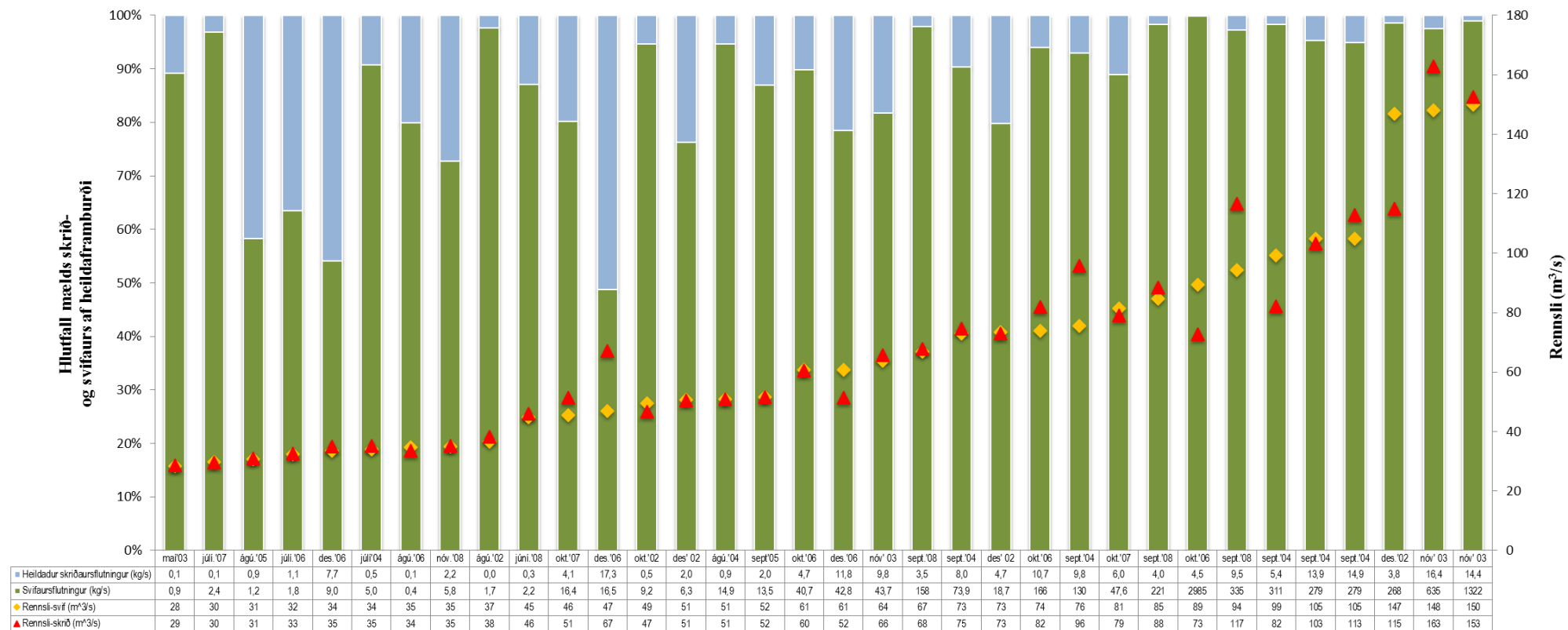
5.2 Samanburður svifaurs og skriðaus

Tafla 11 sýnir framburð svifaurs og skriðaus við Hólmsá út frá bestu lyklum. Samkvæmt henni er meðalframburður skriðaus frá 6 til 11% af heildaraurburði árána, eða að meðaltali 8%.

Tafla 11. Svifaurs- og skriðausframburður á ári í Hólmsá við Framgil.

Ár	Dagsmeðal- rennsli (m³/s)	Svifaursframburður (millj. t/ár) skv. árstíðarlyklum	Skriðausframburður (millj. t/ári) skv. heilduðum árslykli	Hlutfall skriðaus af heildarframburði (%)	
2002	40,8	0,59	0,75	0,05	6
2003	46,3	0,62	0,62	0,05	7
2004	40,8	0,55	0,49	0,04	7
2005	33,1	0,19	0,17	0,02	11
2006	37,7	0,33	0,35	0,03	8
2007	33,6	0,22	0,22	0,02	9
2008	39,7	0,50	0,42	0,04	8
2009	37,3	0,39	0,55	0,03	6
Meðaltal 2002–2009		0,42	0,45	0,04	8

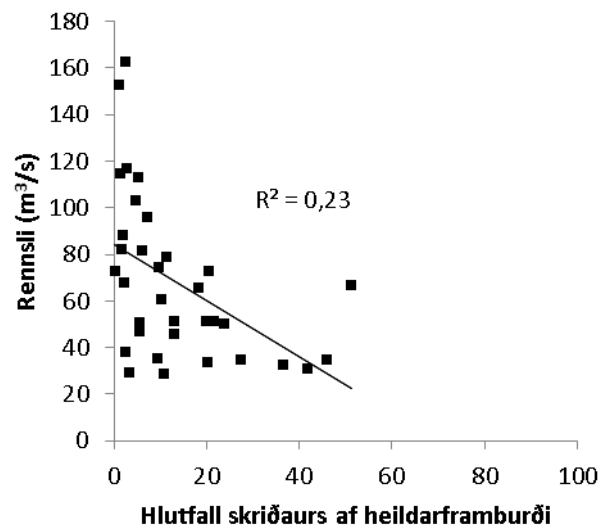
Svifaursýni sem tekin voru samhliða skriðausssýnum úr Hólmsá, mynda pör sem nýtast til samanburðar á framburðarhlutfalli skriðaus og svifaurs af heildarframburði. Framburður svifaurs er reiknaður út frá hverju sýni og hann borinn saman við heildaðan skriðausframburð sem reiknaður var fyrir sama dag og svifaursýnið var tekið (Mynd 21). Hlutfall skriðausframburðar reiknast annars vegar 8% samkvæmt lyklum og hins vegar 13% samkvæmt sýnapörum.



Mynd 21. Hlutfall svifurs- og skriðsursframburðar af mældum heildarframburði í þeim sýnum sem tekin voru samhliða. Grænar súlur tákna hlutfall svifurs, ljósbláar súlur tákna hlutfall skriðsurs. Gulir tíglar tákna rennsli við svifursmælingu og rauðir þríhyrningar tákna meðalrennsli við skriðsursmælingu. Gildi fyrir heildarframburð í kg/s og rennsli mælingarinnar í m³/s eru í töflunni fyrir neðan.

Í fjórum sýnapörum er skriðursframburður um og yfir 40% af heildarframburði og er athyglisvert að í þremur þeirra er rennsli mjög lágt ($31\text{--}34\text{ m}^3/\text{s}$)(Mynd 21). Skoðaðar voru aðstæður í kringum sýnatökuna og kom í ljós að sýnin frá desember 2006 voru tekin í kjölfar flóðs í ánni þar sem dagsmeðaltal náði $88,3\text{ m}^3/\text{s}$ tveimur dögum fyrir sýnatökuna. Það gæti útskýrt hátt hlutfall skriðurs í ánni á þessum tíma þrátt fyrir lágt rennsli við sýnatökuna. Í hinum sýnapörunum tveimur er framburður svifaurs og skriðurs hins vegar með lægra móti og þarf ekki mikinn breytileika í sýnatökunni til að hlutfallið breytist umtalsvert. Ef þessum fjórum sýnapörum er sleppt er meðalframburður skriðurs í sýnapörunum um 9% af heildarframburði.

Mynd 22 sýnir að skriðaurshlutfall af heildarframburði lækkar heldur við hækkandi rennsli þó að fylgni leitnilínu gegnum gagnasettið sé ekki góð. Þetta er í samræmi við umræðu um mismunandi halla á skriðurs- og svifaurslyklum í kafla 5.1.4. og þá staðreynd að flutningur skriðurs virðist ekki aukast jafn mikið með rennsli og leitnilína lykilsins sýnir. Mynd 22 sýnir einnig ágætlega mikinn breytileika í hlutfalli skriðurs af heildaraufframburði með rennsli, sér í lagi þar sem rennsli er lágt, sem getur átt sér nokkrar skýringar eins og áður kom fram. Við lágt rennsli utan flóða er framburður skriðurs mjög lítill og ræðst hlutfall hans af heildarframburði frekar af magni svifaurs í ánni.



Mynd 22. Vensl mælds rennslis og hlutfalls skriðursframburðar af heildarframburði.

6 Samantekt

Fljótt á litið mætti halda að Hólmsá bæri ekki með sér mikinn aur nema með sumarbráðnun jökla. Dragáreinkenni árinna koma þó augljóslega fram í snörpum flóðum sem fylgja yfirleitt miklum rigningum sem geta orðið hvenær sem er innan ársins. Við það margfaldast rennsli Hólmsár og fer hún úr því að vera straumlítill lindá í að vera vatnsmikil dragá í mestu flóðum.

Varleg áætlun gerir ráð fyrir eldstöðvakerfin þrjú sem rætt var um í inngangi hafi sett af sér að gífurlegt magn gosefna á vatnasvið Hólmsár, eða tæpa 500 km³ af gjósku. Aðgengi Hólmsár að lausu efni er misjafnt frá einum tíma til annars sem sést best á því að í lágrennsli er áin nánast tær og rennur innan vel gróinna árbakka. Í rigningarflóðum stækka og/eða myndast lækir sem bera efni, sem Hólmsá hefur annars ekki aðgang að, í aðalfarveginn.

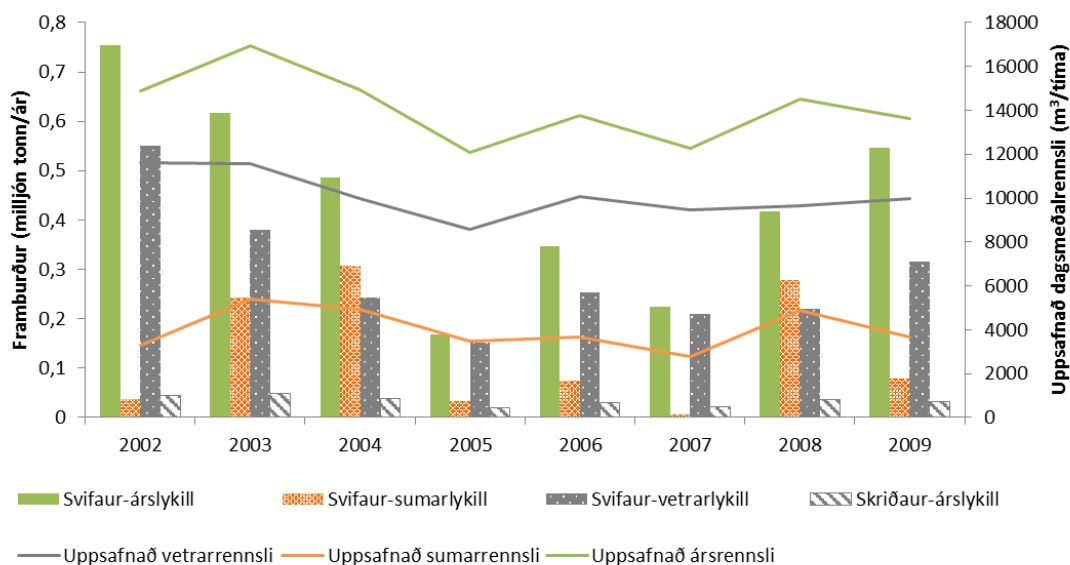
Aðstæður á vatnasviði Hólmsár, þar sem mikið er um auðrjúfanlegt efni leiða til þess að framburður eykst verulega í miklum rigningum og eru því svifaurslyklar áberandi brattir, hvort sem um er að ræða heildarárslykla, árstíðalykla eða einstaka kornastærðarlykla. Ljóst er að fleiri sýni við hátt rennsli myndu auka trú manna á lyklana þrátt fyrir að fylgni leitnilína sé í flestum tilfellum góð eða mjög góð.

Samkvæmt heildarárslyklum reiknast meðalframburður svifaurs 0,45 milljón tonn á ári en nokkur munur er á samsetningu framburðarins eftir árstíma. Fínefnahlutfall sumarframburðarins er 54% (0,07 milljón tonn á ári) en vetrarframburðarins 36% (0,09 milljón tonn á ári) (Tafla 7). Miðað við árslykla kornastærða er fínefnahlutfallið hins vegar 44% eða 0,18 milljón tonn á ári.

Hlutfall skriðsurs af heildarframburði á tímabilinu 2002–2009 er um 8% (Tafla 11). Eins og rætt var í kafla 5.1.4 og 5.2 minnkar hlutfall skriðsursframburðar af heildarframburði mikið með auknu rennsli, sem er oft rauninn á vatnasviðum þar sem efni er auðrofið. Undantekning frá þessu voru t.d. sýni tekin í kjölfar flóðs í desember 2006 (Mynd 21).

Dreifing skriðsursflutnings með rennsli (Mynd 16) vekur spurningar um hvort ferill leitnilínunnar sé of brattur. Samanburður á halla leitnilína skriðsurs- og svifaurslyklanna gefur til kynna að svo þurfi ekki að vera. Hins vegar vakna spurningar um ástæðu þess að skriðsursframburður sýnir lítil vensl við rennsli þegar hann fer yfir um 7 kg/s. Að einhverju leyti getur það verið vegna þess að sýnataka yfirfyllist (gerist oftar þegar framburður nær um 9 kg/s). Þar er um undantekningartilfelli að ræða sem varla hefur mikil áhrif á heildarniðurstöðuna en útilokar þó ekki að í miklum flóðum sé skriðsurshlutinn að einhverju leyti vanmetinn á þeim stöðvum þar sem framburður er mestur (yfirleitt 30 m). Líklegra er að skriðsursframburður aukist ekki verulega með auknu rennsli vegna takmarkaðs framboðs grófs efnis, hvort sem er vegna auðrjúfanleika grófrar gjósku í svifaursstærðir eða aðgangs að grófu efni, en einnig getur verið að ónákvæmni skriðsursmælinga spili inn í.

Mynd 23 sýnir framburð einstakra ára reiknaðan fyrir svifaur með árslykli, sumar- og vetrarlykli og fyrir skriðaur reiknaðan með árslykli. Eins og myndin sýnir er svifaursframburður mjög breytilegur milli ára og fer úr 0,17 upp í 0,75 milljón tonn á ári. Minni breytileiki er í skriðsursframburði milli ára en hann fer úr 0,02 og upp í 0,05 milljón tonn á ári (sjá einnig töflu 11). Þetta er í samræmi við fyrri umræðu um vensl framburðar við rennsli en á mynd 23 er sýnt uppsafnað rennsli fyrir hvora árstíð fyrir sig, auk ársrennslis.



Mynd 23. Heildarframburður svifaurs skv. árslykli (ljósgrænar súlur), sumarlykli (appelsínugular súlur) og vetrarlykli (gráar súlur) ásamt heildarframburði skriðaus (skástrikaðar súlur) og dagsmeðalrensli ársins (stjörnur).

Í töflu 12 er settur fram heildarframburður svifaurs og skriðaus í Hólmsá á tímabilinu 2002–2009. Samanlagður framburður svifaurs og skriðaus reiknast 0,49 milljón tonn á ári eða um 0,33 Gl.

Tafla 12. Meðalframburður svifaurs og skriðaus í Hólmsá við Framgil.

Árin 2002–2009	Útreiknaður meðalframburður	
	milljón tonn á ári	Gl á ári
Framburður svifaurs	0,45	0,30
Framburður skriðaus	0,04	0,03
Samtals framburður svifaurs og skriðaus á ári	0,49	0,33

*Fyrir svifaur er miðað við 1500 kg/m³ rúmpyngd en 1750 kg/m³ fyrir skriðaur (sbr. Almenna Verkfræðistofan, 2006).

Gera má ráð fyrir að loftslagsbreytingar muni hafa áhrif á hvernig Hólmsá hegðar sér næstu áratugina. Mildara veðurfar er líklegt til auka gróðurþekju innan vatnasviðsins og þ.a.l. minnka rof. Hins vegar er líklegt að jöklar muni halda áfram hopi sínu ef loftslagssviðsmyndir ganga eftir (sjá t.d. Tómas Jóhannesson o.fl., 2007) og víðfeðm auðrofin svæði komi undan jökli á næstu áratugum eins og þau hafa gert á síðustu árum (2 km² frá 1999 til 2006).

7 Heimildir

- Almenna verkfræðistofan & Orkustofnun (2002). *Hólmsár- og Skaftárvirkjanir, athugun á lausum jarðlögum 2002* (LV-2002/096, RARIK-02003). Reykjavík: Landsvirkjun og RARIK.
- Almenna Verkfræðistofan (2006). *Setmyndun í Hagalóni. Rannsóknir, úrvinnsla og útreikningar*. Reykjavík: Landsvirkjun, LV-2006/003.
- Asselman, N. E. M. (2000). Fitting and interpretation of sediment rating curves. *Journal of Hydrology*, 234, 228–248.
- Bergrún Arna Óladóttir, Guðrún Larsen & Olgeir Sigmarsson (2013). Skyggst í fortíð Grímsvatna, Bárðarbungu og Kverkfjalla. *Náttúrufræðingurinn*, 83(3–4), 112–125.
- Blott, S. J. (2000). *GRADISTAT version 4.0*. Leiðbeiningar með tölfræðiforritinu GRADISTAT sem Simon Blott, höfundur forritsins, dreifir.
- Blott, S. J. & 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. New Jersey: Prentice Hall.
- Crochet, Philippe (2012). *High resolution precipitation mapping in Iceland by dynamical downscaling of ERA-40 with a linear model of orographic precipitation* (VÍ 2012-003). Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Crochet, P., Jóhannesson, T., Jónsson, T., Sigurðsson, O., Björnsson, H., Pálsson, F. & Barstad, I. (2007). Estimating the spatial distribution of precipitation in Iceland using a linear model of orographic precipitation. *J. Hydrometeor.*, 8, 1285–1306.
- Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Snorri Zóphóníasson (Í vinnslu). Heildarframburður Hólmsár við Þaula 2009 til 2012.
- Evgenia Ilyinskaya o.fl. (í vinnslu). *Úttekt á íslenskum eldstöðvum*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Freysteinn Sigurðsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Stefanía Guðrún Halldórsdóttir & Þórarinn Jóhannsson (2006). *Vatnafarsleg flokkun vatnasvæða á Íslandi: hvernig bregðast landsvæði við úrkomu og miðla henni?* (OS-2006-013). Reykjavík: Orkustofnun.
- Guðrún Larsen (2000). Holocene eruptions within the Katla volcanic system, south Iceland : characteristics and environmental impact. *Jökull*, 49, 1–28.
- Gunnar Orri Gröndal (2000). *Hólmsá í Skaftártungu. Gerð HBV-rennislíkans af vhm 231* (OS-2000/042). Reykjavík: Orkustofnun.
- Gunnar Orri Gröndal (2003). *Endurskoðun HBV líkans af vhm 231 í Hólmsá* (Greinargerð, GOG-2003/03). Reykjavík: Orkustofnun.
- Haukur Jóhannesson, Kristján Sæmundsson, Snorri P Snorrason & Elsa Vilmundardóttir (2003). *Virkjun Hólmsár og Skaftár, Jarðfræði Skaftártungu* (Landsvirkjun LV 2003/103, ÍSOR 2003/001, RARIK-03008). Reykjavík: Landsvirkjun.
- Jón Sigurður Þórarinnsson & Jóna Finndís Jónsdóttir (2003). *Samanburður á HBV-líkönunum í Hólmsá í Skaftártungu, vhm 231, með tvenns konar veðurgögnum* (Greinargerð, JSTH-JFJ-2003/02). Reykjavík: Orkustofnun.

- Jóna Finndís Jónsdóttir & Jón Sigurður Þórarinnsson (2004). *Comparison of HBV models, driven with weather station data and with MM5 meteorological model data*. (OS-2004/017). Reykjavík: Orkustofnun.
- Tómas Jóhannesson, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Halldór Björnsson, Philippe Crochet, Elías B. Elíasson, Sverrir Guðmundsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Haraldur Ólafsson, Finnur Pálsson, Ólafur Rögnvaldsson, Oddur Sigurðsson, Árni Snorrason, Óli Grétar Blöndal Sveinsson & Þorsteinn Þorsteinsson, T. (2007). *Effect of climate change on hydrology and hydro-resources in Iceland* (Report OS-2007/011). Reykjavík: Orkustofnun.
- Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Gunnar Sigurðsson & Bjarni Kristinsson. (2003). *Mælingar á aurburði og rennsli í Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli, árið 2002* (OS-2003/023). Reykjavík: Orkustofnun.
- Jórunn Harðardóttir, Bjarni Kristinsson & Svava Björk Þorláksdóttir (2004). *Mælingar á aurburði og rennsli í Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli, árið 2003* (OS-2004/005). Reykjavík: Orkustofnun.
- Jórunn Harðardóttir, Bjarni Kristinsson & Svava Björk Þorláksdóttir (2005). *Mælingar á aurburði og rennsli í Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli, árið 2004* (OS-2005/002). Reykjavík: Orkustofnun.
- Kolbeinn Árnason & Ingvar Matthíasson (2009). *CORINE-landflokkunin á Íslandi, CLC2006, CLC2000 and CLC-Changes_{2000–2006}* (LMÍ – 2009/1). Akranes: Landmælingar Íslands.
- Landbúnaðarháskóli Íslands (2012). *Nytjaland – Jarðabók Íslands*. Skoðað í janúar 2013 á <http://www.lbhi.is/>.
- Landmælingar Íslands (2013). *CORINE vefsja*. Skoðað 6.12.2013 á <http://atlas.lmi.is/corine/>
- McLaren, P. & Bowles, D. (1985). The effects of sediment transport on grain-size distribution. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55, 457–470.
- Morgan, R. P. C. (1995). *Soil Erosion and Conservation*. Harlow: Longman.
- Náttúrufræðistofnun Íslands (2008). *Berggrunnur 1:500.000. Gagnagrunnur Náttúrufræðistofnunar Íslands*. Upplýsingar frá árinu 2008.
- Oddur Sigurðsson, Richard S. Williams Jr. & Skúli Víkingsson (2013). *Jöklakort af Íslandi*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Orkustofnun & Almenna verkfræðistofan hf. (2002). *Hólmsárvirkjun. Hólmsá í Skaftártungu. Forathugun* (OS-2002/060). Reykjavík: Orkustofnun og Almenna Verkfræðistofan hf.
- Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson (2009). Íslenskt jarðvegskort (Soil map of Iceland). *Náttúrufræðingurinn*, 78, 107–121.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóra Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason (1997). *Jarðvegsrof á Íslandi*. Reykjavík: Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins.
- Páll Imsland (2013). Hætta af eldgosum. Í Júlíus Sólmes (ritstj.), *Náttúruvú á Íslandi: eldgos og jarðskjálftar* (bls. 101–104). Reykjavík: Viðlagatrygging Íslands; Háskólaútgáfan.

- Ragnhildur Freysteinsdóttir (2000). *Hólmsá, Framgil vhm 231. Rennslislyklar nr. 4-8* (OS-2000/022). Reykjavík: Orkustofnun.
- Skúli Víkingsson & Sigurbjörn Guðjónsson (1984). *Blönduvirkjun. Farvegur Blöndu neðan Eiðsstaða. Landmótun og árset* (OS-84046/VOD-06). Reykjavík: Orkustofnun.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (2000). *Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna* (Greinargerð, GRG SvP-GHV-2000/02). Reykjavík: Orkustofnun.
- Vatnamælingar Orkustofnunar (2003). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2001/2002 vhm 231, Hólmsá, Framgil*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Vatnamælingar Orkustofnunar (2004). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2002/2003 vhm 231 Hólmsá, Framgil*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Vatnamælingar Orkustofnunar (2005). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2003/2004 vhm 468, Hólmsá, Hólmsárfoss*. Reykjavík: Orkustofnun.
- Veðurstofa Íslands (2013a). *Kortagagnagrunnur*. Skoðað í janúar 2013.
- Veðurstofa Íslands (2013b). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2011/2012 vhm 468, Hólmsá; Hólmsárfoss*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Verkís (2013). *Hólmsárvirkjun með miðlunarlóni við Atley. Tilhögun og umhverfi* (LV-20130-76, ORK1304). Reykjavík: Landsvirkjun og Orkusalan.
- World Meteorological Organization (1994). *Guide to Hydrological Practices*. 5th edition. Geneva: World Meteorological Organization.

Viðauki. Tölur og talnaefni

Viðauki 1 Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum.

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	TDS (mg/l)	Heildar- svifaur (mg/l)	Kornastærð svifaur (%)					Stærsta korn mm	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- framburður svifaur (kg/s)	Árstíð	Tegund ferðar	Lykil- sýni
					<0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm			<0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm				
Framgil	25.8.2002 21:28	37	43	46	6	5	18	67	4	1,2	S1	3	2	8	31	2	1,7	s	h	1
Framgil	23.10.2002 16:40	49	39	186	20	33	22	16	9	1,5	S1	37	61	41	30	17	9,2	v	h	1
Framgil	5.12.2002 21:10	147	30	1823	14	42	32	11	1	1,2	S3	255	766	583	201	18	268	v	a	0
Framgil	6.12.2002 11:40	73	39	254	12	49	26	12	1	1,6	S3	30	124	66	30	3	19	v	a	0
Framgil	13.12.2002 17:15	51	45	125	42	31	7	20	0	2,3	S1	53	39	9	25	0	6,3	v	h	1
Framgil	15.5.2003 21:15	28	43	32	44	7	10	32	7	1,8	S1	14	2	3	10	2	0,9	v	h	1
Framgil	8.7.2003 22:30	52	41	136	58	20	5	14	3	2	S1	79	27	7	19	4	7,1	s	h	1
Framgil	18.8.2003 18:00	61	39	369	34	11	11	39	5	3	S1	125	41	41	144	18	23	s	h	1
Framgil	7.11.2003 10:29	148	33	4288	23	31	28	16	2	2,7	S1	986	1329	1201	686	86	635	v	a	1
Framgil	7.11.2003 15:18	150	28	8811	18	27	29	24	2	2,5	S1	1586	2379	2555	2115	176	1322	v	a	0
Framgil	8.11.2003 10:42	64	58	684	48	29	11	11	1	1,9	S1	328	198	75	75	7	44	v	a	1
Framgil	8.11.2003 15:51	66	30	732	55	27	10	6	2	2,9	S1	403	198	73	44	15	48	v	a	1
Framgil	14.7.2004 02:20	34	23	146	87	4	3	6	0	2,5	S1	127	6	4	9	0	4,5	s	h	1
Framgil	19.8.2004 12:50	51	43	291	33	28	23	15	1	2,7	S1	96	82	67	44	3	15	s	h	1
Framgil	17.9.2004 01:46	99	48	3131	14	31	45	9	1	2,3	S1	438	971	1409	282	31	311	s	a	1
Framgil	17.9.2004 10:04	76	42	1717	18	23	33	23	3	2,7	S1	309	395	567	395	52	130	s	a	1
Framgil	17.9.2004 16:14	73	29	1013	23	28	26	22	1	2,8	S1	233	284	263	223	10	74	s	a	1
Framgil	18.9.2004 13:28	105	28	2660	16	19	33	29	3	3,1	S1	426	505	878	771	80	279	s	a	1
Framgil	2.7.2005 16:15	43	48	105	56	16	11	16	1	2,6	S1	59	17	12	17	1	4,5	s	h	1
Framgil	2.7.2005 20:45	40	47	56	33	13	15	35	4	2,5	S1	18	7	8	20	2	2,2	s	h	1
Framgil	6.8.2005 13:00	31	36	40	23	6	12	36	23	1,6	S1	9	2	5	14	9	1,2	s	h	1

Lykilsýni

0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil

*Sýni tekin eftir að Jökulkvíls tók að renna í Hólmsá ofan við sýnatökustað

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	TDS (mg/l)	Heildar- svifaur (mg/l)	Kornastærð svifaur (%)					Stærsta korn mm	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- framburður svifaur (kg/s)	Árstíð	Tegund ferðar	Lykil- sýni
					<0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm			<0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm				
Framgil	6.8.2005 19:27	31	43	33	16	5	19	50	10	1,5	S1	5	2	6	16	3	1,0	s	h	1
Framgil	12.9.2005 13:00	52	37	261	23	29	20	24	4	2,0	S1	60	76	52	63	10	13	s	h	1
Framgil	12.9.2005 18:00	53	37	344	25	22	18	32	3	2,0	S1	86	76	62	110	10	18	s	h	1
Framgil	10.7.2006 23:18	32	43	57	21	4	3	3	69	1,4	S1	12	2	2	2	39	1,8	s	h	1
Framgil	11.7.2006 12:10	33	38	18	63	18	7	10	2	2,0	S1	12	3	1	2	0	0,6	s	h	1
Framgil	15.8.2006 18:42	35	33	13	22	18	22	38	0	1,0	S1	3	2	3	5	0	0,4	s	h	1
Framgil	15.8.2006 19:06	35	46	15	16	11	15	48	10	1,0	S1	2	2	2	7	1	0,5	s	h	1
Framgil	14.10.2006 09:30	89	36	3422	9	18	33	36	4	3,0	S1	308	616	1129	1232	137	306	v	a	1
Framgil	14.10.2006 15:00	74	41	2255	11	21	32	30	6	2,8	S1	248	474	722	677	135	166	v	a	1
Framgil	15.10.2006 10:10	61	44	671	25	25	35	14	1	3,5	S1	168	168	235	94	7	41	v	a	1
Framgil	15.10.2006 16:35	61	43	545	15	40	23	19	3	2,5	S1	82	218	125	104	16	33	v	a	1
Framgil	21.12.2006 14:30	61	40	706	61	27	7	5	0	3,3	S1	431	191	49	35	0	43	v	a	1
Framgil	21.12.2006 20:30	47	43	351	56	30	8	6	0	2,2	S1	196	105	28	21	0	16	v	a	1
Framgil	22.12.2006 08:47	34	45	269	58	24	11	7	0	3,2	S1	156	65	30	19	0	9,0	v	a	1
Framgil	22.12.2006 10:30	34	49	419	78	13	6	3	0	4,1	S1	327	54	25	13	0	14	v	a	1
Framgil	10.7.2007 09:53	29	54	33	0	8	22	58	12	0,2	S1	0	3	7	19	4	1,0	s	h	1
Framgil	10.7.2007 18:26	30	35	81	40	14	10	26	10	3,9	S1	33	11	8	21	8	2,4	s	h	1
Framgil	18.10.2007 17:09	46	39	143	34	32	13	19	2	1,2	S1	48	46	19	27	3	6,5	v	h	0
Framgil	19.10.2007 00:50	52	35	242	28	24	17	28	3	1,9	S1	68	58	41	68	7	13	v	h	1
Framgil	25.10.2007 12:49	83	45	612	51	26	13	9	1	2,5	S1	312	159	80	55	6	51	v	a	1
Framgil	25.10.2007 13:06	81	47	585	51	26	11	11	1	2,0	S1	298	152	64	64	6	48	v	a	1
Framgil	25.10.2007 15:47	83	44	635	51	23	12	13	1	2,5	S1	324	146	76	83	6	53	v	a	1
Framgil	25.10.2007 17:38	75	44	608	29	22	20	27	2	1,9	S1	176	134	122	164	12	46	v	a	1

Lykilsýni

0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil

*Sýni tekin eftir að Jökulkvíls tók að renna í Hólmsá ofan við sýnatökustað

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	TDS (mg/l)	Heildar- svifaur (mg/l)	Kornastærð svifaur (%)					Stærsta korn mm	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- framburður svifaur (kg/s)	Árstíð	Tegund ferðar	Lykil- sýni
					<0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm			<0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	>0,002 mm				
Framgil	25.6.2008 14:30	45	48	48	42	20	10	21	7	1,6	S1	20	10	5	10	3	2,2	s	h	1
Framgil	25.6.2008 18:25	48	38	199	90	3	1	5	1	1,5	S1	179	6	2	10	2	9,5	s	h	0
Framgil	17.9.2008 11:50	94	53	3548	6	24	35	32	3	2,6	S1	248	710	1419	1029	142	335	s	a	1
Framgil	17.9.2008 14:40	85	38,5	2607	8	24	35	29	4	1,6	S1	391	965	495	547	209	221	s	a	0
Framgil	18.9.2008 07:15	67	68	2371	6	24	44	24	2	2,6	S1	142	569	1067	521	71	158	s	a	1
Framgil	18.9.2008 10:45	66	84	1574	7	32	38	20	3	2,5	S1	126	456	614	315	63	104	s	a	1
Framgil	1.11.2008 15:32	36	24	268	20	25	14	33	8	2,0	S1	54	67	38	89	21	9,6	v	h	1
Framgil	1.11.2008 15:50	35	32	167	26	32	11	25	6	2,0	S1	43	53	18	42	10	5,8	v	h	1
Framgil	28.7.2009 23:00	28	40	48	12	9	21.0	45	13.0	1,0	S1	6	4	10	21	6	1,3	s	h	1
Framgil *	7.8.2009 10:00	74	49	1048	22	17	27	30	4	3,0	S1	231	178	283	314	42	78	s	a	0
Framgil *	7.8.2009 14:15	84	50	888	16	20	26	33	55	2,5	S1	142	178	231	293	488	74	s	a	0
Framgil *	7.8.2009 14:35	81	56	7268	11	26	34	27	2	2,6	S2	799	1890	2471	1962	145	592	s	h	0
Framgil *	18.12.2009 10:01	59	42	45	7	29	23	39	2	0,7	S3	3	13	10	17	1	2,6	v	a	0

Lykilsýni

0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil

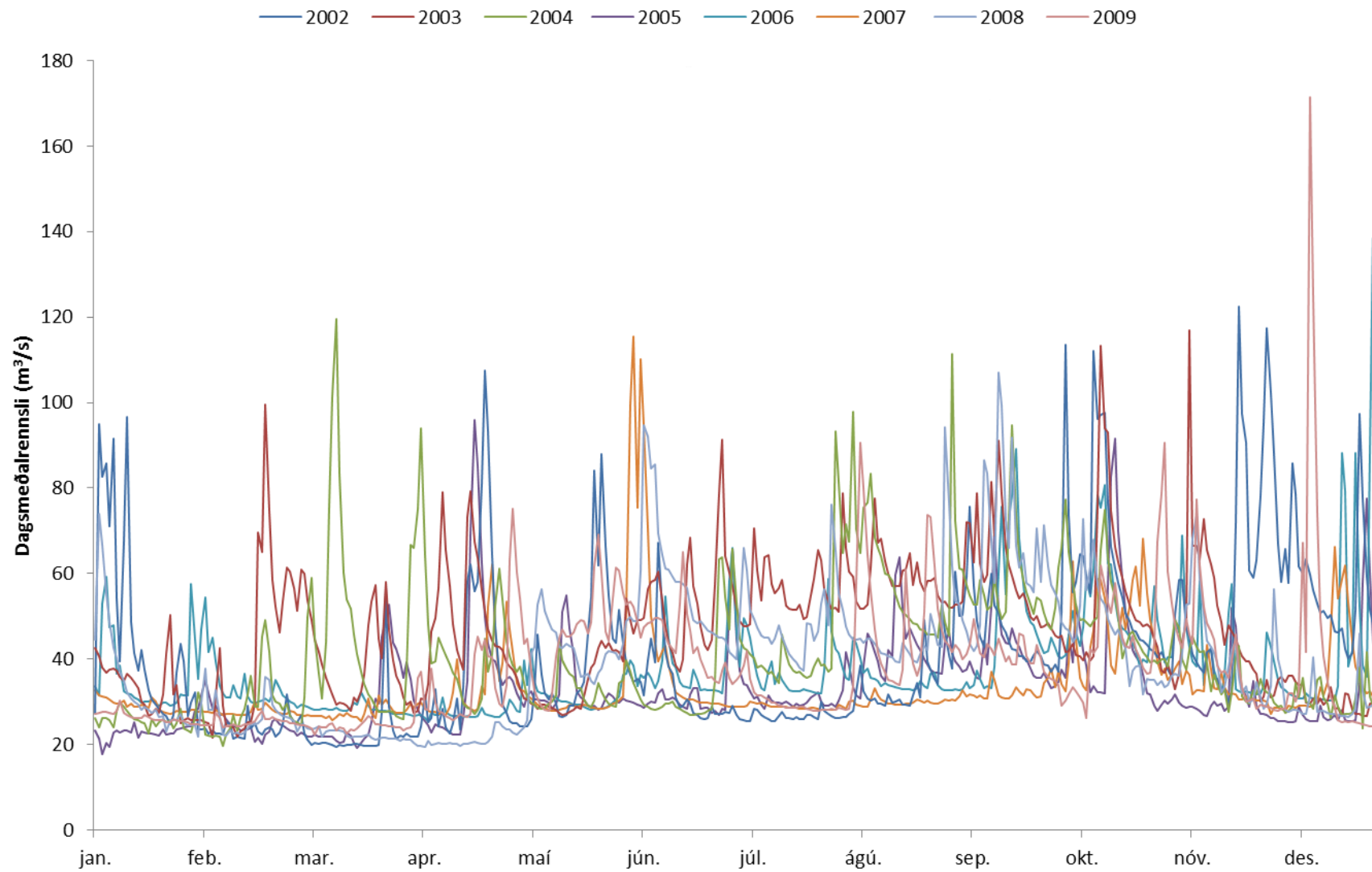
*Sýni tekin eftir að Jökulkvíls tók að renna í Hólmsá ofan við sýnatökustað

Viðauki 2 Yfirlit yfir skriðauraframburð innan hvers rennslisbils fyrir hverja stöð og heildað yfir farveginn.

Dagsetning	Tími	Stöðvar (g/s)									Heildaður skriðaur (g/s)	Meðalskriðaur (g/s)	Framburður (kg/s)	Rennsli (m³/s)
		5	10	15	20	25	30	35	40	45				
25.7.2002	17:10-21:25				4,2	4,7	8,9	13	8,7	2,2	42	7,5	0,04	38
23.10.2002	13:17-21:23		15		31	35	63	134	101	77	515	102	0,5	47
5.12.2002	13:47-19:26		68		79	57	585	1124	1380	951	4488	866	4,5	93
5.12.2002	13:47-19:26		357		622	511	1312	2082	1145	727	7176	1400	7,2	139
6.12.2002	09:57-15:39		108		144	272	994	1383	749	631	4735	936	4,7	73
13.12.2002	14:25-18:39		15		109	188	536	722	309	55	1959	390	2,0	51
15.5.2003	15:06-20:30		1,5		3,1	7,1	37	42	13	4,0	109	22	0,1	29
8.7.2003	15:00-21:04				171	113	989	1062	175	71	2580	483	2,6	53
18.8.2003	14:20-21:58				216	283	1294	1551	606	279	4229	782	4,2	61
7.11.2003	10:51-15:09			928	859	2290	2944	2150	1670	1623	13816	2549	14	163
7.11.2003	11:38-12:07			518	817	1639	2680	2924	2056	2293	14405	2812	14	153
8.11.2003	11:00-16:56			289	291	266	2408	3310	1513	1134	9805	1922	9,8	66
13.7.2004	15:46-22:26		4,4	12	35	207	230	58	18	9,4	573	113	0,6	35
18.8.2004	14:20-21:58		13	36	89	261	299	122	23	4,5	848	164	0,8	51
16.9.2004	11:35-12:03		344	359	264	553	1122	854	1078	782	5358	986	5,4	82
16.9.2004	12:08-12:38				558	1237	3057	2779	1222	691	9761	1808	9,8	96
16.9.2004	17:21-20:00			289	357	498	2002	2660	1324	615	7955	1509	8,0	75
17.9.2004	12:06-12:34				827	1327	3749	4329	2240	1053	13923	2573	14	103
17.9.2004	17:35-18:35			684	687	1159	2619	3004	2748	2840	14901	2801	15	113
2.7.2005	13:22-20:36		14		18	52	418	521	152	13	1193	237	1,2	43
6.8.2005	13:30-17:08		0,9		5,0	17	409	420	25	2,9	881	176	0,9	31

Dagsetning	Tími	Stöðvar (g/s)									Heildaður skriðaur (g/s)	Meðalskriðaur (g/s)	Framburður (kg/s)	Rennsli (m ³ /s)
		5	10	15	20	25	30	35	40	45				
12.9.2005	13:30-16:03			85	60	74	519	829	399	46	2022	379	2,0	52
10.7.2006	20:07-23:02		0,0		479	515	40	10	7,9	5,2	1060	212	1,1	33
15.8.2006	10:30-12:05		2,0		13	18	33	33	9,1	3,5	113	22	0,1	34
14.10.2006	15:22-16:26			295	298	240	542	832	824	956	4446	811	4,4	73
14.10.2006	9:50-11:22			1065	1055	802	2228	3120	1328	672	10732	1837	11	82
15.10.2006	09:50-16:32			176	182	203	1697	1772	333	222	4650	879	4,6	60
21.12.2006	10:24-16:13			220	263	1761	4831	3750	699	219	11785	2292	12	52
21.12.2006	11:27-20:22			561	392	716	3652	4875	3503	2707	17336	3319	17	67
22.12.2006	09:16-10:21			103	262	2597	3343	1126	199	30	7661	1501	7,7	35
10.7.2007	10:50-20:55	0,2	2,4	4,5	3,3	2,9	24	32	10	1,3	82	16	0,1	30
18.10.2007	17:58-21:39		54	60	279	346	1477	1512	197	110	4081	811	4,1	51
25.10.2007	00:00-00:46		510	326	172	539	1531	1809	824	191	5983	1146	6,0	79
25.6.2008	10:04-18:22		3,1		28	54	74	86	53	18	319	63	0,3	46
17.9.2008	12:16-18:11		295	334	525		880	1203	1044	2822	9542	1879	9,5	117
17.9.2008	08:05-00:00			256	242	371	507	781	673	667	3978	762	4,0	88
18.9.2008	07:44-10:39			174	133	503	1067	990	445	130	3478	672	3,5	68
1.11.2008	11:21-15:45		561		709	475	148	174	89	19	2177	379	2,2	35
28.7.2009	16:30-23:40				14	16	29	23	8,6	2,6	94	16	0,1	28
7.8.2009	07:00-09:53		220	321	585	876	1160	1373	880	269	5788	1136	5,8	79

Viðauki 3 Samsettur rennslisferill fyrir Hólmsá við Framgil (vhm231) og Hólmsár foss (vhm468)





Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

orkusalan 

Bíldshöfði 9
110 Reykjavík
orkusalan.is

orkusalan@orkusalan.is
Sími: 422 10 00

