

LV-2018-104  
ORK-1802



## Aurburðarmælingar í Jökulkvísl og Ytri-Bláfellsá árin 2017 og 2018

orkusalan 

 Landsvirkjun



Skýrsla LV nr: LV-2018-104, ORK-1802Dags: Desember 2018

Fjöldi síðna: 43

Upplag: 15

Dreifing:

- 
- Opin
- 
- 
- Birt á vef
- 
- 
- Takmörkuð til

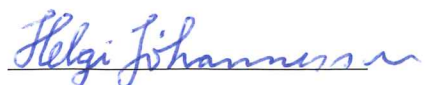
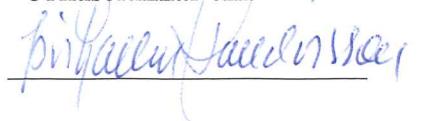
Titill: Aurburðarmælingar í Jökulkvísl og Ytri-Bláfellsá árin 2017 og 2018Höfundar /  
fyrirtæki Esther Hlíðar Jensen, Svava Björk Þorlákisdóttir, Snorri Zóphóníasson,  
Gunnar Sigurðsson / Veðurstofa ÍslandsVerkefnisstjóri: Helgi Jóhannesson verkefnisstjóri Landsvirkjunar, Þórhallur Halldórsson  
verkefnisstjóri Orkusölnunnar ehf. og Jörunn Harðardóttir verkefnisstjóri  
Veðurstofu ÍslandsUnnið fyrir: Landsvirkjun og Orkusölnuna ehf.

Samvinnuaðilar: \_\_\_\_\_

**Útdráttur:** Í skýrslunni er samantekt á öllum aurburðarferðum sem farnar voru á árunum 2017 og 2018 í Jökulkvísl. Tólf svifaurssýni voru tekin úr Jökulkvísl og fjögur úr Ytri-Bláfellsá. Skriðaurssýnin úr Jökulkvísl eru 170 en 34 þeirra hafa verið kornastærðargreind. Kornastærðareiginleikar eru skoðaðir fyrir bæði svifaur og skriðaur. Rennslismælingar í Jökulkvísl eru af skornum skammti svo byggja þurfti á reiknaðri rennslisröð út frá mælum við Paula og Hólmsárfoss. Heildarframburður reiknast 0,65 milljón tonn á ári þar af 42% skriðaur. Svifaurframburður skv. árslykli er 0,38 milljón tonn á ári. Stærstur hluti svifaurframburðarins er sandur (>0,2 mm) kringum 37%. Fínefni reiknast um 35% af svifaurframburði. Túlkun á heildarframburði út frá lyklum verður að skoðast í ljósi óvissu í rennsli.

**Lykilorð:** Hólmsá, Jökulkvísl (V2281), Þauli (vhm 577), Framgil/Hólmsárfoss (vhm 231/vhm 468), Ytri-Bláfellsá (V4073), sýnataka, svifaurslýkill, skriðaurslýkill, svifaurstyrkur, kornastærðarmælingar, skriðaurframburður, heildarframburður.

ISBN nr: \_\_\_\_\_

Samþykki verkefnisstjóra  
LandsvirkjunarSamþykki verkefnisstjóra  
Orkusölnunnar ehf.



LV-2018-104  
ORK-1802



# Aurburðarmælingar í Jökulkvísl og Ytri-Bláfellsá árin 2017 og 2018

Höfundar:  
Esther Hlíðar Jensen  
Svava Björk Þorláksdóttir  
Snorri Zóphóníasson  
Gunnar Sigurðsson



Skýrsla VÍ-2018/018

Desember 2018



## Efnisyfirlit

Myndaskrá .....	5
Töfluskrá.....	6
1 Inngangur.....	7
2 Mat á rennsli í Jökulkvísl .....	9
2.1 Mælingar í Jökulkvísl og mat á rennsli .....	9
2.2 Úrkoma á vatnasviði Jökulkvísar .....	13
3 Aurburðarsýnataka og úrvinnsla.....	14
3.1 Tímasetning aurburðarsýna miðað við rennsli .....	15
3.2 Svifaurssýni .....	16
3.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining .....	16
3.2.2 Svifaursslyklar .....	16
3.3 Skriðaurssýni .....	17
3.3.1 Sýnataka og kornastærðargreining .....	17
4 Niðurstöður aurburðarmælinga í Jökulkvísl.....	21
4.1 Niðurstöður svifaursmæling .....	21
4.1.1 Kornastærðargreining svifauris .....	24
4.1.2 Niðurstöður skriðaursmælinga .....	26
4.1.3 Kornastærðargreiningar skriðauris .....	27
5 Samantekt .....	29
6 Heimildir.....	31
Viðauki I.....	33
Viðauki II.....	34

## Myndaskrá

Mynd 1. Yfirlitskort af svæðinu með rennislismæli- og sýnatökustöðum .....	7
Mynd 2. Kort af vatnasviðum Hólmsár við Hólmsárfoss og Þaula.....	8
Mynd 3. Dagsmeðalrennsli og gildandi rennislislyklar.....	9
Mynd 4. Samanburður á rennsli við Þaula árið 2017 við fyrri ár.....	10
Mynd 5. Rennsli við Hólmsárfoss, Þaula og reiknað rennsli við Jökulkvísl .....	11
Mynd 6 Reiknað dagsmeðalrennsli fyrir Jökulkvísl.....	12
Mynd 7. Samband milli rennislis við Þaula og Jökulkvísar. ....	12
Mynd 8. Ljósmyndir úr ferðum. ....	13
Mynd 9. Reiknað rennsli og hitastig fengið .....	14

Mynd 10. Reiknað og mælt rennsli Jökulkvísar.....	15
Mynd 11. Meðaltímalengd sýnataka við botn, mælt meðalrennsli .....	18
Mynd 12. Árslykill 2013–2018; Jökulkvísl.....	23
Mynd 13. Vetrarlykill 2013–2018; Jökulkvísl .....	23
Mynd 14. Sumarlykill 2013–2017; Jökulkvísl.....	23
Mynd 15. Kassagraf af dreifingu styrks svifaurs.....	25
Mynd 16. Mældur framburður á hverri stöð.....	26
Mynd 17. Skriðaursslykill fyrir sýni tekin 2013–2018 í Jökulkvísl. ....	27
Mynd 18. Venzl meðalstærðar og aðgreiningar.....	28
Mynd 19. Topplögun skriðaurssýna frá 12. júlí 2017. ....	34
Mynd 20. Topplögun skriðaurssýna frá 23. september 2017. ....	35
Mynd 21. Topplögun skriðaurssýna frá 24. september 2017. ....	36
Mynd 22. Topplögun skriðaurssýna frá 24. október 2017. ....	37
Mynd 23. Topplögun skriðaurssýna frá 16. nóvember 2018.....	38
Mynd 24. Topplögun skriðaurssýna frá 17. nóvember 2018.....	39
Mynd 25. Dreifing kornastærðar skriðaus eftir stöðvum í þversniði. ....	40
Mynd 26. Safntíðnirit kornastærðarmældra skriðaurssýna úr Jökulkvísl 2017.....	42

## Töfluskrá

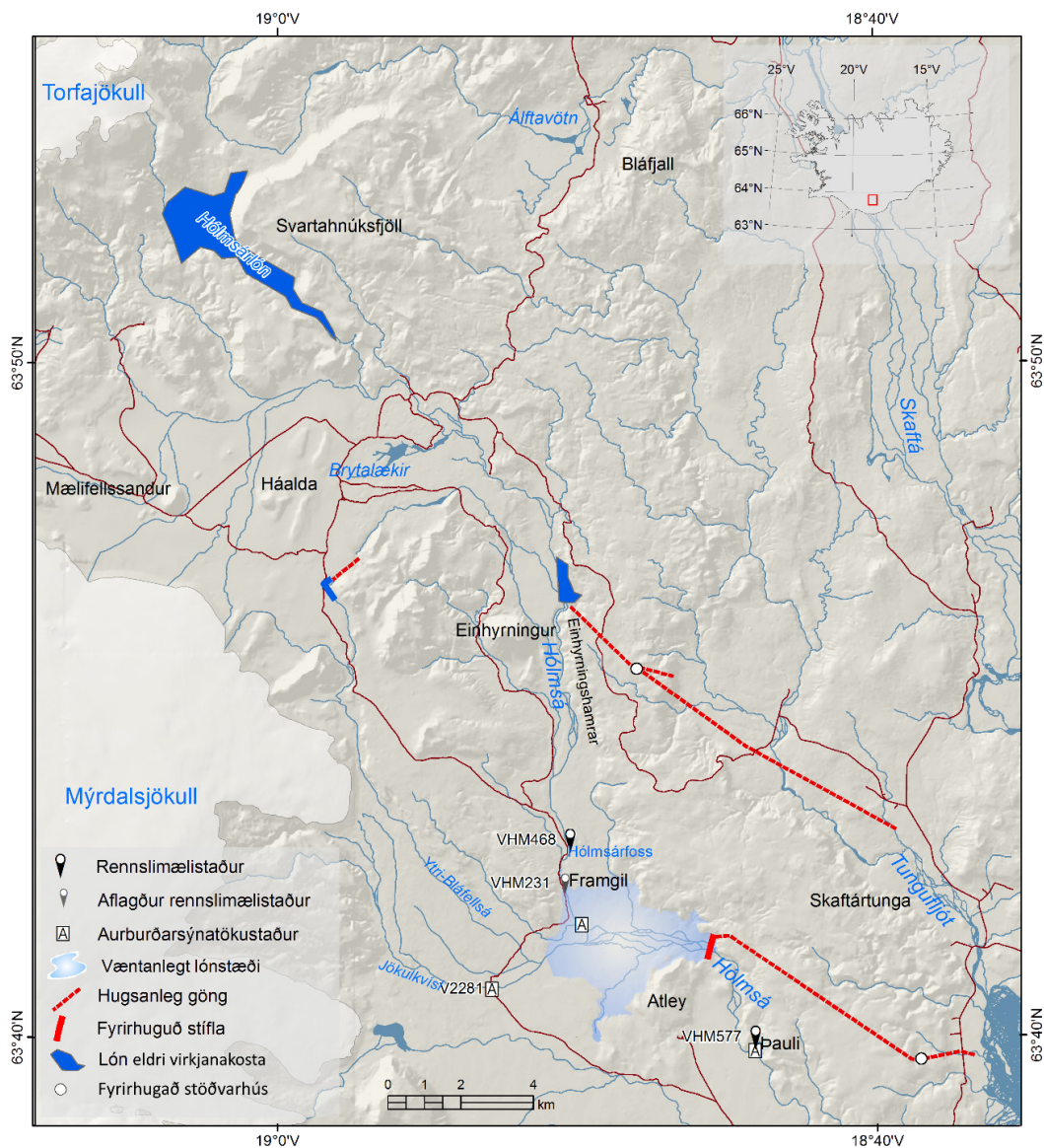
Tafla 1. Rennslismælingar í Jökulkvísl 2017–2018. ....	10
Tafla 2. Fjöldi og gerð aurburðarsýna .....	15
Tafla 3. Kornastærðarflokkar svifaurs.....	16
Tafla 4. Fjöldi skriðaurssýna ásamt meðalframburði .....	18
Tafla 5. Samanburður stærða í mm og í $\phi$ -gildum.....	19
Tafla 6. Skýringar á tölfræðilegum eiginleikum kornastærðargreiningar. ....	20
Tafla 7. Niðurstöður kornastærðarmælinga á svifaurskýnum.....	21
Tafla 8. Helstu einkenni svifaurslyklanna. ....	22
Tafla 9. Samanburður á reikuðum svifaursframburði .....	24
Tafla 10. Dreifing styrks eftir kornastærðum .....	25
Tafla 11. Helstu einkenni skriðaursslykils fyrir Jökulkvísl .....	27
Tafla 12. Svifaurs- og skriðaursslyklanna á ári í Jökulkvísl.....	29
Tafla 13. Niðurstöður kornastærðargreininga skriðaus.....	43



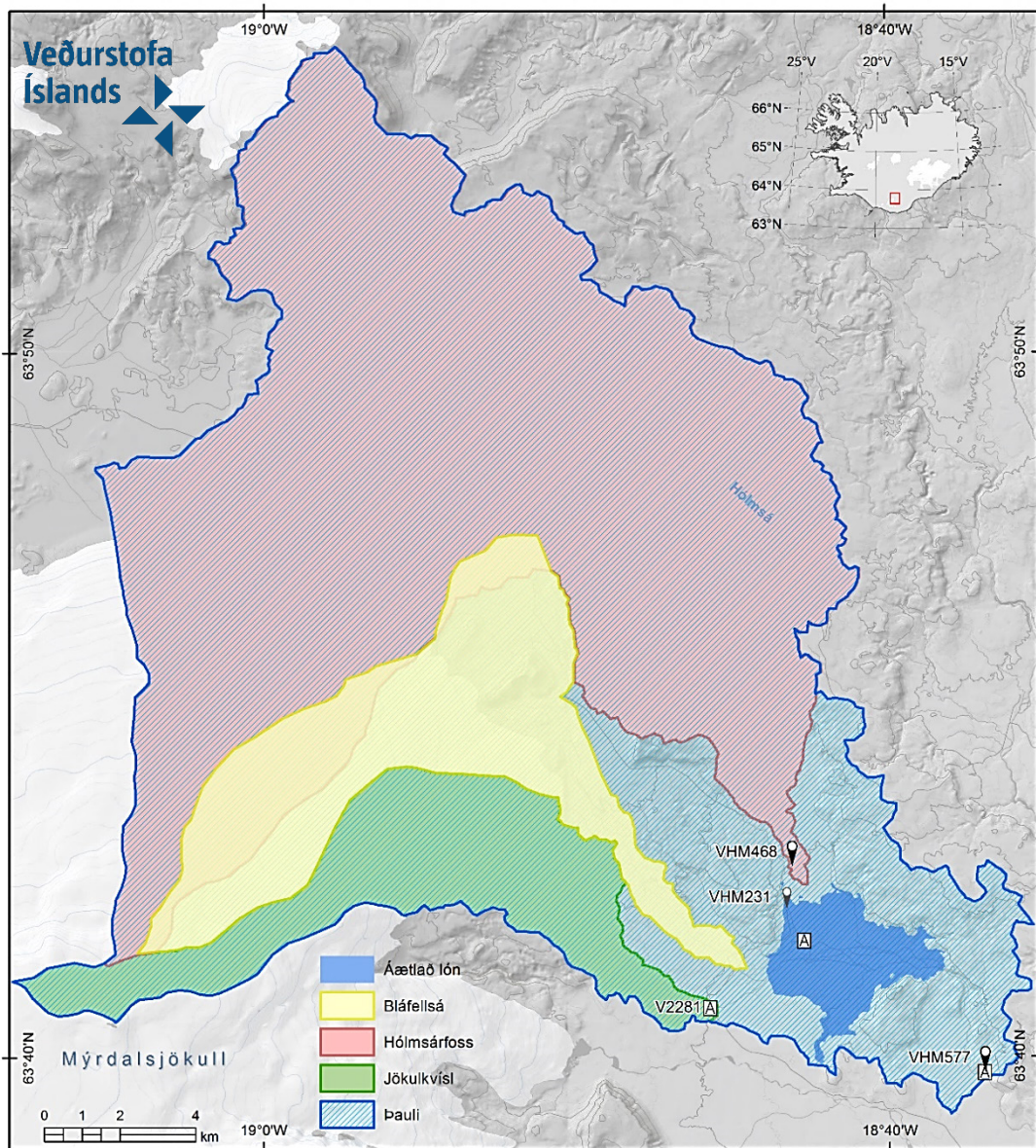
# 1 Inngangur

Þetta verkefni er framhaldsrannsókn á framburði Hólmsár vegna hugsanlegrar nýtingar á rennsli hennar til raforkuframleiðslu (Verkís, 2013). Áður hafa verið gefnar út skýrslur um niðurstöður mælinga í Hólmsá (Jórunn Harðardóttir o.fl. 2003, 2004 og 2005) og samantekt á mælingum og framburðarútreikningar við Framgil, Þaula og Jökulkvísl (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2014, 2016a,b og 2017). Í þeim kemur fram að sakir vandkvæða við að mæla rennsli í Jökulskvísl beint hefur verið búin til fræðileg rennslisröð út frá mismuninum á rennsli milli Þaula og Hólmsárfoss.

Almennt um staðhætti og eiginleika Jökulskvíslar má lesa í eldri skýrslum um efnið (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2014, 2016a,b og 2017). Uppruni Hólmsár er aðallega undan Mýrdalsjökli og Torfajökli, úr lindum nyrst á Mælifellssandi og úr Brytalækjum. Brytalækir spretta fram úr hraunum austan í Háöldu. Við upptökin og í efri hluta farvegarins er rennsli Hólmsár sambland af lindavatni, yfirborðsvatni og jökulbráð (Mynd 1).



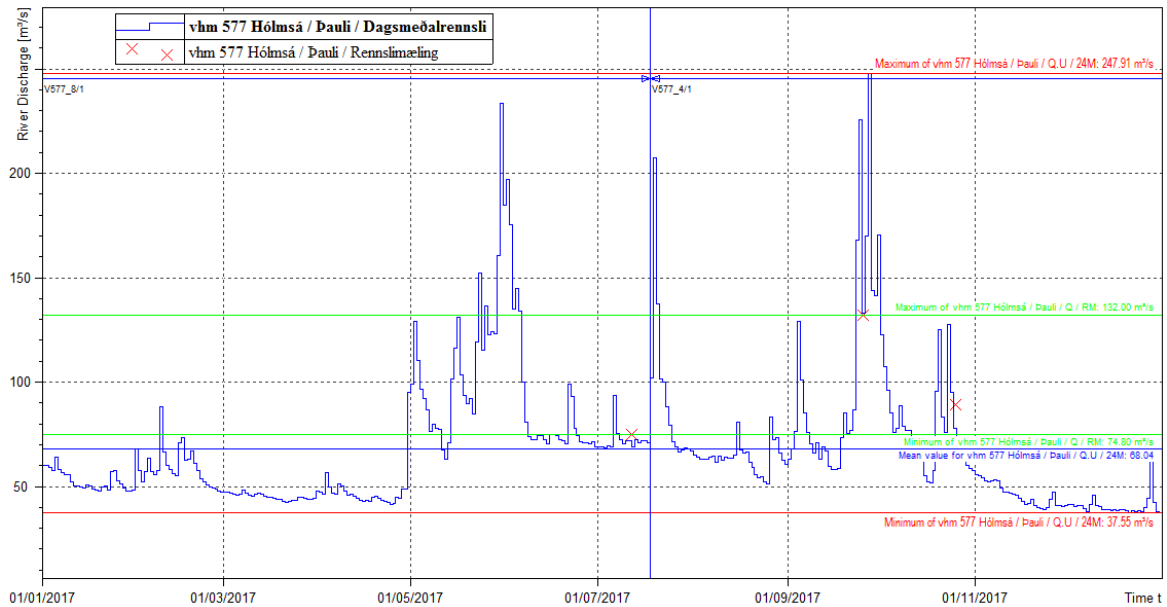
Mynd 1. Yfirlitskort af svæðinu með rennslismæli- og sýnatökustöðum ásamt gömlum og nýjum virkjanahugmyndum úr skýrslu Verkís (2013).



Mynd 2. Kort af vatnasviðum Hólmsár við Hólmsárfoss og Þaula ásamt vatnasviði Jökulkvíslar. Vatnshæðarmælir í Hólmsá við Hólmsárfoss (vhm 468), Þaula (vhm 577), fyrrum staðsetning eldri mælis við Framgil (vhm 231). Sýnatökustaðir eru merktir sem svart [A] og mælistaður fyrir stakar rennismælingar í Jökulkvísl er merktur sérstaklega (V2281). Fyrirhugað „lónstæði“ er teiknað eftir landlíkani ÍSOR miðað við 172 m hæð (óvissa 10–50 m) (Verkís 2013; Skúli Víkingsson, 2008).

Vatnasvið Hólmsár við Þaula er 383 km<sup>2</sup>. Mýrdalsjökull þekur 94 km<sup>2</sup> af vatnasviðinu (24,6%) og Torfajökull 2 km<sup>2</sup> (0,5%). Vatnasvið Jökulkvíslar er 40,5 km<sup>2</sup> og Mýrdalsjökull þekur um 23,5 km<sup>2</sup> þess eða 58% heildarvatnasviðsins (Mynd 2). Vatnasvið Ytri-Bláfellsár er 55,1 km<sup>2</sup> og vatnasvið Hólmsár við Hólmsárfoss er 224 km<sup>2</sup>.

Í skýrslunni eru teknar saman niðurstöður fyrir svifaurs- og skriðaursmælingar í Jökulkvísl sem gerðar voru árin 2017 og 2018. Sett er fram yfirlit yfir kornastærð bæði svifaurs- og skriðaurssýna sem tekin voru á tímabilinu, en frekari upplýsingar um einstök sýni er að finna aftast í viðauka. Auk þess má sjá nánari upplýsingar um framburð í Hólmsá í fyrri skýrslum (Jórunn Harðardóttir o.fl. 2003, 2004 og 2005, Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2014, 2016a,b og 2017). Framburðarútreikningar eru aðeins gerðir fyrir árið 2017.



Mynd 3. Dagsmeðalrennsli og gildandi rennslislyklar fyrir mælistaðinn við Þaula, árið 2017. V577\_4 gildir frá 2017-01-01, V577\_8 gildir frá 2017-07-11 til áramóta. Hæsta og lægsta rennsli við rennslismælingu er sýnt með grænni línu.

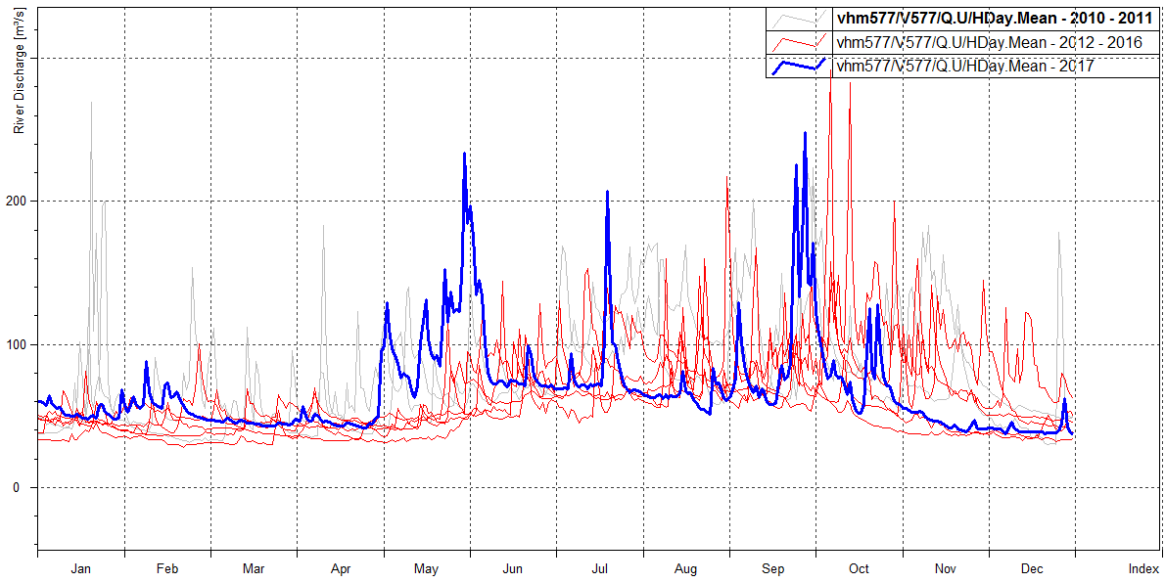
## 2 Mat á rennsli í Jökulkvísl

Sett var upp mælistöð við Þaula hinn 17. september 2009. Aðstæður við Þaula eru mjög erfiðar hvað varðar mælingar á framburði. Áin er ýmist að grafa sig niður eða setja af sér aur. Þessu fylgir að þversniðið þar sem mælingarnar eru gerðar er stöðugt að breytast og því eru rennslislyklarnir síbreytilegir. Vegna þessa er reynt að fylgja breytingunum eftir með tíðari mælingum (Veðurstofa Íslands, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 og 2016). Mynd 3 sýnir rennsli við Þaula og gildissvið lykla sem notaðir eru (V577\_4 og V577\_8). Myndin sýnir einnig hæsta og lægsta rennsli við rennslismælingu (græn lína) árið 2017.

### 2.1 Mælingar í Jökulkvísl og mat á rennsli

Rennsli við Þaula árið 2017 má sjá á mynd 4. Þar er einnig teiknað inn rennsli áranna 2012–2016 (rauðar línur) og rennsli 2010–2011 (gráar línur) og má í fljótu bragði sjá að árið 2017 var með óvenju stóran vortopp miðað við fyrri ár en haustrennslið virðist minna en undafarin ár. Í skýrslum um mælingar á aurburði og rennsli fyrir tímabilið 2013–2014 (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2016b) var tekin ákvörðun um að nota reiknað rennsli út frá mælum við Þaula og Hólmsárfoss. Ákveðinn fasti var settur til að margfalda rennsli Hólmsárfoss áður en það var dregið frá rennsli við Þaula. Sá fasti sem skilaði röð sem rennslismælingar féllu inná reyndist vera 1,4.

Þessi rennslisferill féll best saman við rennslismælingar í sýnatöku, af þeim sem skoðaðir voru og varð þess vegna fyrir valinu til áframhaldandi útreikninga á framburði. Nánari umfjöllun á rennslisútreikningum má finna í skýrslu Esther Hlíðar Jensen o.fl. (2016b).

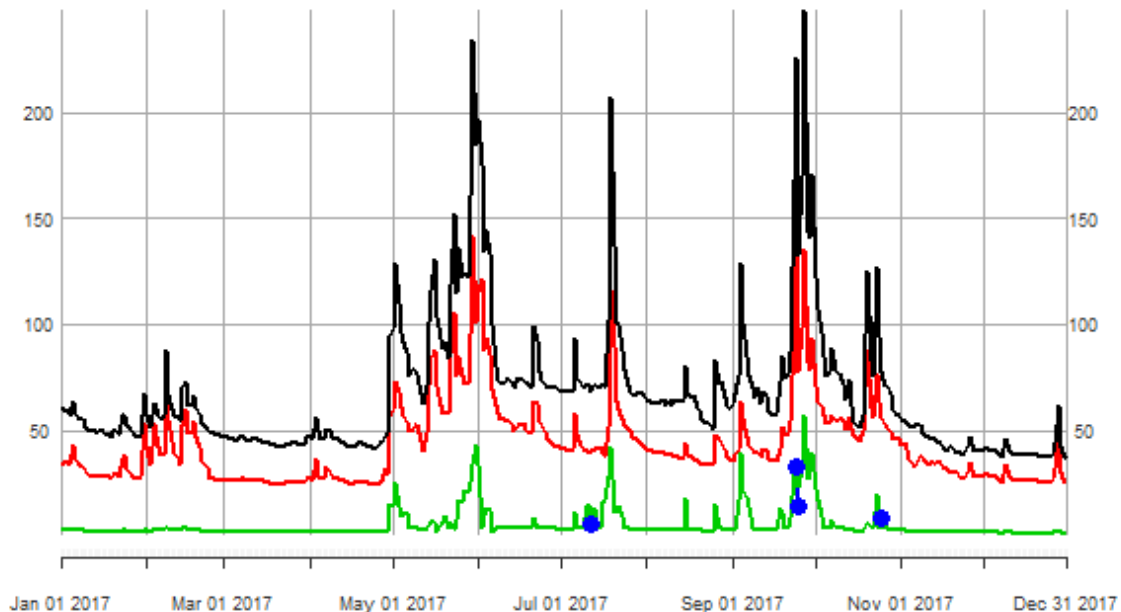


Mynd 4. Samanburður á rennsli við Þaula árið 2017 (blá lína) við fyrri ár (2012–2016 rauðar línur, 2010–2011 gráar línur).

Niðurstöður mælinga á rennsli samfara sýnatöku í Jökulkvísl 2017–2018 má sjá í töflu 1. Mynd 5 sýnir einnig rennslismælingar í Jökulkvísl árið 2017.

Tafla 1. Rennslismælingar í Jökulkvísl 2017–2018.

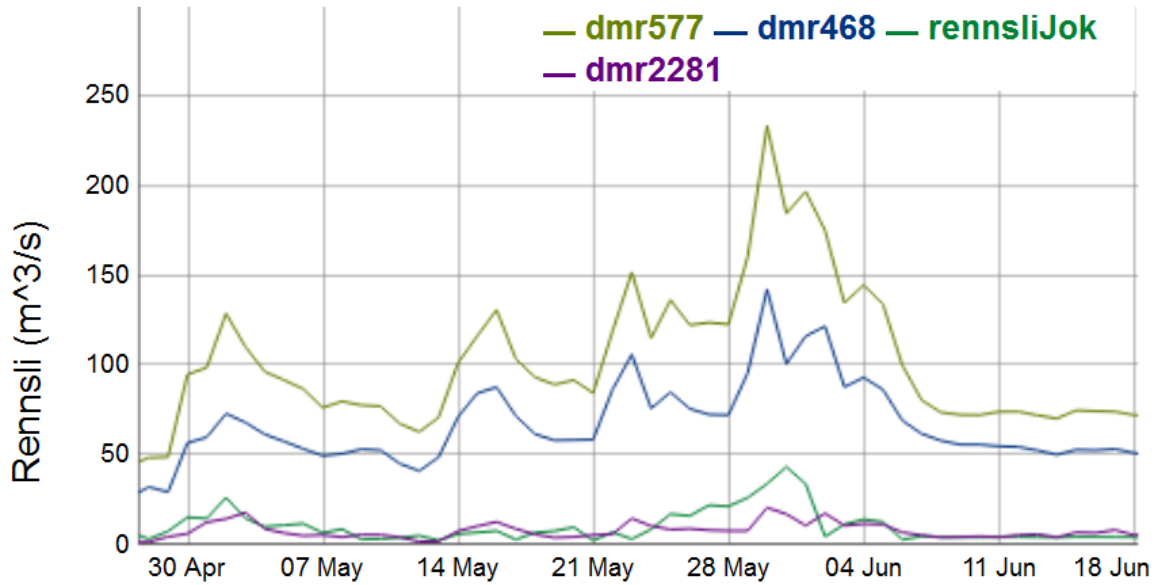
Dagur	Tími	Rennslis- mæling (m <sup>3</sup> /s)
2017-07-12	11:00	6,66
2017-09-23	16:20	33,2
2017-09-24	13:30	15,2
2017-10-24	13:28	9,52
2018-11-16	19:00	9,83
2018-11-16	23:33	31,9
2018-11-17	08:29	46,2



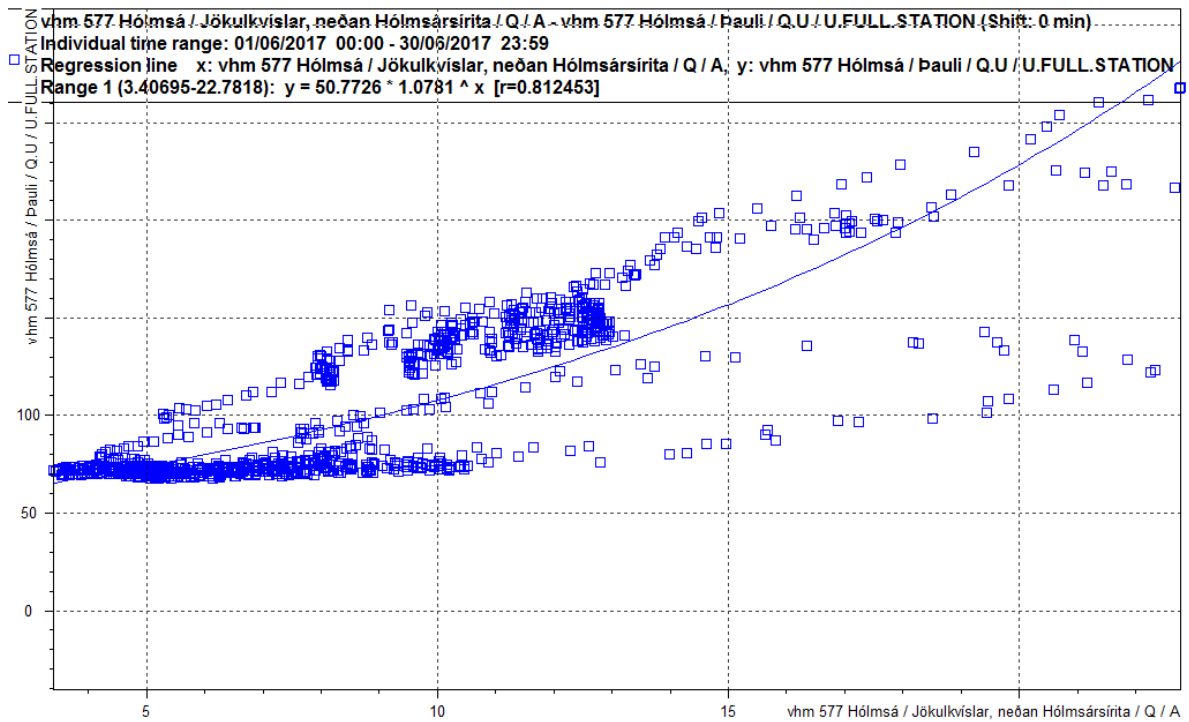
Mynd 5. Rennsli við Hólmsársfoss (rauð lína), Paula (svört lína) og reiknað rennsli við Jökulvísl (græn lína), ásamt mældu rennsli við Jökulvísl (bláir punktar). Y-ás sýnir rennsli í  $m^3/s$ .

Árið 2015 var byrjað að gera tilraunir með svokallaðan kafara, sem mælir heildarþrýsting eða vatns- og loftþrýsting sem síðan er umbreytt í vatnshæð eftir að búið er að leiðrétta fyrir loftþrýstingi. Var honum upphaflega komið fyrir í október 2015 í farvegi Jökulvíslar en var síðan færður á betri stað í júlí 2016. Kafarinn skemmdist í flóði september 2017 en var lagaður aftur. Tímaröðin sem aðgengileg er fyrir þessa skýrslu nær frá áramótum 2017 til júlí 2017 og svo frá september 2017 til áramóta. Það vantar því upplýsingar úr kafara samtímis sýnatöku um sumarið 2017. Nokkrar rennismælingar hafa verið gerðar á meðan kafarinn var í gangi (2016–2017) og var gerð tilraun til að reikna rennislýkil fyrir áætlaða vatnshæð. Hæsta rennsli sem kafarinn hefur mælt er  $27,15 m^3/s$  þann 29. maí en hæsta rennismæling sem gerð var árið 2017 var  $33,2 m^3/s$  (Tafla 1) þann 23. september en þá var kafarinn bilaður. Við skoðun á mældu rennsli kafarans á tímabilinu 29. apríl til 18 júní (Mynd 6, fjólublá lína) sést að þessi röð er ennþá talsvert lægri en fæst með aðferðinni sem notuð var með útreiknuðu rennsli (dökkgræn lína).

Gerð var tilraun til að finna samband milli rennslis við Paula og Jökulvísl en við þá athugun kom í ljós að sambandið er tvískipt og þyrfti að leggja í frekari rannsóknir til að greina ástæðu þess (Mynd 7).



Mynd 6 Reiknað dagsmeðalrennsli fyrir Jökulkvísl (dökkgræn lína) ásamt lykludu rennsli út frá mælingum kafara (fjólublá lína). Ljósgræna og bláa línan sýna rennsli við mælinn í Paula (dmr577) og Hólmsárfoss (dmr468).



Mynd 7. Samband milli rennslis við Paula og Jökulkvíslar.



Mæling í Jökulkvísl í atburðarferð 23.09.2017- GS

Flóð í Jökulkvísl 23. september 2017- GS

Tilraunir voru gerðar með rennismælingu með litarefni í Ytri-Bláfellsá þann 11. október 2017- NFR

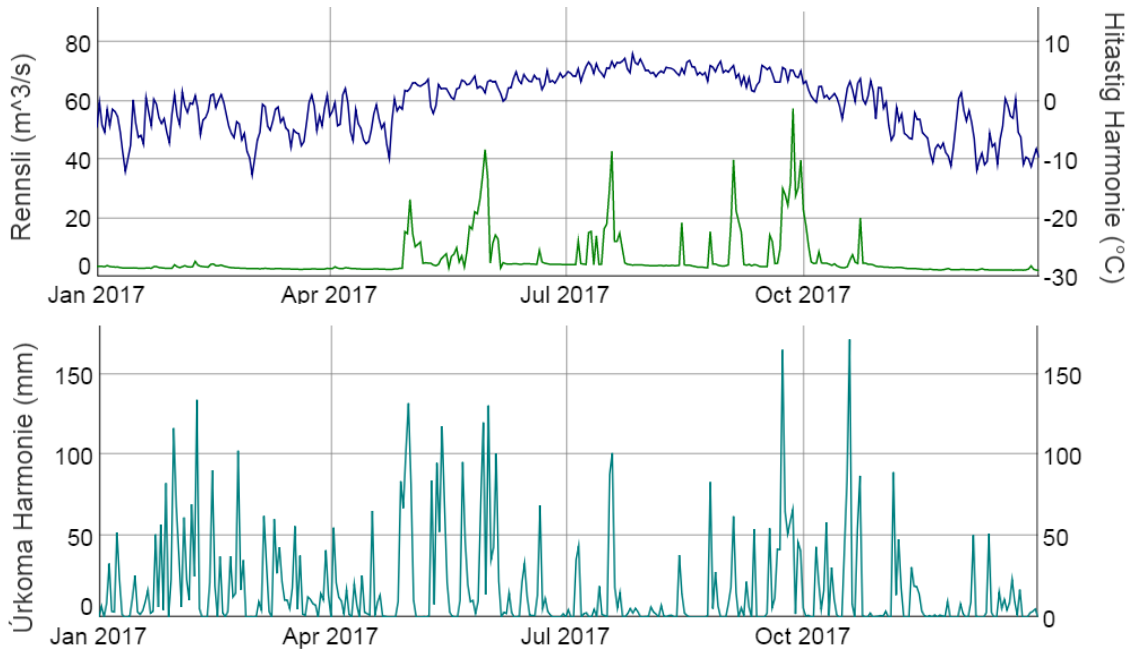
Ytri-Bláfellsá mynd tekin 11. október 2017- NFR

*Mynd 8. Ljósmyndir úr ferðum. Ljósmyndir, Gunnar Sigurðsson (GS) og Njáll Fannar Reynisson (NFR).*

Í Ytri-Bláfellsá var gerð tilraun með litarefni við mælingu á rennsli þann 11. október 2017 (Mynd 8). Meðaltal nokkurra litarefnismælinga og einnar saltmælingar gáfu  $17,5 \text{ m}^3/\text{s}$  rennsli á meðan rennismæling með straumsjá skilaði  $17,8 \text{ m}^3/\text{s}$ . Samtímis var rennsli Hólmsár við Hólmsárfoss um  $54 \text{ m}^3/\text{s}$ , við Þaula  $72 \text{ m}^3/\text{s}$  og reiknað rennsli Jökulkvíslar  $4,6 \text{ m}^3/\text{s}$ .

## 2.2 Úrkoma á vatnasviði Jökulkvíslar

Dagsmeðalúrkoma á vatnasviði Jökulkvíslar var tekin saman fyrir árið 2017 skv. Harmonie líkani (Mynd 9). Rennsli er í góðu samræmi við úrkomu við hitastig yfir frostmarki á svæðinu. Óvenju mikil úrkoma um vorið hefur valdið vortoppi í rennsli.



Mynd 9. Reiknað rennsli (græn lína) og hitastig fengið úr Harmonie líkani á efri grafínu (dökkblá lína). Úrkoma fengin úr Harmonie líkani er blágræn lína á neðra grafínu.

### 3 Aurburðarsýnataka og úrvinnsla

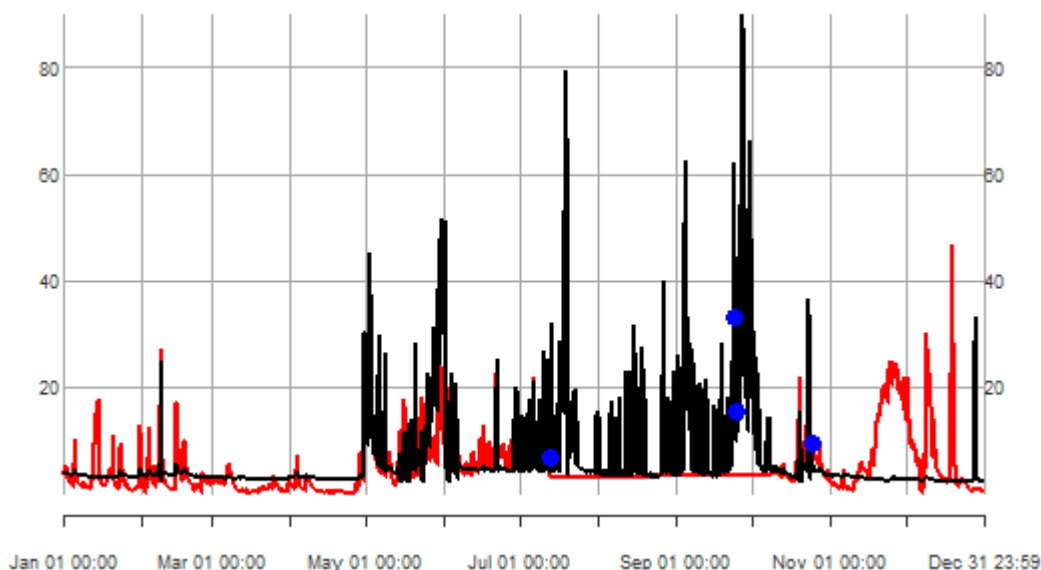
Ferðum inn að Jökulkvísl var skipt upp í tvenns konar ferðir, annars vegar „hefðbundnar“ ferðir og hins vegar „atburðarferðir“. Hefðbundnar ferðir voru farnar í tengslum við aðrar ferðir en atburðarferðir voru eingöngu vegna sýnatöku í Jökulkvísl.

Með atburðum er átt við snörp rigningarflóð sem þekkt eru í Hólmsá/Jökulkvísl og eru algeng allt árið um kring. Sérstaklega geta þau verið stór í miklum vetrarrigningum þegar snjóþekja er á jörð en reiknað er með að í þessum flóðum skili sér mikill aur niður ána (Mynd 9). Þessir atburðir standa oft aðeins 1–2 daga. Það þarf því að bregðast skjótt við og vera kominn á staðinn eins fljótt og auðið er þegar safna á sýnum úr slíkum atburðum. Árið 2017 voru tekin fjögur svifaursýni úr Ytri-Bláfellsá. Rennsli var mælt í Ytri-Bláfellsá í október 2017 eins og fram kom hér að ofan. Þar sem sýnataka var ekki gerð á sama tíma og rennslismælingin nýtist hún ekki við vinnslu á svifaursýnum.



### 3.1 Tímasetning aurburðarsýna miðað við rennsli

Í ferðum árið 2017 voru tekin átta svifaursýni úr Jökulkvísl og fjögur úr Ytri-Bláfellsá. Ein atburðarferð var farin árið 2018 og voru þá tekin fjögur svifaursýni. Skriðaurssýni úr Jökulkvísl 2017 og 2018 voru 170 talsins og öll tekin með vökvadrifnu spili af brúnni (Tafla 2). Í tveimur tilvikum yfirfylltist pokinn og eru þau sýni ekki með í útreikningum. Rennsið í Jökulkvísl var nokkuð jafnt þegar hefðbundnu sýnin voru tekin en meiri breytileiki var í rennsli í atburðarferðunum. Á Mynd 10 sést reiknað dagsmeðalrennsli fyrir Jökulkvísl miðað við Þaula fyrir árið 2017 en einnig mælt rennsli við sýnatöku. Þrjár hefðbundnar ferðir voru farnar á tímabilinu og ein atburðarferð (Tafla 2). Seinni atburðarferðin var farin árið 2018 og er því ekki inni á rennslistímabilinu.



Mynd 10. Reiknað (svört lína) og mælt rennsli (rauð lína) Jökulkvíslar, ásamt mældu rennsli við sýnatöku (bláir punktar). Y-ás sýnir rennsli í  $m^3/s$ .

Tafla 2. Fjöldi og gerð aurburðarsýna sem tekin voru í Jökulkvísl og Ytri-Bláfellsá árin 2017 og 2018.

Dagsetning	Tegund ferðar	Fjöldi svifaurs-sýna		Fjöldi skriðaurssýna	Fjöldi greindra skriðaurssýna	Fjöldi eintoppa skriðaurssýna
		Jökulkvísl	Bláfellsá			
2017-07-12	Hefðbundin	2	1	27	5	5
2017-09-23	Atburðarferð	1	1	37	6	6
2017-09-24	Atburðarferð	3	1	18	6	3
2017-10-24	Hefðbundin	2	1	26	5	5
2018-11-16	Atburðarferð	2		25	6	5
2018-11-17	Atburðarferð	2		37	6	5
Alls aurburðarsýni		12	4	170	34	29

## 3.2 Svifaurssýni

### 3.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Öll svifaurssýni úr Jökulkvísl á tímabilinu voru tekin með S49 sýnataka á þremur eða fleiri stöðum yfir þversniðið (svokölluð S1 sýni) (Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon, 2000).

Svifaurssýni sem tekin voru á tímabilinu 2017–2018 voru kornastærðargreind á aurburðarstofu VÍ, en auk kornastærðar var mældur heildarstyrkur svifaurs og styrkur uppleystra efna (TDS). Eins og í fyrri svifaurssýnum var fíngerðasti hluti sýnanna (<0,063 mm) kornastærðargreindur með setvogarmælingu en grófara efni með sigtun. Kornastærðarlínuritum sýnanna var skipt upp í fimm flokka til að einfalda úrvinnslu gagnanna og eru þeir sýndir í töflu 5:

Tafla 3. Kornastærðarflokkar svifaurs.

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

### 3.2.2 Svifaurslyklar

Magn þess svifaurs sem berst fram á sýnatökustað á tilteknu tímabili er fundið út frá reynslusambandi milli svifaursframburðar og rennslis. Þetta reynslusamband er hér eftir kallað svifaurslykill. Lykillinn er á eftirfarandi formi þar sem  $q_s$  er svifaursframburður í kg/s,  $Q$  er rennsli í  $m^3/s$ , en  $k$  og  $n$  eru aðhvarfsstuðlar,  $k$  hlutfallsstuðull og  $n$  veldisvísir:

$$q_s = k \times Q^n \quad (1)$$

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 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 þar sem stuðlarnir hafa gagnverkandi áhrif hvor á annan 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 lykkillinn 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 hærra 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.

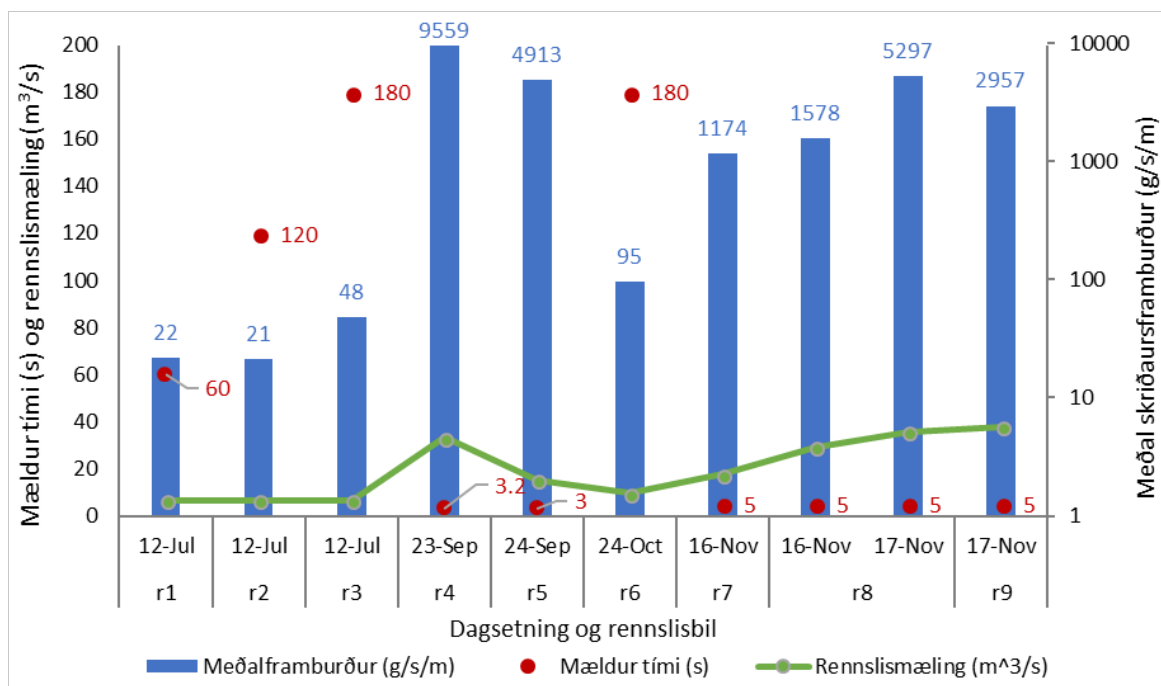
Rofnæmi og rofmætti má lesa út úr stuðlum í jöfnu (1) (Morgan, 1995; Asselmann, 2000). Hátt gildi hlutfallsstuðulsins  $k$  bendir til að á vatnasviðinu sé mikið veðrað efni, sem flyst auðveldlega og því talað um hátt rofnæmi. Hátt gildi veldisvísisins  $n$  bendir til mikillar aukningar í rofmætti með auknu rennsli, þ.e. rofkraftur árinna vex hratt. Hins vegar hafa stuðlarnir gagnverkandi áhrif hvor á annan 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 við lágt rennsli sem eykst 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.

### 3.3 Skriðaurssýni

#### 3.3.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Alls voru tekin 170 skriðaurssýni af brúnni yfir Jökulkvísl með vökvadrifnu spili, tvö þeirra voru ekki notuð því pokinn yfirfylltist. Af 168 sýnum voru síðan 34 sýni kornastærðagreind á aurburðarstofu Veðurstofunnar en 29 þeirra voru eintoppa (Tafla 2) og verður nánar fjallað um kornastærðargreiningu skriðaurssýna í kafla 4.1.4.

Skriðaurssýni voru tekin með Helley-Smith skriðaurssýnataka. 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 árinna 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 sýnatökumferða (Mynd 11). Þessi tímalengd er breytileg í Jökulkvísl eða frá 3–180 sek. Fylgni milli rennslis og tímalengdar er öfug þ.e. með hækkandi rennsli styttist tímalengd sýnataka við botn og sama á við um fylgni framburðar og tímalengdar (Mynd 11). Reynt var að taka sýni á svipuðu lengdarbili í þversniðinu í öllum sýnatökumferðum.



Mynd 11. Meðaltímalengd sýnataka við botn, mælt meðalrennsli og meðalframburður á stöð hvern sýnatökudag (með log-kvarða). X-ás sýnir sýnatökudag og ártal.

Tafla 4 sýnir dagsetningu sýnatöku, stöðvanúmer (staðsetning á þversniði), fjölda sýna ásamt niðurstöðu rennslismælingar í sýnatökunni. Rennsli í sýnatökum var mjög breytilegt eða frá 6,66 m<sup>3</sup>/s og upp í 46,2 m<sup>3</sup>/s (Tafla 4). Rennslismælingin sýnir hins vegar eingöngu augnabliksrennsli en ekki meðalrennsli sýnatökunnar.

Tafla 4. Fjöldi skriðaurssýna ásamt meðalframburði og niðurstöðu rennslismælingar í sýnatöku. Gráskyggðu línurnar eru sýni úr atburðarferð.

Dagsetning	Stöðvar (m)	h-bakki	v-bakki	Tímalengd við botn (s)	Meðalframburður (g/s/m)	Rennslismæling (m <sup>3</sup> /s)	Fjöldi sýna
2017-07-12	6,7,9,11,13,15	5,6	17,5	60	295	6,66	7
2017-07-12	7,9,11,13,15	5,6	17,5	120	93.3	6,66	5
2017-07-12	7,9,11,13,15	5,6	17,5	180	479	6,66	15
2017-09-23	7,9,11,13,15,16	5,6	17,5	3-5	114311	33,2	37
2017-09-24	7,9,11,13,15,16	5,6	17,5	3	80842	15,2	18
2017-10-24	7,9,11,13,15	5,6	17,5	180	919	9,52	26
2018-11-16	7,9,11,13,15,16	5,6	17,5	5	41094	9,38	18
2018-11-16	7,9,11,13,15,16	5,6	17,5	5	95302	31,9	18
2018-11-17	7,9,11,13,15,16	5,6	17,5	5	106552	46,2	24

Skipting í rennslisbil hér miðast við rennslismælingar sem gerðar voru samhliða sýnatöku en ekki meðalrennsli reiknað út frá vatnshæðarmælingum, eins og gert er í flestum tilvikum. Þetta kemur til af því að vatnshæðarmælingar hafa ekki staðið nógu lengi við Jökulkvísl til að hægt sé að reikna rennslisferil og því ekki um samfellda rennslisröð að ræða með nægjanlegri upplausn (10 mínútna til klukkustundargildi) til að byggja á meðalrennsli í sýnatöku.

Sýnum var m.a. skipt í flokka eftir tímalengd sýnataka við botn. Breytileiki á aurstyrk innan hvernar sýnatöku var mismikill en mestur var hann í atburðarferðunum. Rennslisbilin eru merkt á x-ás á mynd 11 (r1 til r9) og niðurstöður mælinga eru í töflu 4.

Skríðaurssýnin sem valin voru til kornastærðargreininga voru fyrst þurrkuð við 60°C áður en þau voru sigtuð í gegnum sigti með möskvastærð sem hljóp á 0,5  $\phi$  (phi). Til þess að einfalda tölfræðilega útreikninga á kornastærð skríðausins var  $\phi$ -kvarðinn notaður, en  $\phi$ -gildi eru reiknuð á eftirfarandi hátt (Boggs, 1995):

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

þar sem  $d$  er þvermál korna í mm. Tafla 5 sýnir samanburð á stærðum í mm og stærðum í  $\phi$ .

*Tafla 5. Samanburður stærða í mm og í  $\phi$ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.*

mm	$\phi$	U.W. heiti	mm	$\phi$	U.W. heiti	mm	$\phi$	U.W. heiti	mm	$\phi$	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	
44,8	-5,5	Mjög gróf möl	5,66	-2,5	Fínmöl	0,71	0,5	Grófsandur	0,088	3,5	Mjög finn sandur
32,0	-5		4,00	-2		0,50	1		0,063	4	
22,4	-4,5	Grófmöl	2,83	-1,5	Mjög fín möl	0,35	1,5	Meðalsandur	<0,063	>4	Silt og leir
16,0	-4		2,00	-1		0,25	2				

Tafla 6. Skýringar á tölfræðilegum eiginleikum kornastærðargreiningar.

Meðaltalstærð	Aðgreining	Skakki	Ferilris
$\bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$	$\sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f(m - \bar{x}_\phi)^2}{100}}$	$\overline{Sk}_\phi = \frac{\sum f(m - x_\phi)^3}{100\sigma_\phi^3}$	$K_\phi = \frac{\sum f(m_\phi - \bar{x}_\phi)^4}{100\sigma_\phi^4}$
Aðgreining ( $\sigma_\phi$ )		Skakki ( $\overline{Sk}_\phi$ )	
Aðgreining ( $\sigma_\phi$ )		Ferilris (topplögun) ( $K_\phi$ )	
Mjög vel aðgreint	<0,35	Mjög finn hali	>+1,30
Vel aðgreint	0,35–0,50	Finn hali	+0,43 til + 0,1,3
Í meðallagi vel aðgreint	0,50–0,70	Samhverft	-0,43 til + 0,43
Í meðallagi aðgreint	0,70–1,00	Grófur hali	-0,43 til - 0,1,3
Illa aðgreint	1,00–2,00	Mjög grófur hali	< - 0,1,3
Mjög illa aðgreint	2,00–4,00		
Sérlega illa aðgreint	>4,00		

Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð og í töflu 6 er sýnt hvernig meðalstærð, aðgreining, skakki og ferilris eru reiknuð. Tafla 6 sýnir einnig kvarða aðgreiningar, skakka og ferilriss, þar sem  $f$  táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og  $m$  er miðja hvers kornastærðarflokks í  $\phi$ . Afleiddir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm og því var efni sem kom í þönnu við sigtun sleppt. Í öllum nema einu sýni 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 finu efni og er þá skakkagildið tiltölulega há jákvæð tala. Við gerð þessarar skýrslu var brugðið á það ráð að nota R-pakkann G2Sd sem skrifaður var af sömu höfundum og gerðu Excel skjalið Gradistat sem notað hefur verið hingað til við útreikninga á kornastæðareiginleikum (Fournier *et al.*, 2014). Við greiningu með G2Sd-pakkanum þarf notandinn sjálfur á ákveða gildi ferlissriss (topplögun) með því að greina myndir sem teiknaðar eru og þar með hversu mörg sýni eru eintoppa eða fleirtoppa. Niðurstöður greininganna eru í Viðauka 2.

## 4 Niðurstöður aurburðarmælinga í Jökulkvísl

Áður hefur verið reiknaður heildarframburður fyrir Hólmsá við Framgil, Þaula og Jökulkvísl (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2014 og 2016a,b og 2017). Vegna breytinga á farvegi Jökulkvísar og skemmda sem urðu á kláfi var sýnataka færð frá Framgili niður að Þaula árið 2009. Til að sjá hversu mikið efni kæmi inn á fyrirhugað lónstæði var farið að taka sýni úr Jökulkvísl haustið 2013 (sjá umræðu í köflum 2 og 3). Hér á eftir eru settir fram aurburðarlyklar til að meta framburð svifaurs og skriðaus í Jökulkvísl fyrir árið 2017.

### 4.1 Niðurstöður svifaursmæling

Niðurstöður mælinga svifaurskýna eru settar fram í töflu í Viðauka 1. Gífurlegur munur er á svifaurstyrk í Jökulkvísl við mismunandi rennsli eins og við var að búast. Það samræmist niðurstöðum fyrri rannsókna á Hólmsá við Framgil, Þaula og Jökulkvísl (Esther Hlíðar Jensen, 2014, 2016 a,b og 2017). Langmestur er styrkurinn í rigningarflóðum á sumrin og haustin þegar jökulvatn er einnig til staðar (Tafla 7).

Almennt séð er nauðsynlegt við gerð aurburðarlykla að fjöldi sýna sé mikill og sýnin tekin yfir breitt rennslisbil svo lykillinn gefi marktæka niðurstöðu (sjá umfjöllun í kafla 2.2.2). Á sama hátt og rætt var í skýrslu um aurburð í Jökulkvísl 2013–2014 (Esther Hlíðar Jensen, 2016b og 2017) er sýnafjöldi ásættanlegur (Mynd 12) en takmarkandi þáttur er að ekki er hægt að nýta augnabliksrennsli úr kafara og ekki er til heildstæð mæliröð fyrir tímabilið. Helstu einkenni svifaurslykla fyrir Jökulkvísl má sjá í töflu 10.

Vetrarlykillinn er nú gerður með 28 sýnum úr átta ferðum og hefur því meiri breidd en áður. Sumarlykillinn er gerður með 22 sýnum og var lægsta rennsli í sýnatöku um 17% ofan við lægsta dagsmeðalrennsli.

Fjögur sýni voru tekin úr Ytri-Bláfellsá til samanburðar. Ekki var unnt að mæla rennsli samfara sýnatökunni og því er framburður óþekktur. Styrkur sýnanna úr Ytri-Bláfellsá er um 70–90 % hærri en styrkur sýna úr Jökulkvísl sömu daga (Tafla 7). Þótt ekki hafi verið hægt að reikna framburð Ytri-Bláfellsár má sjá að hún er talsvert vatnsmeiri og styrkur sýna mun hærri.

Óslitin rennslisröð fyrir vatnsfallið þarf að vera til staðar svo hægt sé að reikna framburð. Eins getið var í kafla 2 var tekin ákvörðun um að nota líkan við gerð rennslisraðarinnar fyrir Jökulkvísl sem er eftirfarandi: Þauli – Hólmsárfoss \* 1,4 (sjá nánar í Viðauka I, Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2016b). Sá ágalli er á þessari nálgun að alloft komu fram neikvæð gildi og því þurfti að áætla lágrennslið, sbr. umfjöllun Esther Hlíðar Jensen o.fl. (2016b).

Samanburð á helstu einkennum svifaurslykla fyrir Jökulkvísl, Þaula og Framgil má sjá í töflu 10. Áberandi er hversu háir hlutfallsstuðlarnir fyrir Jökulkvísl eru sérstaklega þegar skoðaðir eru lyklar fyrir sýni frá Framgili og Þaula. Eins og fram kom í kafla 2.2.2 bendir hátt gildi hlutfallsstuðulsins  $k$  til að á vatnasviðinu sé mikið veðrað efni. Þegar rætt er um veðrað efni hér er ekki gerður greinarmunur á því hvort það var veðrað berg eða annað laust efni eða eins og í þessu tilviki gjóska. Það er því mikið laust efni sem flyst auðveldlega og því talað um hátt rofnæmi. Í fyrri skýrslu um framburð í Hólmsá við Þaula (Esther Hlíðar Jensen o.fl. 2016a) kom fram að framburður við Þaula er stöðugri en við Framgil jafnvel að vetri til þegar jökulþátturinn er ekki til staðar og meira framboð af lausefnum. Svifaurslyklar fyrir Jökulkvísl benda til að þetta ferli sé jafnvel enn skýrara þar þ.e. meira framboð af efni og meira rofnæmi er við sýnatökustaðinn í Jökulkvísl en niðri við Þaula.

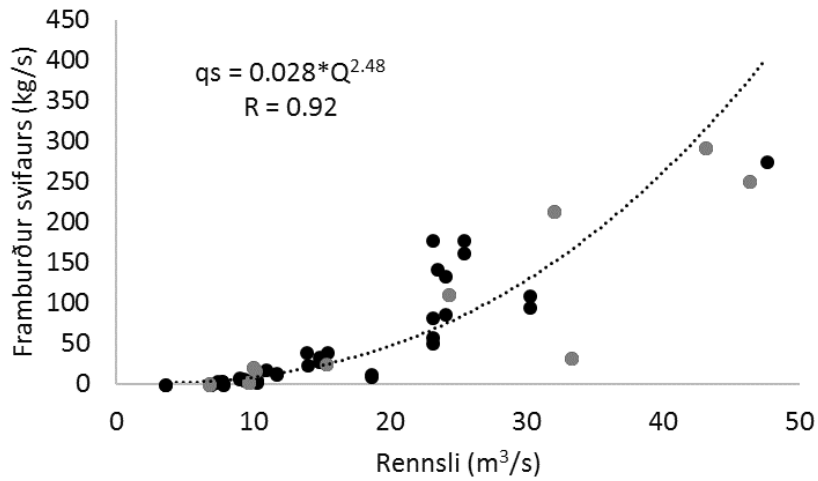
Tafla 7. Niðurstöður kornastærðarmælinga á svifaurssýnum úr Jökulkvísl árin 2015–2016, ásamt sýni úr Ytri-Bláfellsá.

Staður	Dagsetning	Kl.	Rennsli (m <sup>3</sup> /s)	Aur- Styrkur (mg/l)	TDS (mg/l)	Kornastærð (%) flokkastærðir í					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
						<0,002 0,002	0,02- 0,02	0,06- 0,06	0,2- 0,06	>0,2		
Jökulkvísl	2017-07-12	10:10	6,66	213	82	33	21	13	22	11	1,2	S1
	2017-07-12	13:45	6,66	336	85	32	23	22	18	2	2,6	S1
	2017-09-23	15:20	33,2	1039	36	21	37	25	16	1	2,6	S1
	2017-09-24	09:35	24,2	4629	37	30	35	22	11	2	3,5	S1
	2017-09-24	14:50	15,2	1804	44	40	30	18	9	3	2,9	S1
	2017-09-24	16:15		1827	54	46	25	17	10	2	3,4	S1
	2017-10-24	13:00	9,52	448	84	58	19	7	15	1	3,3	S1
	2017-10-24	15:50		342	84	54	20	9	16	1	3,5	S1
	2018-11-16	19:15	9,83	2262	52	35	33	20	11	1	3,5	S1
	2018-11-16	23:45	31,9	6769	31	50	25	15	9	1	4,3	S1
	2018-11-17	07:20	46,2	5448	35	32	29	21	16	2	3,2	S1
	2018-11-17	09:20		6823	43	13	35	27	21	4	2,0	S1
Ytri-Bláfellsá	2017-07-12	14:00		2290	76	11	41	29	15	4	2,3	S3
	2017-09-23	19:50		7064	55	7	39	29	20	5	1,4	S3
	2017-09-24	09:10		9461	54	13	39	26	17	5	2,1	S3
	2017-10-24	16:20		2118	67	13	35	27	20	5	1,5	S3

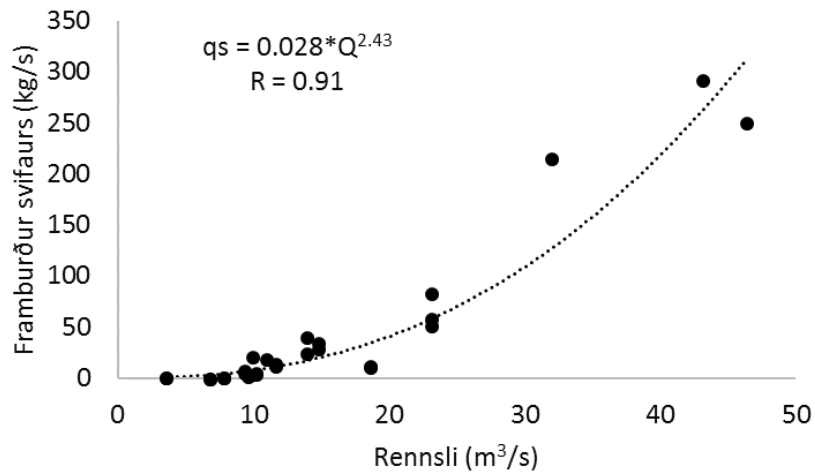
Tafla 8. Helstu einkenni svifaurshlyklanna. H.r.l. er hæsta rennsli lykils og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Tímabil	Árstíð	Sýna- fjöldi	Fjöldi ferða	H.r.l. m <sup>3</sup> /s	L.r.l. m <sup>3</sup> /s	Fylgni R	Hlutfalls-	
							stuðull k × 10 <sup>6</sup>	Veldisvísir n
Jökulkvísl 2013–2014	Sumar	8	3	47,5	15,3	0,81	1007000	1,46
	Vetur	6	2	11,5	3,4	0,99	134000	1,86
	Allt árið	14	5	47,5	3,4	0,98	77700	2,21
Jökulkvísl 2015–2016	Sumar	8	4	23,3	7,21	0,998	12200	3,02
	Vetur	16	4	23,03	6,7	0,90	3600	3,16
	Allt árið	24	8	23,3	6,7	0,89	9241	2,90
Jökulkvísl 2013–2018	Sumar	22	9	47,5	6,66	0,93	39900	2,42
	Vetur	28	8	46,2	3,42	0,91	28000	2,43
	Allt árið	50	17	47,5	3,42	0,92	28000	2,48
Pauli 2009–2013	Allt árið	38	16	232	35,3	0,87	140	2,99
Framgil 2002–2009	Allt árið	48	58	148	28,1	0,92	0,34	4,45

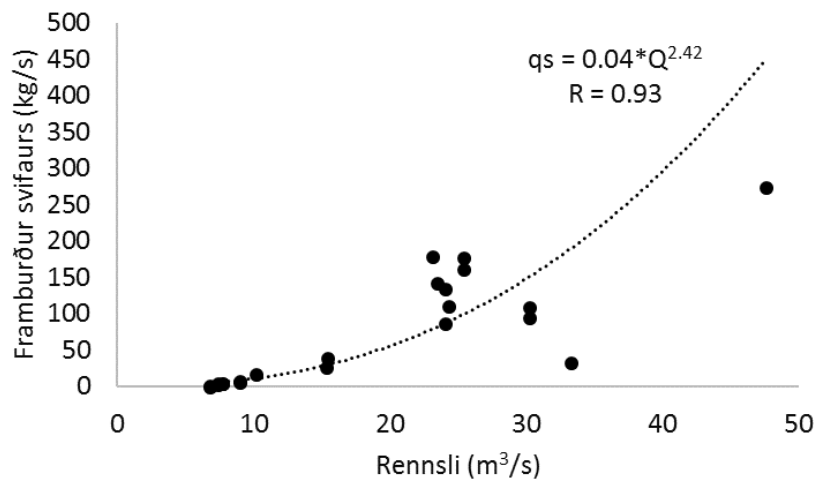




Mynd 12. Árslykill 2013–2018; Jökulkvísl Vensl svifaursframburðar og rennslis. Sýni frá 2017–2018 eru merkt grá.



Mynd 13. Vetrarlykill 2013–2018; Jökulkvísl, vensl svifaursframburðar og rennslis.



Mynd 14. Sumarlykill 2013–2017; Jökulkvísl, vensl svifaursframburðar og rennslis.

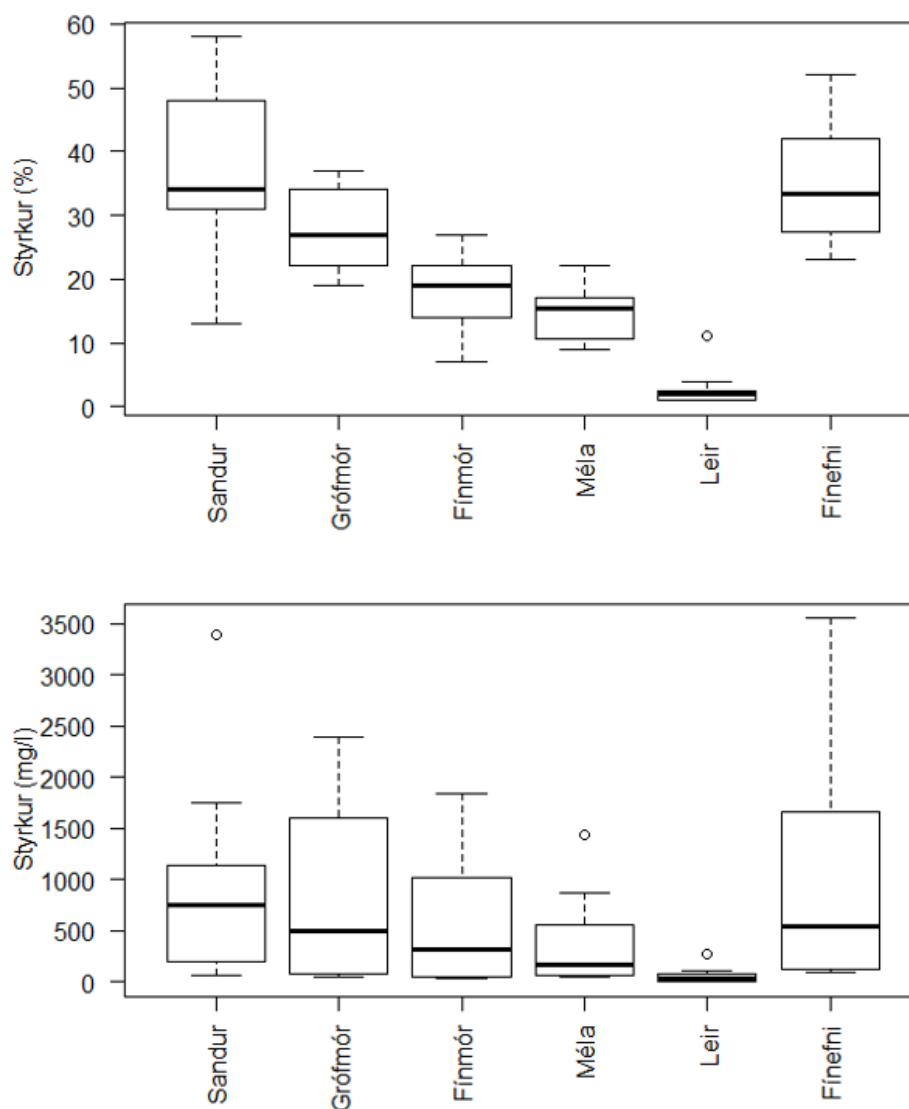
Mælingar á rennsli við Þaula árið 2017 skiluðu hlutfallslega lægra rennsli miðað við Hólmsárfoss en áður hefur verið. Meðalrennsli Hólmsárfoss á tímabilinu 2015–2016 var 58% af rennsli Þaula en árið 2017 var það 65%. Þar af leiðandi reiknast minni framburður í Jökulkvísl en áður því reikniaðferðin fyrir rennsli Jökulkvísar sem áður var rædd byggir á því að draga rennsli við Hólmsárfoss\*1.4 frá Þaula. Niðurstaðan fyrir framburð í Jökulkvísl 2017 er því 0,38 milljón tonn í stað 0,97 milljón tonna fyrir tímabilið 2013–2016. Einnig þarf að áréttta að framburðarútreikningar fyrir Jökulkvísl verða að teljast fremur ónákvæmir og einungis er hægt að nota þá sem vísbendingu um framburð (Tafla 9). Samanlagður svifaur samkvæmt árstíðarlyklum er einnig mun minni en áður eða 0,39 milljón tonn.

Tafla 9. Samanburður á reiknuðum svifaursframburði frá mismunandi stöðum.

Staður	Ársvifaursframburður (millj. tonn/ár)	Svifaur sumar (millj. tonn/ár)	Svifaur vetur (millj. tonn/ár)
Jökulkvísl 2013-2016	0,97	0,56	0,37
Jökulkvísl 2017	0,38	0,28	0,11

#### 4.1.1 Kornastærðargreining svifaurs

Mikill munur er á kornastærðardreifingu innan svifaurskýna frá Jökulkvísl. Mynd 15 sýnir kassagraf af dreifingu styrks eftir kornastærðarflokkum í mg/l og sem hlutfall (%) af heild. Tafla 10 sýnir gildin á bak við myndirnar á mynd 15. Q1 stendur fyrir neðsta fjórðungsmark, eða 25% af úrtakinu og Q3 er efsta fjórðungsmark, eða 75% úrtaksins. Miðgildið sýnir hvar 50% sýna liggja og er lína sem skilur milli kassanna í hverjum flokki. Miðgildið er ónæmt fyrir útlögum ólíkt meðaltali. Innri spönn, þ.e. sýnin sem þar eru lenda á milli 25–75% allra sýna í úrtakinu kallast IQR. 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. Mikilvægt er að átta sig á að útlagar eru ekki endilega léleg sýni en geta þvert á móti verið mjög þýðingarmiklir fyrir gagnasettið. Mynd 15 sýnir að sandur og grófmór eru stærstur hluti sýnanna. Dreifing inn sandflokksins er hins vegar meiri eða 70 mg/l í 3385 mg/l á meðan grófmór fer úr 45 mg/l í 2388 mg/l. Hins vegar er miðgildi styrks samanlagðra finefna (leir, mélu og finmós) um 33,5% sem er 6,5% meira en grófmór.



Mynd 15. Kassagraf af dreifingu styrks svifaus eftir kornastærðarflokkum. Hlutfall í hverjum flokki (%) á efra grafi og í mg/l á neðra grafi.

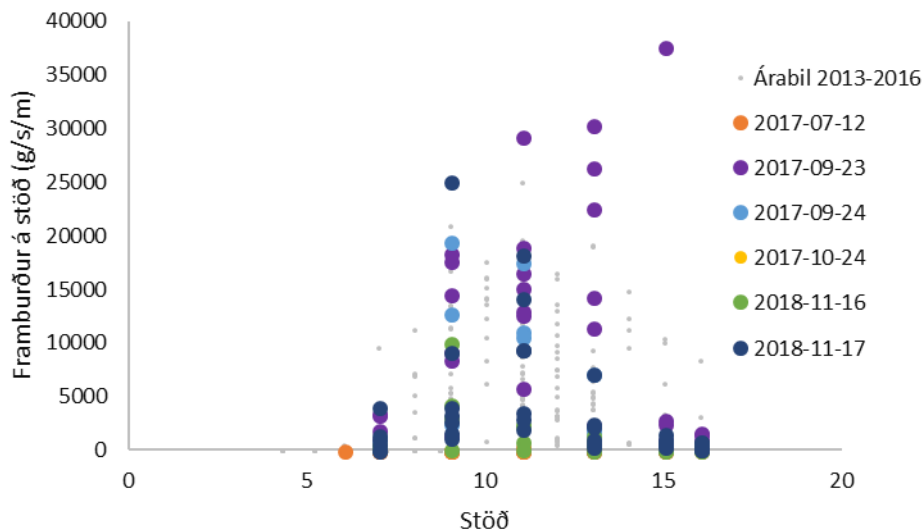
Tafla 10. Dreifing styrks eftir kornastærðum.

Hlutfall styrks(%)	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Fínefni
Min	13,0	19,0	7,0	9,0	1,0	23,0
Q1	31,5	22,5	14,5	10,8	1,0	283
Miðgildi	34,0	27,0	19,0	15,5	2,0	33,5
Q3	47,0	33,5	22,0	16,5	2,3	42,0
Max	58,0	37,0	27,0	22,0	11,0	52,0
IQR	15,5	11,0	7,5	5,8	1,3	13,8
Aurstyrkur (mg/l)						
Min	70,3	44,7	27,7	46,9	3,4	88,9
Q1	210	83,2	63,3	65,5	9,5	132
Miðgildi	757	499	318	174,5	30,0	536
Q3	1012	1590	1016	534,2	73,9	1638
Max	3385	2388	1842	1432,8	273	3548
IQR	803	1507	953	468,7	64,4	1507

#### 4.1.2 Niðurstöður skriðaursmælinga

Botnskrið í Jökulkvísl var mælt í ferðum sem farnar voru á árinu 2017 og 2018 og má sjá yfirlit yfir fjölda sýna og hversu mörg þeirra hafa verið kornastærðargreind í töflu 6. Sýnunum var skipt upp í rennslisbil eftir dögum og ef rennsli breyttist mikið í mælingu (sjá Viðauka 2). Svokallaðar stöðvar eru ákveðnar breiddir á þversniði árinna. Reynt er að taka skriðaurssýni á sömu stöðvum í hverri á fyrir sig ef hægt er að koma því við. Stöðvar í Jökulkvísl eru á hækkanði breiddarbili frá vinstri bakka til þess hægri (horft niður eftir ánni). Stöð 6 er því t.d. næst vinstri bakkanum en stöð 16 næst þeim hægri (Mynd 16).

Aðferðin við að reikna heildarframburður skriðauris fyrir hvert sýni byggir á því að reikna heildaðan skriðaur fyrir hverja stöð í hverju rennslisbili og síðan er framburður allra stöðva lagður saman samkvæmt aðferð WMO sem fjallað er um í kafla 2.3.1 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 2.2.2). Niðurstöðurnar eru birtar á mynd 17. Hér er aftur á móti ekki notast við meðalrennsli í mælingu heldur rennslismælingu fyrir og eftir sýnatöku sem eykur óvissu skriðaurislykilsins.

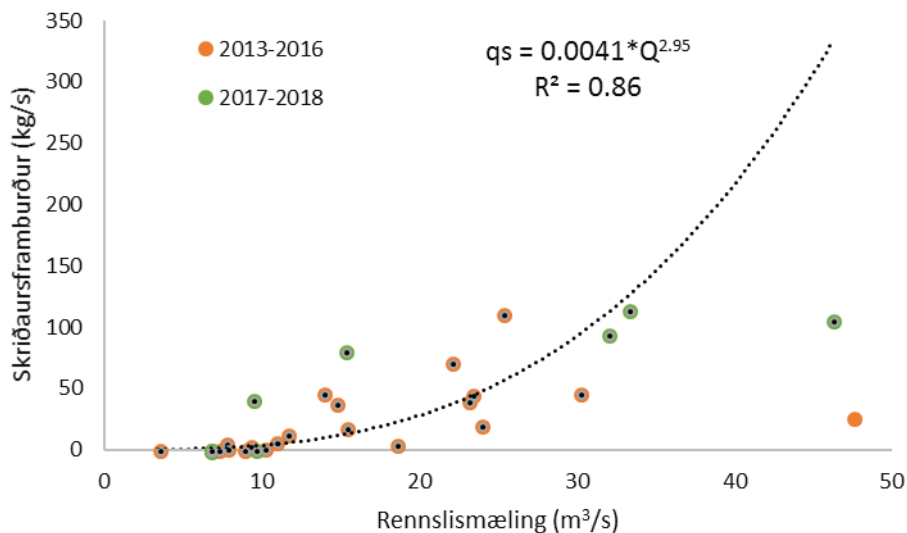


Mynd 16. Mældur framburður á hverri stöð flokkaður eftir rennslisbilum (sjá dagsetningar í skýringum).

Þegar reiknaður framburður skriðauris úr sýnum sem tekin voru árið 2017 og 2018 var bætt við grafið með sýnum frá 2013–2016, kom í ljós að eitt sýni úr eldri sýnahópnum var langt út úr hópnum (appelsínugulur punktur á mynd 17). Árið 2017 náðist að safna sýnum í atburði í september og síðan aftur í nóvember 2018 og falla niðurstöður þeirra sýna betur að lyklinum þegar umræddu sýni er sleppt. Hugsanlegt er að sýnataka sem þessi punktur stendur fyrir hafi ekki heppnast sem skyldi en samkvæmt mælingamönnum var rennslismæling mjög erfið og því gæti það einnig haft áhrif. Í það minnsta sýnir hann óvenju lágan framburð miðað við rennsli. Rennslismæling í nóvember 2018 sem einnig var gerð við hátt rennsli var mun nákvæmari og þá var magn í sýnataka mun meira en í umræddu sýni. Hins vegar þarf einnig að hafa í huga að hér er komið að útmörkum sýnatökuáðferðarinnar því sýnataka getur ekki verið lengur en 5 sekúndur við botn án þess að fyllast og því hefur það áhrif á hvernig magn eykst með rennsli.

Tafla 11. Helstu einkenni skriðauslykils fyrir Jökulkvísl og Hólmsá við Paula til samanburðar.

Vatnsfall	Gildistími lykils	Rennslis- bil	Fjöldi ferða	H.r.l. m <sup>3</sup> /s	L.r.l. m <sup>3</sup> /s	Fylgni R	Hlutfalls- stuðull k * 10 <sup>6</sup>	Veldisvísir n
Jökulkvísl	2013–2014	8	5	47,5	3,4	0,92	41000	2,13
	2013–2016	21	12	47,5	3,4	0,85	19000	2,36
	2013–2018	30	17	46,2	3,4	0,86	4000	2,95
Pauli	2009–2013	26	15	232	35,3	0,59	12000	1,69
Framgil	2002–2009	40	57	163	28,1	0,77	50	2,64

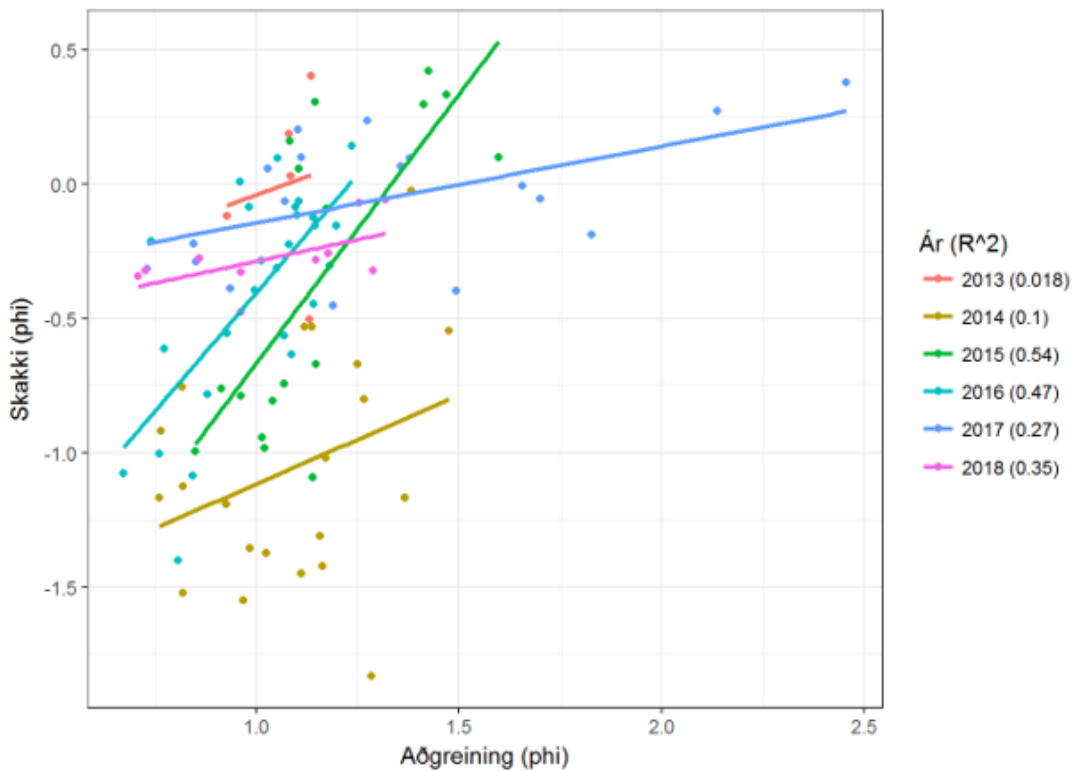
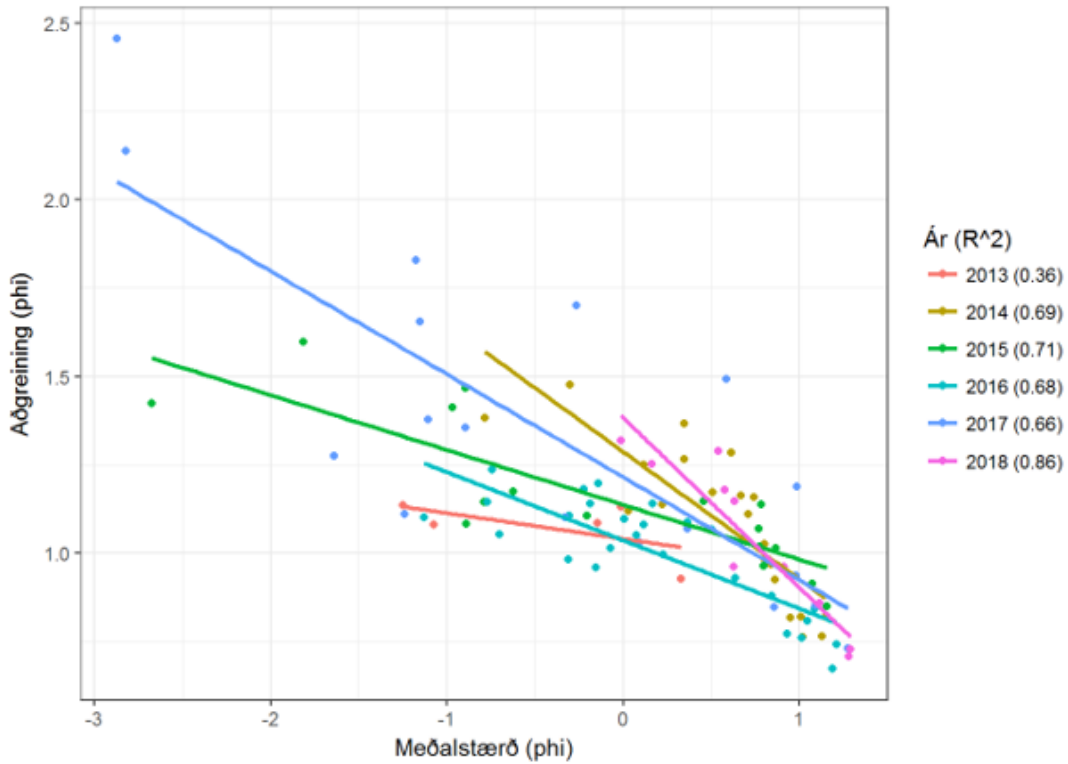


Mynd 17. Skriðauslykill fyrir sýni tekin 2013–2018 í Jökulkvísl.

#### 4.1.3 Kornastærðargreiningar skriðaus

Eins og fjallað var um hér að framan eru kornastærðareiginleikar eintoppa sýna skoðaðir sérstaklega. Af 34 sýnum sem voru kornastærðargreind voru 29 eintoppa þ.e. 5 sýni voru tví- eða fleirtoppa (Tafla 4). Þegar um eintoppa dreifingu er að ræða er sýninu skipt í flokka eftir hundraðshlutamarki þ.e. D<sub>10</sub> eða D<sub>50</sub> o.s.frv. og magn í flokkunum notað til að skilgreina eiginleika sýnisins. Þegar sýni eru tví- eða fleirtoppa er ekkert vit í að skoða þessa flokka því t.d. helmingur sýnisins (D<sub>50</sub>) segir ekki til um eiginleika dreifingarinnar þ.e. skakka, aðgreiningu eða meðalstærð. Hámarkstoppur getur verið beggja vegna miðgildisins og það gæti jafnvel fallið á milli og nánast enginn hluti sýnisins verið af þeirri stærð sem miðgildið stendur fyrir. Safntíðnirit kornastærðarmældra sýna má sjá í Viðauka 2. Kornastærðardreifing var meiri í atburðarsýnum.

Mynd 18 sýnir vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) annars vegar og vensl aðgreiningar og skakka (neðri mynd) hins vegar, litakóðað eftir árum. Þar sést að aðgreining



Mynd 18. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) og skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í öllum skriðaurssýnum frá Jökulkvísl sem voru kornastærðargreind á tímabilinu 2017–2018.

verður betri þ.e. meira aðgreint eftir því sem sýnið verður finna. Eins er tilhneiging í þá átt að verr aðgreind sýni hafi jákvæðari skakka (finan hala). Meiri aðgreining er í sýnum sem tekin voru árið 2017 miðað við önnur ár en skakki sýnanna var nokkuð jafn bæði árið 2017 og 2018.

## 5 Samantekt

Sýnatöku í Jökulkvísl var ætlað að varpa ljósi á þann framburð sem berst inn á væntanlegt lónstæði ofan við Atley. Það setur verkefninu nokkrar skorður að eins og í fyrri skýrslu (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2016b og 2017) var rennsli áætlað vegna þess að ekki hefur verið rekinn vatnshæðarmælir í Jökulkvísl í nógu langan tíma. Framburður var því reiknaður út frá áætluðu rennsli, þ.e. rennsli við Þaula að frádregnu rennsli við Hólmsár foss margfaldað með 1,4 (Esther Hlíðar Jensen o.fl., 2016b og 2017). Verða niðurstöðurnar að skoðast í ljósi þeirra takmarkana.

Þegar gerð var tilraun til greiningar á sambandi rennslis við Þaula og Jökulkvísl kom í ljós að það er tvískipt (Mynd 7). Hér gæti verið um að ræða mismun á rennslisháttum annars vegar vegna jökulbráðunar og hins vegar vegna úrkomuatburða. Með því að greina árstíðarbundið rennsli og samband við úrkomu mætti fá betri mynd af rennsli í Jökulkvísl þar sem erfiðlega hefur gengið að reka þar vatnshæðarmæli.

Heildarframburður Jökulkvíslar árið 2017 reiknaðist 0,65 milljón tonn (Tafla 12). Það er nokkru minni framburður en verið hefur síðustu ár. Líklegasta skýringin er vanáætlað rennsli samkvæmt reikniformúlu „rennsli Þaula“ – „rennsli Framgils“ \*1.4 eins og sjá má á mynd 10 en einnig lægra rennsli ársins eins og fram kemur á mælinum við Þaula (Mynd 4) og reiknað dagsmeðalrennsli fyrir Jökulkvísl gefur til kynna (Tafla 12).

*Tafla 12. Svifaurs- og skriðausframburður á ári í Jökulkvísl, Hólmsá við Þaula og Framgil.*

Gildistími lykils	Ár	Dagsmeðalrennsli	Svifaursframburður (millj. t/ár) árslykli	Skriðausframburður (millj. t/ári) skv. heilduðum árslykli	Heildarframburður	Hlutfall skriðaus Heildarframburði (%)
Jökulkvísl						
2013–2014	'14	12	1,59	0,48*	2,07	23%
2013–2016	'15–'16	15	0,97	0,41	1,38	29%
2013–2018	'17	6	0,38	0,27	0,65	42%
Þauli						
2009–2013	'17	68	2,57	0,53	3,10	17%
Framgil						
2002–2009	'17	44	1,01	0,05	1,06	5%

Greining á kornastærð skriðaus var í þetta sinn reiknuð með R-pakkanum G2Sd og því eru niðurstöður með því sniði sem pakkinn býður uppá (sjá Viðauka 2). Þar má sjá að niðurstöður eru sambærilegar og áður þ.e. að grófustu sýnin berast fram í miðjum farvegi eins og búast mátti við. Kornastærðardreifing sýnanna í atburðarferðinni í september 2017 sýnir vel áhrif aukins rennslis á skriðausframburð (sjá mynd 25 í viðauka). Skriðauslykill var uppfærður en óvissa hans er enn mikil þar sem ekki er notast við meðaltalsrennsli í sýnatöku heldur rennslismælingu. Skriðauslykillinn hefur hins vegar svipaða eiginleika og svifaurslykillinn þ.e. Jökulkvísl líkist meira Þaula en Framgili.

Miklar breytingar hafa átt sér stað á vatnasviði Jökulkvíslar síðustu ár vegna hopunar Mýrdalsjökuls. Farvegurinn neðan við brúna þar sem sýnataka fer fram hefur síðustu ár verið að grafa sig niður í aurkeilu sem þar er. Í vettvangsferðum hafa mælingamenn orðið varir við þessar breytingar og telja að jafnvel sé minni framburður í ánni nú en var í byrjun mælinga 2014–2015.



## 6 Heimildir

- Asselman, N. E. M. (2000). Fitting and interpretation of sediment rating curves. *Journal of Hydrology*, 234, 228–248.
- Boggs, S. Jr. (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd edition. New Jersey: Prentice Hall.
- Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Snorri Zóphóniasson (2014). *Heildarframburður Hólmsár við Framgil árin 2002 til 2009* (LV-2014-067, ORK 1406). Reykjavík: Landsvirkjun og Orkusalan ehf.
- Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir & Snorri Zóphóniasson (2016a). *Heildarframburður Hólmsár við Þaula árin 2009 til 2013*. LV-2016-067, ORK 16010. Reykjavík: Landsvirkjun og Orkusalan ehf.
- Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóniasson & Gunnar Sigurðsson (2016b). *Mælingar á aurburði og rennsli í Jökulkvísl árin 2013–2014*. LV-2016-068, ORK 16011. Reykjavík: Landsvirkjun og Orkusalan ehf.
- Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilson, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóniasson & Gunnar Sigurðsson (2017). *Mælingar á aurburði og rennsli í Jökulkvísl árin 2015–2016*. LV-2017-126, ORK 1702. Reykjavík: Landsvirkjun og Orkusalan ehf.
- Fournier, Jérôme, Régis K. Gallon, Raphaël Paris (2014). G2Sd: a new R package for the statistical analysis of unconsolidated sediments. *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, 2014, n° 1, p. 73-78.
- 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.
- Morgan, R. P. C. (1995). *Soil Erosion and Conservation*. Harlow: Longman.
- Skúli Víkingsson (2008). *Landlíkan ÍSOR*. Íslenskar orkurannsóknir, ÍSOR-08022. Unnið fyrir Vatnamælingar Orkustofnunar. 4 bls.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (2000). *Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna* (Greinargerð, GRG SvP-GHV-2000/02). Reykjavík: Orkustofnun.
- Veðurstofa Íslands (2010). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2009/2010 vhm 577, Hólmsá, Þaula*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Veðurstofa Íslands (2011). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2010/2011 vhm 577 Hólmsá, Framgil*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Veðurstofa Íslands (2012). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2011/2012 vhm 577, Hólmsá, Hólmsárfoss*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Veðurstofa Íslands (2013). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2013/2014 vhm 477, Hólmsá; Hólmsárfoss*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Veðurstofa Íslands (2014). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2014/2015 vhm 477, Hólmsá; Hólmsárfoss*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Veðurstofa Íslands (2015). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2015/2016 vhm 477, Hólmsá; Hólmsárfoss*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

- Veðurstofa Íslands (2016). *Rennslisskýrsla vatnsárið 2016/2017 vhm 477, 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 I. Niðurstöður á framburðarútreikningum skriðaurssýna

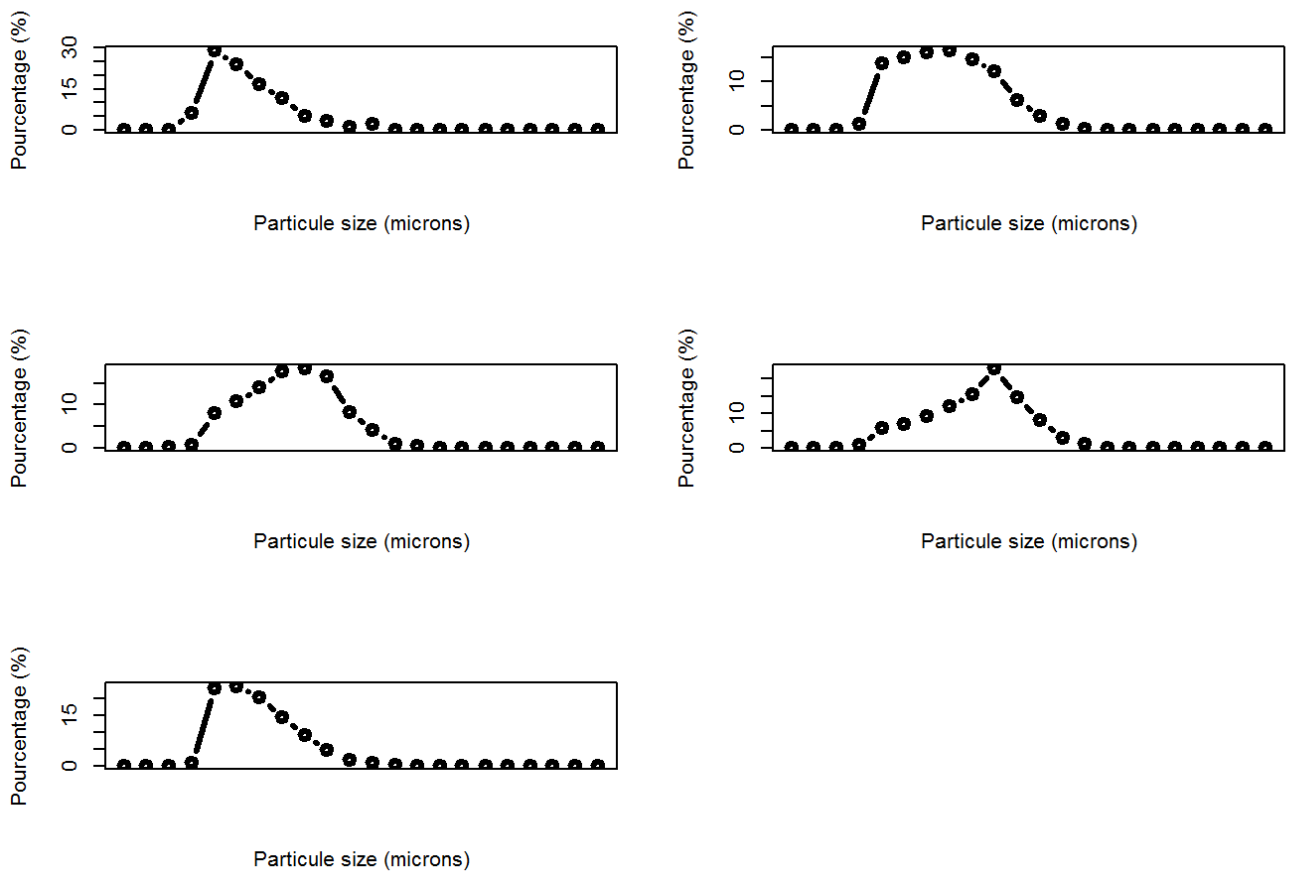
Niðurstöður á heilduðum framburðarútreikningum skriðaurssýna.

Dags	Q	h-bakki	v-bakki	Breidd í rennslismælingu	Stöð							Heildaður framburður (kg/s)		
					1	2	3	4	5	6	7		Endi	Alls g/s/m
2017-07-12	6,6	5,6	17,5	11,9	0,22	3,28	21,9	120	119	20,8	5,47	4,10	295	0,3
2017-07-12	6,6	5,6	17,5	11,9	1,53	32,3	37,7	10,6	5,10	3,10	3,01	93,3	93,3	0,1
2017-07-12	6,6	5,6	17,5	11,9	2,13	27,3	174	205	61,8	8,66	479	114311	479	0,5
2017-09-23	33,2	5,6	17,5	11,9	1350	15683	31192	35408	25648	4315	715	80842	80842	15,2
2017-09-24	15,2	5,6	17,5	11,9	993	13835	35108	26439	4054	257	155	37,8	919	9,52
2017-10-24	9,52	5,6	17,5	11,9	20,8	145	285	285	146	2404	661	370	41094	41,1
2018-11-16	9,38	5,6	17,5	11,9	908	14761	16940	5050	2404	7984	2276	1264	95302	95,3
2018-11-16	31,9	5,6	17,5	11,9	2109	13559	36769	31341	7984	2276	1264	106552	106552	107
2018-11-17	46,2	5,6	17,5	11,9	3533	21390	34647	29013	13717	2604	1650	16	16	107
<b>Breiddir</b>					<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>16</b>			

## Viðauki II. Skriðaur – Jökulkvísl 2017 með G2Sd

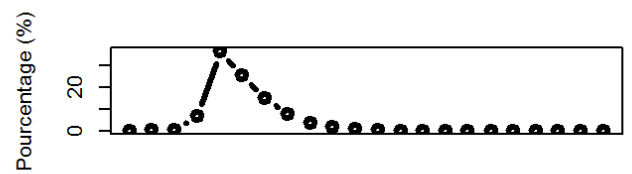
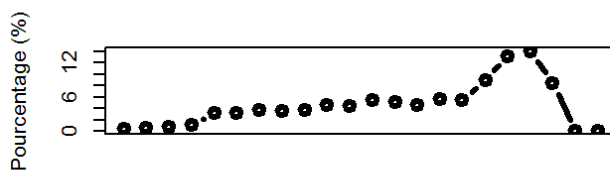
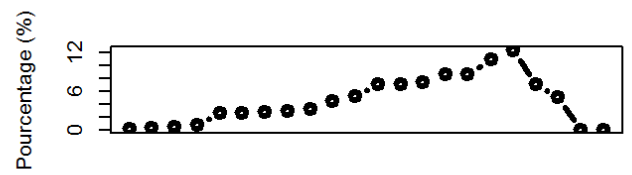
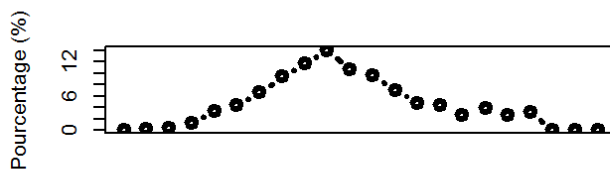
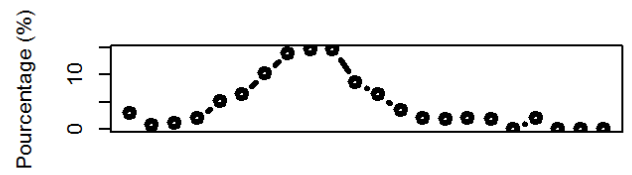
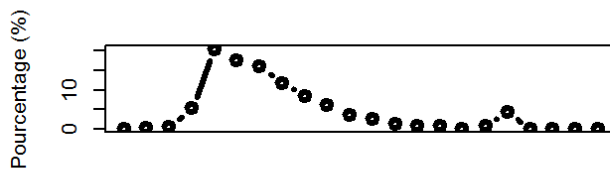
### Skriðaur - Jökulkvísl 2017 með G2Sd

```
library(G2Sd)
par(mfrow=c(3,2))
granstat(sigtun_20170712r, aggr = FALSE, modes = TRUE) -> stat_20170712
```



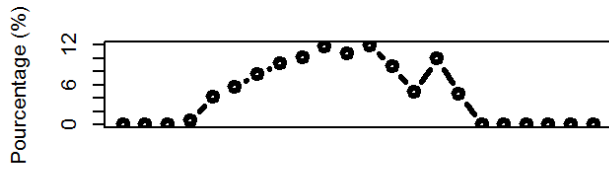
Mynd 19. Topplögun skriðaurssýna frá 12. júlí 2017.

```
par(mfrow=c(3,2))  
granstat(sigtun_20170923r, modes = TRUE) -> stat_20170923
```

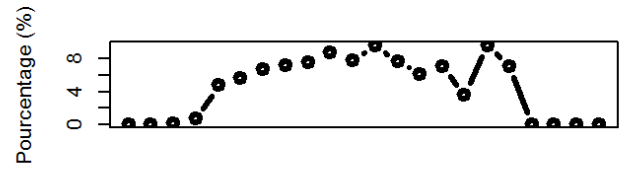


Mynd 20. Topplögun skriðaurssýna frá 23. september 2017.

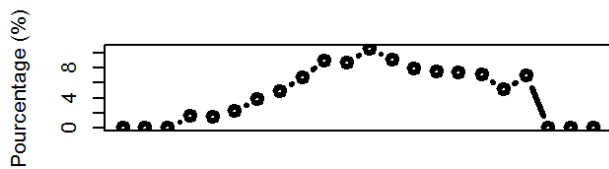
```
par(mfrow=c(3,2))  
granstat(sigtun_20170924r, modes = TRUE) -> stat_20170924
```



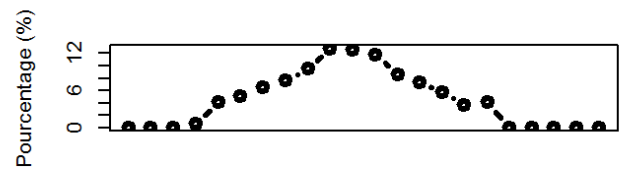
Particule size (microns)



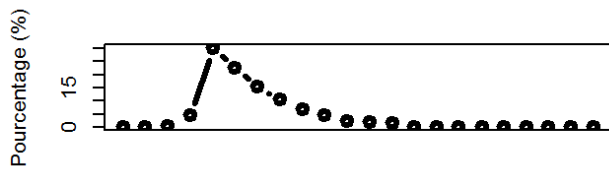
Particule size (microns)



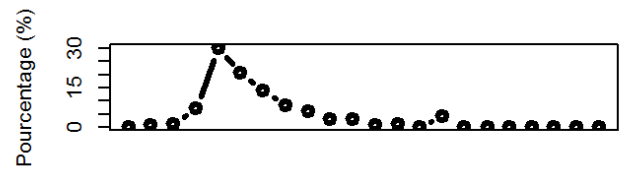
Particule size (microns)



Particule size (microns)



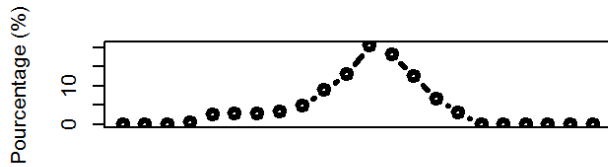
Particule size (microns)



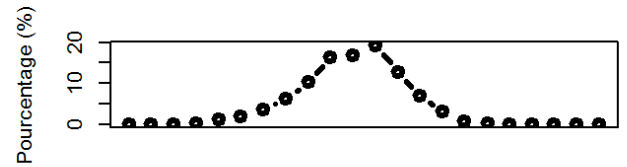
Particule size (microns)

Mynd 21. Topplögun skriðaurssýna frá 24. september 2017.

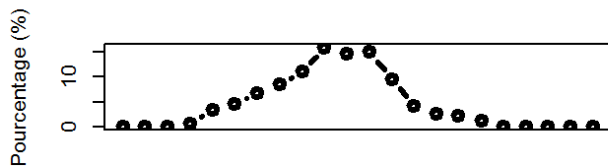
```
par(mfrow=c(3,2))  
granstat(sigtun_20171024r, modes = TRUE) -> stat_20171024
```



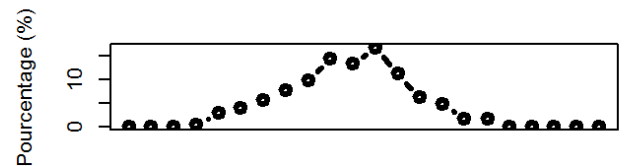
Particule size (microns)



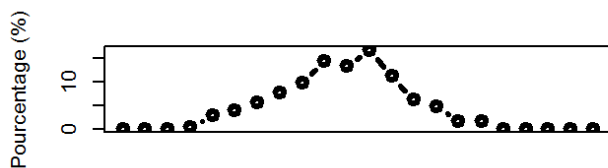
Particule size (microns)



Particule size (microns)



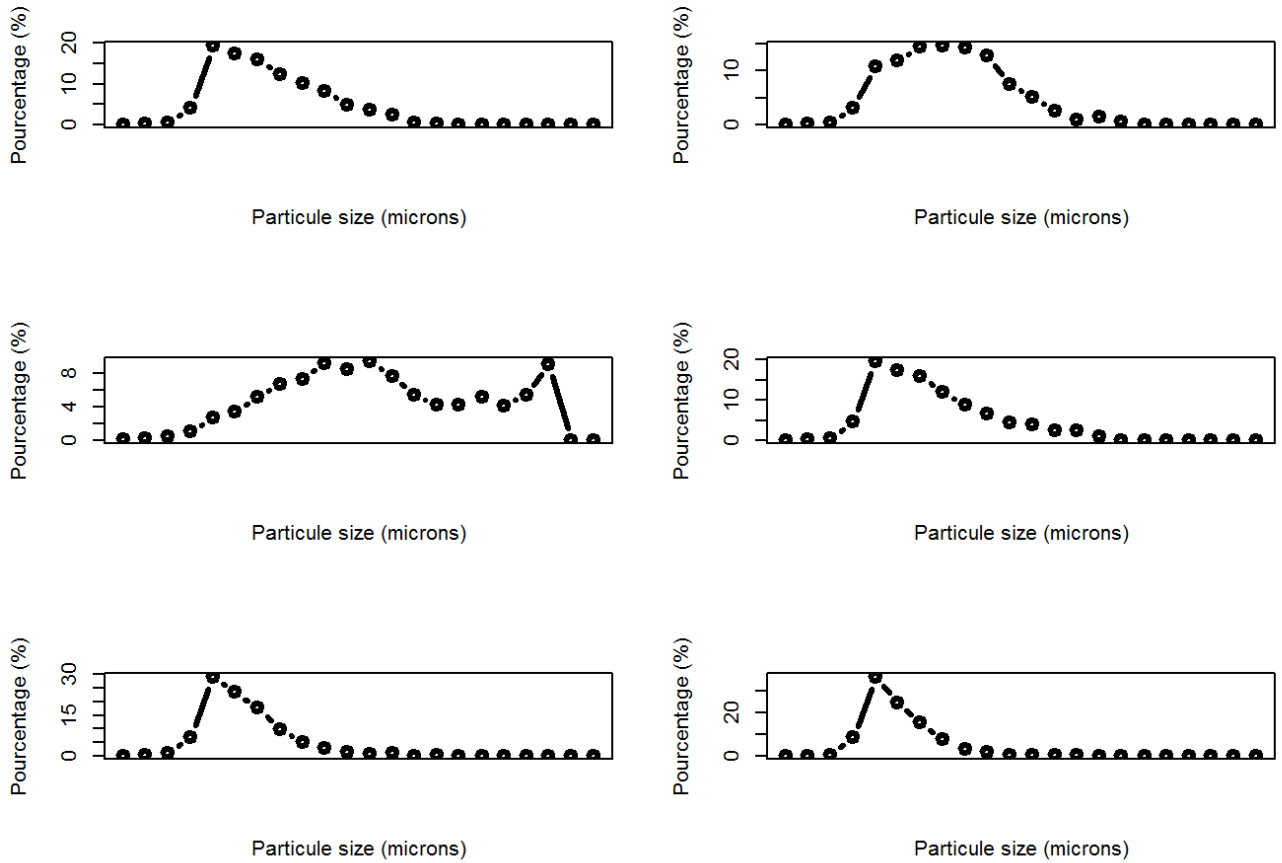
Particule size (microns)



Particule size (microns)

*Mynd 22. Topplögun skriðaurssýna frá 24. október 2017.*

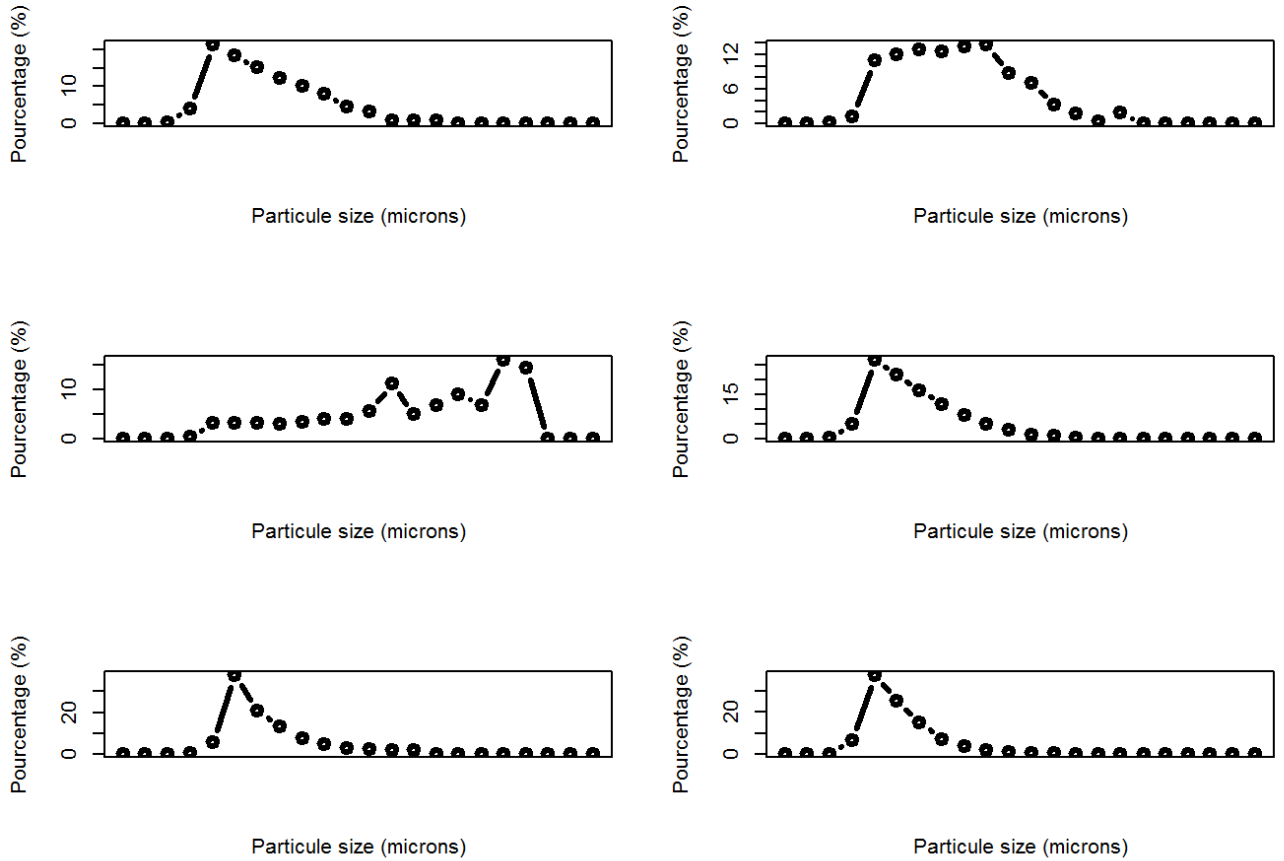
```
par(mfrow=c(3,2))  
granstat(sigtun_20181116r, modes = TRUE) -> stat_20181116
```



Mynd 23. Topplögun skriðaurssýna frá 16. nóvember 2018.



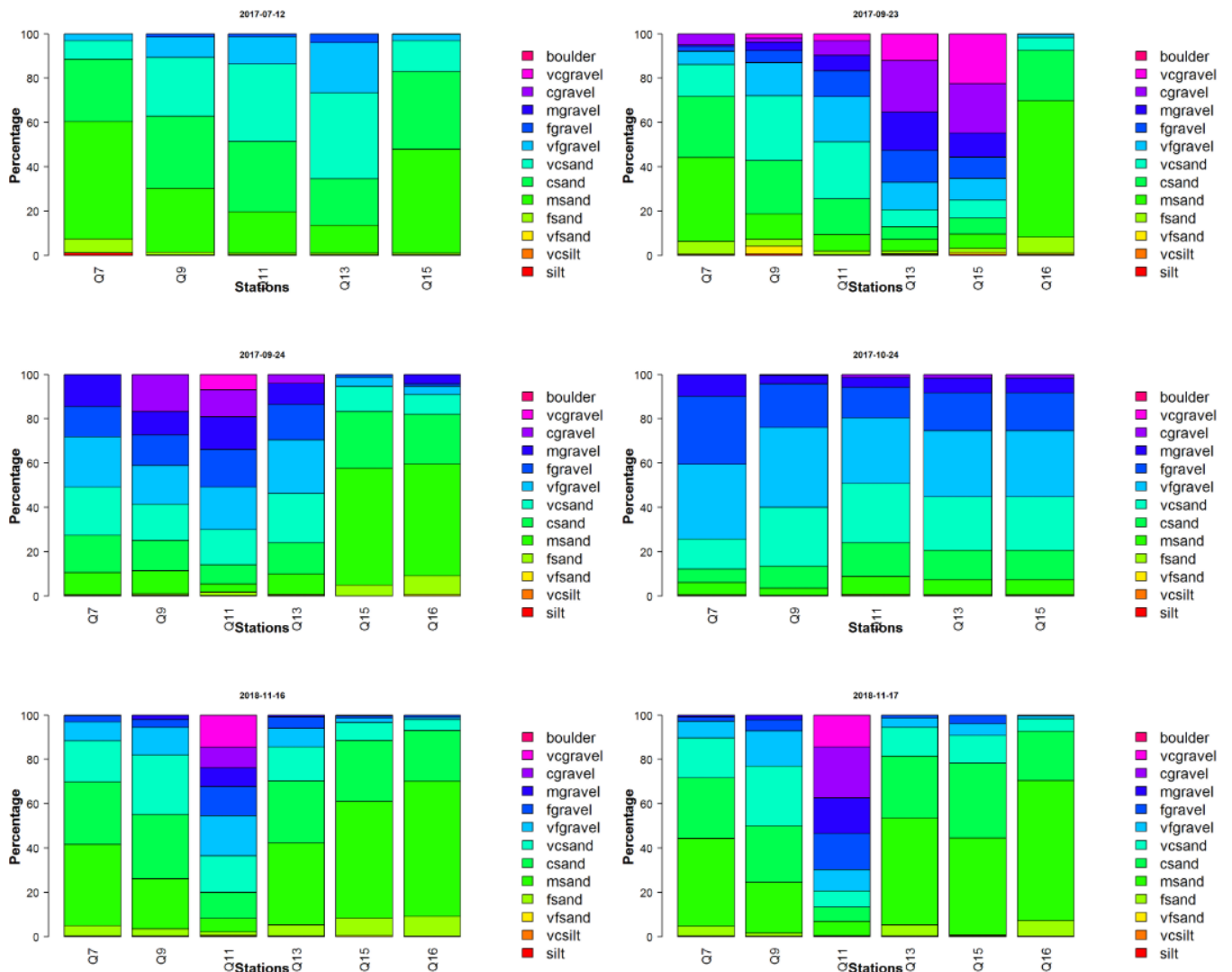
```
par(mfrow=c(3,2))  
granstat(sigtun_20181117r, modes = TRUE) -> stat_20181117
```



Mynd 24. Topplögun skriðaurssýna frá 17. nóvember 2018.

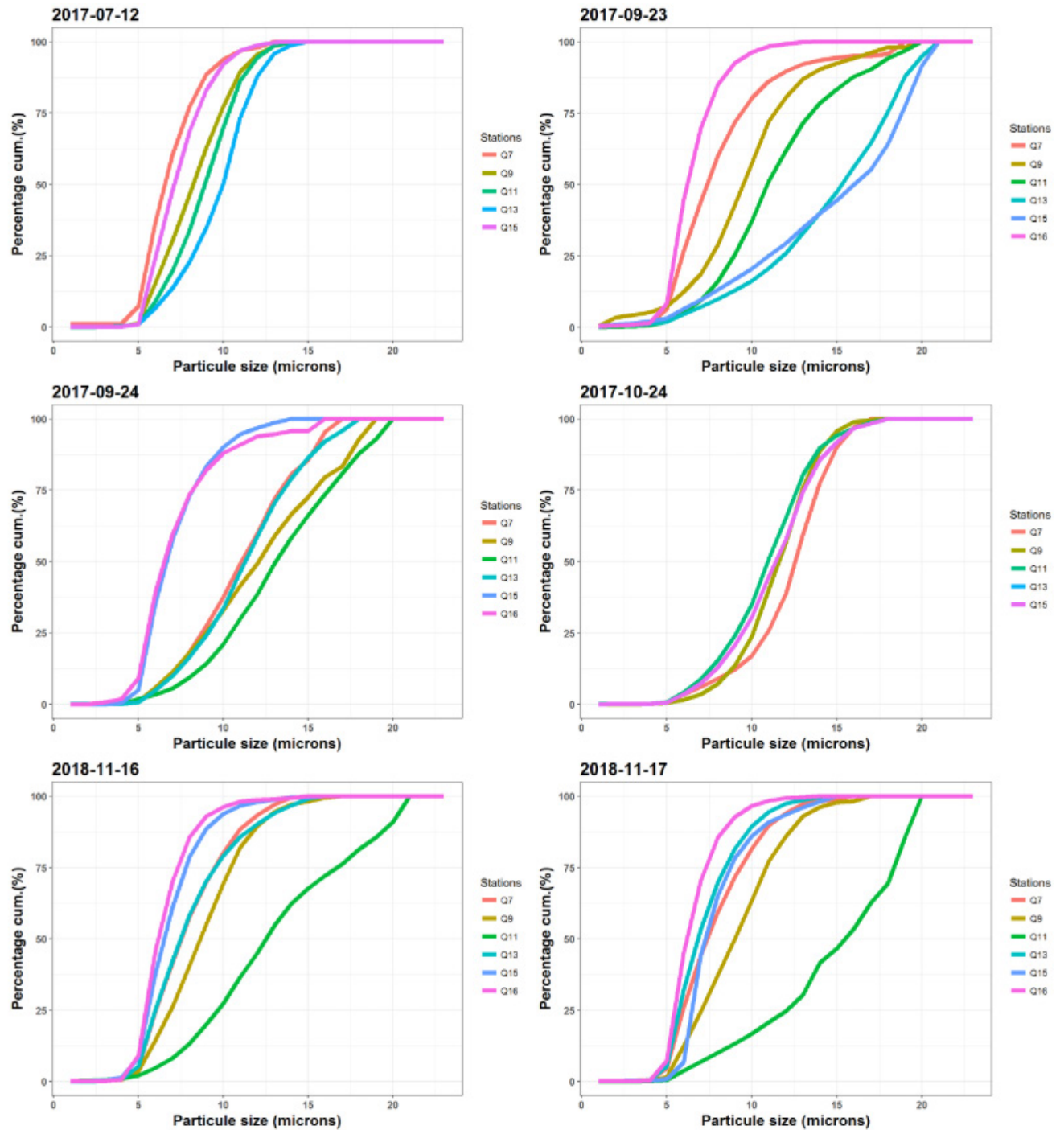
```

par(mfrow=c(3,2))
grandistrib(sigtun_20170712r, main = "2017-07-12", scale = "fine")
grandistrib(sigtun_20170923r, main = "2017-09-23", scale = "fine")
grandistrib(sigtun_20170924r, main = "2017-09-24", scale = "fine")
grandistrib(sigtun_20171024r, main = "2017-10-24", scale = "fine")
grandistrib(sigtun_20181116r, main = "2018-11-16", scale = "fine")
grandistrib(sigtun_20181117r, main = "2018-11-17", scale = "fine")
    
```



Mynd 25. Dreifing kornastærðar skriðaus eftir stöðvum í þversniði.

```
par(mfrow=c(3,2))
granplot(sigtun_20171024r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2017-07-12")
granplot(sigtun_20171024r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2017-09-23")
granplot(sigtun_20171024r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2017-09-24")
granplot(sigtun_20171024r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2017-10-24")
granplot(sigtun_20171116r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2018-11-16")
granplot(sigtun_20181117r, xc=1:5,col.cum ="purple", main="2018-11-17")
```



Mynd 26. Safntíðnirit kornastærðarmældra skriðaurssýna úr Jökulkvísl 2017. Dagsetningarnar sýna atburðarferðir. X-ásinn sýnir phi-kvarða frá 4 til -7 (stækkandi til hægri) eða 0,063mm til 128mm og y-ásinn sýnir uppsafnað hlutfall (%).

*Tafla 13. Niðurstöður kornastærðargreininga skriðaurs.*

<b>Sample</b>	<b>Sediment</b>	<b>Mean.fw.um</b>	<b>Sd.fw.um</b>	<b>Skewness.fw.um</b>
Q7-20170712	Medium Sand,Moderately Sorted,Coarse Skewed,Mesokurtic	1131.199	1.804	0.287
Q9-20170712	Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Platykurtic	3269.988	2.099	0.064
Q11-20170712	Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	5331.686	2.04	-0.058
Q13-20170712	Very Coarse Sand,Poorly Sorted,Fine Skewed,Mesokurtic	10586.028	2.147	-0.203
Q15-20170712	Coarse Sand,Moderately Sorted,Coarse Skewed,Mesokurtic	1633.447	1.798	0.221
Q7-20170923	Coarse Sand,Poorly Sorted,Very Coarse Skewed,Leptokurtic	2020.348	2.815	0.398
Q9-20170923	Very Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Leptokurtic	7661.836	3.249	0.056
Q11-20170923	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Coarse Skewed,Leptokurtic	27957.322	3.552	0.188
Q13-20170923	Fine Gravel,Very Poorly Sorted,Fine Skewed,Mesokurtic	376688.695	4.401	-0.272
Q15-20170923	Fine Gravel,Very Poorly Sorted,Very Fine Skewed,Platykurtic	350842.614	5.486	-0.378
Q16-20170923	Medium Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	900.395	1.658	0.315
Q7-20170924	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Platykurtic	25420.413	3.083	0.006
Q9-20170924	Very Fine Gravel,Very Poorly Sorted,Symmetrical,Platykurtic	47125.173	4.328	0.031
Q11-20170924	Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Platykurtic	120193.06	3.907	0.026
Q13-20170924	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	29580.942	3.151	0.008
Q15-20170924	Coarse Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	1266.571	1.913	0.387
Q16-20170924	Coarse Sand,Poorly Sorted,Very Coarse Skewed,Leptokurtic	1188.257	2.279	0.453
Q7-20171024	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Fine Skewed,Leptokurtic	85020.121	2.419	-0.237
Q9-20171024	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	45563.083	2.16	-0.098
Q11-20171024	Very Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	23583.277	2.561	-0.066
Q13-20171024	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	32648.236	2.601	-0.095
Q15-20171024	Very Fine Gravel,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	32648.236	2.601	-0.095

*Framhald á næstu síðu*

*Viðauki II. Skriðaur – Jökulkvísl 2017 með G2Sd*

<b>Sample</b>	<b>Sediment</b>	<b>Mean.fw.um</b>	<b>Sd.fw.um</b>	<b>Skewness.fw.um</b>
Q7-20181116	Coarse Sand,Poorly Sorted,Coarse Skewed,Platykurtic	2154.427	2.262	0.259
Q9-20181116	Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Mesokurtic	4241.281	2.383	0.069
Q11-20181116	Fine Gravel,Very Poorly Sorted,Coarse Skewed,Platykurtic	83941.384	5.157	0.148
Q13-20181116	Coarse Sand,Poorly Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	2174.558	2.444	0.321
Q15-20181116	Medium Sand,Moderately Sorted,Coarse Skewed,Mesokurtic	1095.63	1.814	0.277
Q16-20181116	Medium Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	877.621	1.656	0.321
Q7-20181117	Coarse Sand,Poorly Sorted,Coarse Skewed,Platykurtic	1983.979	2.215	0.283
Q9-20181117	Very Coarse Sand,Poorly Sorted,Symmetrical,Platykurtic	5384.451	2.495	0.059
Q11-20181117	Fine Gravel,Very Poorly Sorted,Very Fine Skewed,Platykurtic	390821.209	4.408	-0.31
Q13-20181117	Coarse Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	1398.899	1.948	0.329
Q15-20181117	Coarse Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Leptokurtic	2287.671	1.947	0.475
Q16-20181117	Medium Sand,Moderately Sorted,Very Coarse Skewed,Mesokurtic	895.753	1.634	0.344





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

