



**Mælingar á aurburði og rennsli í
Hólmsá við Framgil og Tungufljóti
við Snæbýli, árið 2002**

**Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorlákisdóttir
Gunnar Sigurðsson
Bjarni Kristinsson**

Unnið fyrir RARIK og Landsvirkjun



ORKUSTOFNUN
Vatnamælingar

Verknr.: 7-546828

Jórunn Harðardóttir
Svava Björk Þorláksdóttir
Gunnar Sigurðsson
Bjarni Kristinsson

Mælingar á aurburði og rennsli í
Hólmsá við Framgil og Tungufljóti
við Snæbýli, árið 2002

Unnið fyrir RARIK og Landsvirkjun

OS-2003/023

Maí 2003

ORKUSTOFNUN – VATNAMÆLINGAR

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

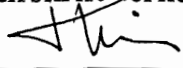


Skýrsla nr.: OS-2003/023	Dags.: Maí 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
------------------------------------	---------------------------	---

Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Mælingar á aurburði og rennsli í Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli, árið 2002	Upplag: 30
	Fjöldi síðna: 32
Höfundar: Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Gunnar Sigurðsson og Bjarni Kristinsson	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir
Gerð skýrslu / Verkstig: Niðurstöður mælinga á rennsli og aurstyrk	Verknúmer: 7-546828

Unnið fyrir: RARIK og Landsvirkjun
Samvinnuaðilar:

Útdráttur: Árið 2002 voru áætlaðar fjórar ferðir inn að Hólmsá við Framgil og Tungufljót við Snæbýli fyrir RARIK og Landsvirkjun þar sem átti að rennslismæla og safna skriðaus- og svifaurssýnum af nýjum kláfi við Hólmsá og taka svifaurssýni í Tungufljóti. Niðurstöður svifaursmælinga sýna að í Hólmsá jókst styrkur svifaurs fertugfalt með þreföldun rennslis (frá 46 til 1823 mg/l) en engin greinileg fylgni var á milli styrks svifaurs og rennslis í Tungufljóti. Kornastærðardreifing svifaurssýnanna var hins vegar breytileg milli sýna frá báðum stöðum. Í Hólmsá jókst skriðausframburður mikið við aukið rennsli, eða frá 42 g/s í lok ágúst og í 6035 g/s í rigningarflóði 5. desember. Yfirleitt barst mestur skriðaur fram í 30 og 35 m frá hægri bakka og var stærstur hluti efnisins grófur sandur og fín mól. Þessar frumniðurstöður gefa ágæta mynd af þeim breytileika sem er í aurburði ána en enn vantar fleiri sýni við breytilegt rennsli áður en hægt er að reikna framburð aurs með vissu.
--

Lykilorð: Hólmsá, Tungufljót, mælikláfur, rennsli, rennslislykill, rennslismælingar, sýnataka, svifaurstyrkur, skriðausframburður, sýnategund, kornastærðarmælingar	ISBN-númer:
	Undirskrift verkefnisstjóra: 
	Yfirfarið af: KE, PI

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR	5
2	MÆLIFERÐIR	7
2.1	Framgangur mælinganna	7
3	RENNSLISMÆLINGAR	8
4	AURBURÐARMÆLINGAR	10
4.1	Tímasetning aurburðarsýna miðað við rennsli	10
4.2	Svifaurssýni	11
4.2.1	Niðurstöður svifaurssýna	11
4.3	Skriðaursmælingar	13
4.3.1	Framburður skriðaur	13
4.3.2	Kornastærð skriðaur	21
4.4	Samanburður svifaur og skriðaur	25
5	SAMANTEKT	27
5.1	Rennslismælingar	27
5.2	Aurburðarmælingar	28
5.2.1	Svifaurssýni	28
5.2.2	Skriðaurssýni	29
5.2.3	Samanburður svifaur- og skriðaurssýna	31
5.3	Framhald rannsókna	31
6	HEIMILDIR	32

MYNDASKRÁ

Mynd 1: Kort af vatnasviðum Hólmsár og Tungufljóts.	6
Mynd 2: Rennslismælingar við Hólmsá, Framgil, frá og með 1999 fram til september 2002, og lykill nr. 8.....	9
Mynd 3: Rennsli Hólmsár reiknað út frá gögnum nýja vatnshæðarmælisins (V468) og tímasetning svifaurssýnatöku og skriðaurssýnatöku.....	10
Mynd 4: Rennsli Tungufljóts við Snæbýli (vhm 142) frá ágúst til október og tímasetning svifaurssýnatöku (opnir hringir).....	11
Mynd 5: Niðurstöður skriðaursmælinga í Hólmsá þann 25. ágúst 2002.	15
Mynd 6: Niðurstöður skriðaursmælinga í Hólmsá þann 23. október 2002.....	16
Mynd 7: Niðurstöður skriðaursmælinga í Hólmsá þann 5. desember 2002.	17

Mynd 8: Niðurstöður skriðaursmælinga í Hólmsá þann 6. desember 2002.	18
Mynd 9: Niðurstöður skriðaursmælinga í Hólmsá þann 12. desember 2002.	19
Mynd 10: Skriðaursframburður við Hólmsá, Framgil, í hverju sýni fyrir sig og flokkaður eftir stöðvum.....	20
Mynd 11: Safntíðnirit kornastærðarmælinga skriðaurssýna úr Hólmsá frá árinu 2002..	23
Mynd 12: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna úr Hólmsá, A) meðalstærð, B) aðgreining og C) skakki.	24
Mynd 13: Hraðasnið við rennslismælingarstað við Framgil, Hólmsá.	25
Mynd 14: Samanburður skriðaur- og svifaursframburðar í sýnatökuferðum í Hólmsá árið 2002.	26
Mynd 15: Tengsl heildarsvifaurstyrks Hólmsársýna frá 2002 við rennsli í mæli V468.	28
Mynd 16: Tengsl heildarsvifaurstyrks Tungufljótssýna frá 2002 við rennsli í mæli V142.....	29
Mynd 17: Tengsl heildarskriðaursframburðar í hverri sýnatökuferð að Hólmsá árið 2002 við meðalrennsli á sýnatökutímanum í mæli V468.	30

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Ferðatilhögun í Hólmsár/Tungufljótsferðum.	7
Tafla 2: Fjöldi og gerð aurburðarsýna sem tekin voru í Hólmsá og Tungufljóti árið 2002.	8
Tafla 3: Rennslismælingar við Hólmsá, Framgil árið 2002, eldri mælir V231.	8
Tafla 4: Rennslismælingar við Hólmsá, Framgil árið 2002, nýr mælir V468.	9
Tafla 5: Kornastærðarflokkar svifaurs.	11
Tafla 6: Niðurstöður kornastærðarmælinga á svifaursýnum úr Hólmsá og Tungufljóti árið 2002.	12
Tafla 7: Staðsetning og fjöldi skriðaurssýna úr Hólmsá árið 2002 ásamt meðalrennsli með staðalfrávikum þegar sýnin voru tekin.....	13
Tafla 8: Heildarframburður skriðauris í sýnatökuferðum að Hólmsá árið 2002.....	20
Tafla 9: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum.....	21
Tafla 10: Samanburður svifaurs- og skriðaursframburðar í sýnatökuferðum í Hólmsá 2002.	25

1 INNGANGUR

Í tengslum við Rammaáætlun um nýtingu vatnsafls og jarðvarma hafa verið settar fram hugmyndir um virkjun Hólmsár í Skaftártungu við Einhyrning með frárennsli í Tungufljót. Forathugun er nú lokið en hún byggðist á þeim upplýsingum sem til voru um svæðið fram til ársins 2002 (Orkustofnun og Almenna Verkfræðistofan hf. 2002).

Hugmyndir um vatnsmagn í Hólmsá byggjast á gögnum Vatnamælinga Orkustofnunar um rennsli við vatnshæðarmæli 231 í Framgili (vhm 231; V231) sem hóf skráningu í september árið 1984. Þau gögn sýna að langtíma meðalrennsli frá 1984 til 2002 var 34,1 m³/s, og þó að rennslið sé nokkuð jafnt innan ársins er það yfirleitt minnst í mars og apríl en mest í snörpum rigningarflóðum sem geta orðið allan ársins hring. T.d. náði rennslið í slíku rigningarflóði þann 1. desember 1995 347 m³/s, en það er mesta rennsli sem mælst hefur í Hólmsá við Framgil. Minnsta mælda rennsli var hins vegar 11,5 m³/s þann 13. apríl 1988. Stíflustæðið sjálft er um 8 km ofan við mælinn og er talið í forathugunarskýrslu að um 10% af vatni sem mælist við vhm 231 komi inn á milli stíflustæðis og mælis (Orkustofnun og Almenna Verkfræðistofan hf. 2002). Engar rennslismælingar eru hins vegar til á stíflustæðinu svo að eftir er að staðfesta þessa tölu, en slíkar mælingar eru ráðgerðar innan skamms.

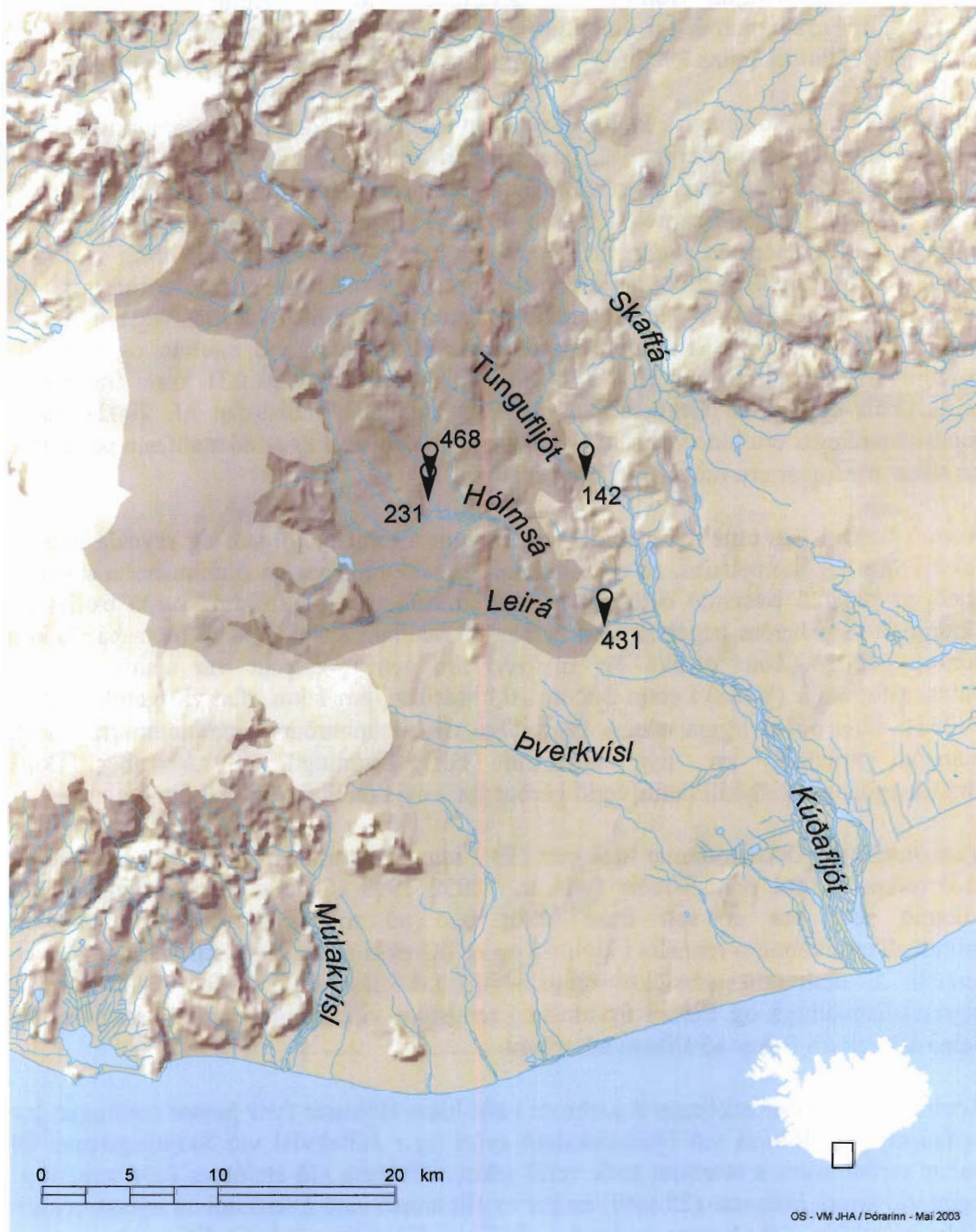
Komið hefur í ljós eftir því sem lykilmælingum á rennsli fjölgaði og reynsla jókst af rekstri vatnshæðarmælisins, að rennslislykill er óstöðugur vegna framburðar á skriðaur. Bæði er ráðandi þversnið óstöðugt af þessum sökum og jafnframt verða truflanir á skráningu vatnshæðar þegar síritinn stíflast af sandburði. Til þess að meta þá skekkju sem þessar aðstæður orsaka og um von um betri aðstæður var settur upp nýr vatnshæðarmælir (V468) í efstu flúðum Hólmsárfoss, um 1 km ofan við gamla mælinn (V231). Eins og er liggja aðeins fyrir gögn til samanburðar á mælunum frá um 13 mánaða tímabili, en nýi mælirinn hóf skráningu í nóvember 2001. Bráðabirgðarennslislykill hefur verið gerður fyrir nýja mælinn og lofar hann góðu.

Vatnamælingar Orkustofnunar hafa gert HBV rennslislíkan fyrir vhm 231 í Hólmsá þar sem reiknaðar eru rennslisraðir fyrir árin 1950–1999 (Gunnar Orri Gröndal 2000). Líkanið sem þar er sett fram hefur það að meginmarkmiði að ná fram grundvallareinkennum rennslis í Hólmsá og er því ekki sérstaklega stílað inn á að meta rennsli á einhverju sérstöku rennslisbili, t.d. lágrennsli. Með öflun frekari lágrennslismælinga og frekari úrvinnslu í tengslum við líkanið væri þó mögulegt að beina athyglinni frekar að slíkum atburðum.

Aðeins voru til tvær mælingar á aurburði í efri hluta Hólmsár fyrir þessar mælingar, þ.e. svifaurssýni í Hólmsá við Fjallabaksleið syðri og í Álfakvísl við Skiptingahaus. Öll önnur svifaurssýni á svæðinu hafa verið tekin í Hólmsá við Hrífunes (236 sýni) og í Leirá við ármót Hólmsár (25 sýni) en þar er allt annað vatn á ferðinni en nýtast myndi í Hólmsárvirkjun. Til að meta aurburð í efri hluta Hólmsár var því talið nauðsynlegt að safna aurburðarsýnum ofar í ánni og var í ágúst 2002 gerður munnlegur samningur á milli Vatnamælinga Orkustofnunar (VM) og RARIK/Landsvirkjunar um mæliferðir inn að Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli.

Slíkar aurburðarmælingar við Framgil voru fyrst mögulegar sumarið 2002 eftir að byggður var kláfur á gamla bátamælingastaðnum, sem liggur um 1 km neðan við vatnshæðarmæli 231, og byrjað var að nota vökvadrifið spil við sýnatökuna.

Í þessari skýrslu er fjallað um þær mælingar sem gerðar voru í þessum mæliferðum og hverjar helstu niðurstöður þeirra voru.



Mynd 1: Kort af vatnasviðum Hólmsár og Tungufljóts. Sýnd er staðsetning vatnshæðarmæla í Hólmsá við Framgil (V231), Hólmsárfoss (V468), Hrífunes (V431) og Tungufljót við Snæbyli (V142). Kortagerð Þórarinn Jóhannsson.

2 MÆLIFERÐIR

Í áætluninni var ferðum inn að Hólmsá og Tungufljóti skipt upp í tvö konar ferðir, annars vegar "hefðbundnar" ferðir og hins vegar "atburðarferðir". Í töflu 1 er tilhögun þessara ferða lýst en tilkoma vökvadrifins spils í tækjaflota VM á síðasta ári gerir söfnun skriðaurssýna mögulega á mörgum rennismælingakláfum.

Tafla 1: *Ferðatilhögun í Hólmsár/Tungufljótsferðum.*

<i>Hefðbundin ferð</i> (1 langur vinnudagur)	<i>Atburðarferð</i> (2 langir vinnudagar + ferðir)
<ul style="list-style-type: none">• 1 rennismæling við Hólmsá• 1 svifaurssýni við Hólmsá við Framgil með vökvadrifnu spili• A.m.k. 25 skriðaurssýni í Hólmsá við Framgil með vökvadrifnu spili, þar af átti að kornastærðargreina fimm þeirra.• 1 svifaurssýni við Tungufljót á brú við Snæbýli	<ul style="list-style-type: none">• 2 rennismælingar við Hólmsá• 2 svifaurssýni við Hólmsá við Framgil með vökvadrifnu spili• A.m.k. 50 skriðaurssýni í Hólmsá við Framgil með vökvadrifnu spili, þar af átti að kornastærðargreina fimm þeirra.• 2 svifaurssýni við Tungufljót á brú við Snæbýli

Með atburðum er átt við snörp rigningarflóð sem þekkt eru í Hólmsá 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. Þessir atburðir eru yfirleitt snarpir og standa oft aðeins 1–2 daga. Til að ná að safna sýnum úr slíkum atburðum þarf því að bregðast skjótt við og vera kominn á staðinn eins fljótt og auðið er. Til þess að betur sé hægt að meta hvort slíkir atburðir séu í uppsiglingu var settur upp sími við nýja vatnshæðarmælinn (V468), en með honum er hægt að ná í gögn og meta vatnshæð án þess að fara á staðinn. Símasamband á staðnum þarf þó að bæta til að síminn komi að fullum notum þar sem samband við hann er nú stopult.

Hefðbundnu ferðirnar átti að fara í tengslum við aðrar ferðir sem farnar voru inn að Skaftá fyrir Landsvirkjun og því reiknast ekki ferðatími með í slíkum ferðum.

2.1 Framgangur mælinganna

Samkvæmt áætlun átti að fara í þrjár hefðbundnar ferðir fram að áramótum 2002–3, og þar af átti að fara í eina þeirra við vetraraðstæður. Auk þess var gefið leyfi fyrir atburðarferð ef aðstæður leyfðu. Tafla 2 sýnir hvernig verkið gekk árið 2002.

Tafla 2: Fjöldi og gerð aurburðarsýna sem tekin voru í Hólmsá og Tungufljóti árið 2002.

Dagssetning	Staður	Fjöldi svifaurssýna	Fjöldi skriðaurssýna	Greind skriðaurssýni	Ath.
25. ágúst	Hólmsá, Framgil	1	20	5	Rennslismæling
23. ágúst	Tungufljót, Snæbýli	1			
5. september	Tungufljót, Snæbýli	1			
23. október	Hólmsá, Framgil	1	30	5	
25. október	Tungufljót, Snæbýli	1			
5.–6. desember	Hólmsá, Framgil	2	61	6	Atburðarferð
4. desember	Tungufljót, Snæbýli	1			
14. desember	Hólmsá, Framgil				Rennslismæling
13. desember	Hólmsá, Framgil	1	29	5	
Alls aurburðarsýni		9	140	21	

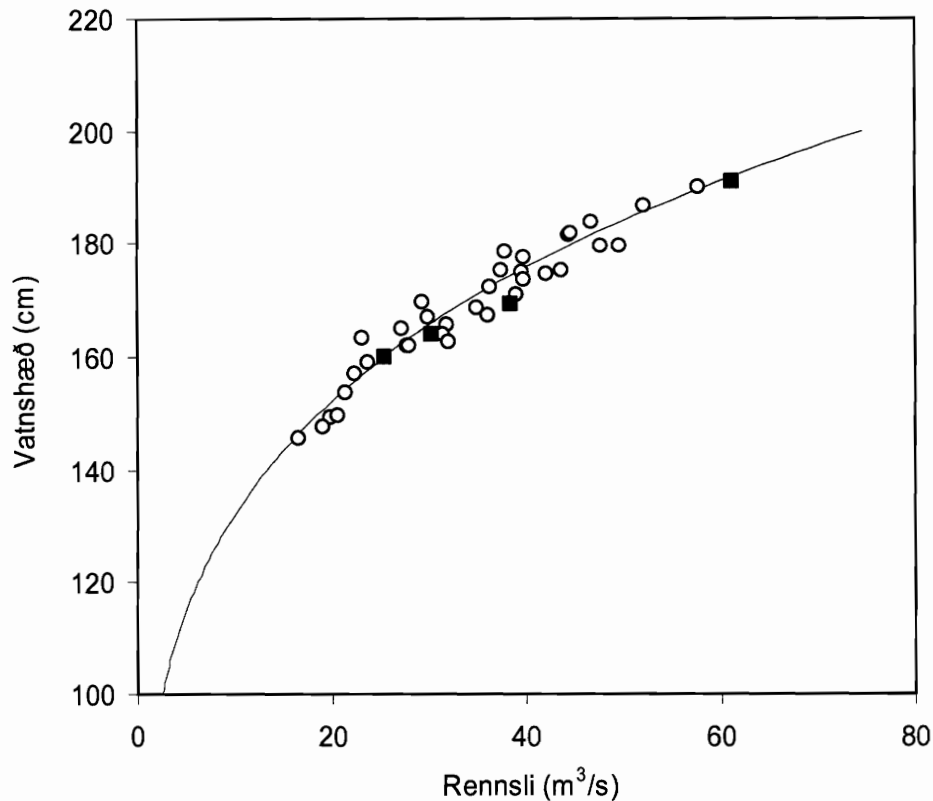
Eins og sjá má er nokkur munur á milli upphaflegu áætlunarinnar og þeirrar sýnatöku og rennslismælinga sem gerðar voru og liggur aðalmunurinn í því að ekki tókst að rennslismæla við Hólmsá í öllum ferðum. Í ferðinni 23. október reyndist of hvasst til þess að rennslismæla og fyrri daginn í atburðarferðinni þann 5.–6. desember var það sama uppi á teningunum. Í lok dagsins (5. des.) slitnaði aurburðarfiskurinn af kláfspilinu og týndist og skemmdist við það vírinn. Daginn eftir, þegar veðrið var gengið niður, var ekki rennslismælt þar sem talið var hugsanlegt að rennslismælirinn færi sömu leið og aurburðarfiskurinn vegna hins skemmda vírs. Eitt svifaurssýni úr Tungufljóti vantar til að fylla áætlunina, en hins vegar voru tekin heldur fleiri skriðaurssýni en sá lágmarkssýnafjöldi sem gefinn var upp í kostnaðaráætlun.

3 RENNSLISMÆLINGAR

Lykill nr. 8 hefur verið í gildi fyrir eldri vatnshæðarmælinn við Framgil frá 1. september 1998 og eru hann sýndur á mynd 2 ásamt öllum rennslismælingum sem gerðar hafa verið frá 1999 og út ágúst 2002. Í töflu 3 eru settar fram þær rennslismælingar sem gerðar voru árið 2002 við Hólmsá, Framgil, auk þess sem sett er fram hundraðshlutfall mælds rennslis – reiknaðs rennslis samkvæmt rennslisskýrslu ársins 2001/2 (Vatnamælingar Orkustofnunar 2003). Þar sem ekki er búið að ná í gögn úr mælinum á þessu vatnsári vantar álestur á vatnshæð fyrir síðustu rennslismælinguna í desember.

Tafla 3: Rennslismælingar við Hólmsá, Framgil (V231) árið 2002.

Staður	Dagssetning og kl.	Vatnshæð (cm)	Mælt rennslí (m ³ /s)	Mælt–reiknað rennslí í %
Hólmsá, Framgil	2002-06-09 20:20	191	61,30	2,9
Hólmsá, Framgil	2002-08-01 13:46	160	25,46	-0,1
Hólmsá, Framgil	2002-08-16 17:10	163,7	30,40	6,8
Hólmsá, Framgil	2002-08-25 22:07	169	38,48	15,9
Hólmsá, Framgil	2002-12-14 09:25	183,4 (skv. lykli)	49,27	–



Mynd 2: Rennslismælingar við Hólmsá, Framgil, frá og með 1999 fram til september 2002, og lykill nr. 8. Rennslismælingar vatnsársins 2001/2 eru sýndar með fylltum ferningum.

Eins og sjá má á mynd 2 liggja þrjár af fjórum rennslismælingum síðasta vatnsárs fyrir neðan lykilinn og er mismunur mælds og reiknaðs rennslis frá $-0,1$ til $15,9\%$ (tafla 3). Eins og getið er í rennslisskýrslu síðasta árs (Vatnamælingar Orkustofnunar 2003) fellur mælingin frá 25. ágúst ágætlega á rennslislykil nr. 5 og mælingin sem gerð var þann 16. ágúst á lykil nr. 7. Þessar niðurstöður endurspeglar flöktið á rennslislyklum sem sést hefur við vhm 231 (eldri mælir) og hefur verið útskýrt með óstöðugu ráðandi þversniði vegna sandframburðar.

Aðeins fjórar rennslismælingar eru til frá síðasta vatnsári sem hægt er að nota til þess að búa til bráðabirgðarennslislykil fyrir nýja mælinn fyrir ofan Hólmsárfoss (V468). Mælingarnar falla ágætlega á einn lykil (tafla 4) og er mismunur mælds og reiknaðs rennslis nokkuð minni en fyrir eldri mælinn, eða frá $-1,7\%$ til $3,3\%$ (tafla 4) (Vatnamælingar Orkustofnunar 2003).

Tafla 4: Rennslismælingar við Hólmsá, Hólmsárfoss, árið 2002, nýr mælir V468. Notaður var bráðabirgðarennslislykill til að reikna út mismun mælds og reiknaðs rennslis.

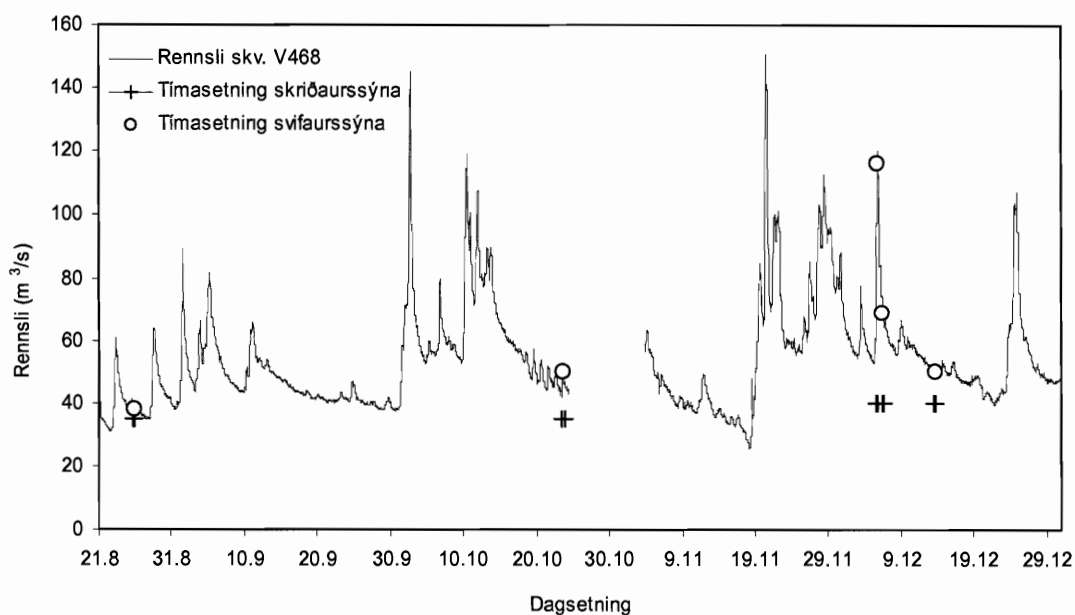
Staður	Dagssetning og kl.	Vatnshæð (cm)	Mælt rennsli (m^3/s)	Mælt-reiknað rennsli í %
Hólmsá, Hólmsárfoss	2002-06-09 20:20	197,3	61,30	0,6
Hólmsá, Hólmsárfoss	2002-08-01 13:46	178,9	25,46	-1,5
Hólmsá, Hólmsárfoss	2002-08-16 17:10	181,9	30,40	-1,7
Hólmsá, Hólmsárfoss	2002-08-25 22:07	185,4	38,48	3,3

Enn vantar mun fleiri rennslismælingar til að meta áreiðanleika bráðabirgðalykilsins, og sérstaklega vantar mælingar á neðri og efsta hluta rennslissviðsins. Nýi síritinn hefur þó strax sýnt að hann er mikilvægur til að meta betur gögn gamla mælisins, en hvort hann verður gerður að aðalmæli verður hins vegar reynslan að leiða í ljós. Í eftirfarandi gögnum er rennsli úr mæli V468 notað þar sem ekki var búið að sækja gögn úr gamla mælinum (V231) fyrir allan tímann sem sýnin voru tekin á.

4 AURBURÐARMÆLINGAR

4.1 Tímasetning aurburðarsýna miðað við rennsli

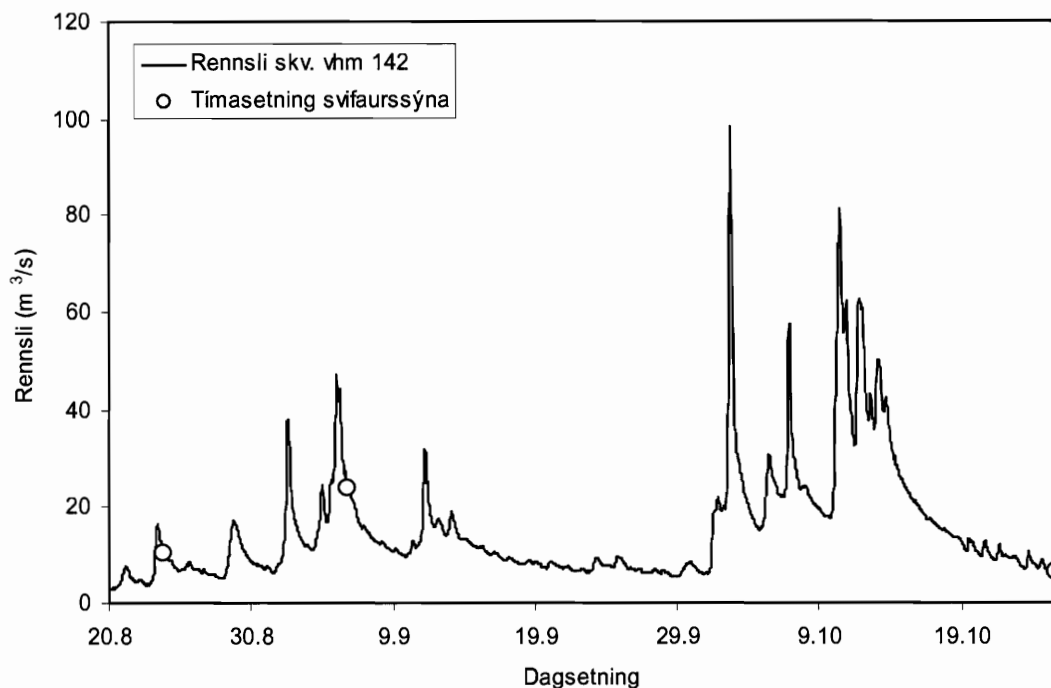
Í ferðum ársins 2002 voru tekin fimm svifaurssýni úr Hólmsá við Framgil, fjögur svifaurssýni við Tungufljót og 140 skriðaurssýni með nýju vökvadrifnu spili af kláfi við Framgil (tafla 2). Rennslið við Framgil var nokkuð breytilegt þegar þessi sýni voru tekin og á mynd 3 sést rennslið þegar farið var í sýnatökufærðirnar. Hafa þarf í huga að rennslið sem gefið er upp er reiknað rennsli út frá nýja síritanum (V468) og bráðabirgðarennslislykli. Þannig getur skekkja á efri og neðri hluta rennslissviðsins verið nokkur.



Mynd 3: Rennsli Hólmsár við Hólmsárfoss reiknað út frá gögnum nýja vatnshæðarmælisins (V468) og tímasetning töku svifaurssýna (opnir hringir) og skriðaurssýna (krossar). Ekki er búið að leiðrétta rennslisgögnin fyrir mögulegum ístruflunum þar sem ekki er um að ræða útgefinn mæli.

Eins og sjá má á mynd 3 náðist aðeins að safna aurburðarsýnum í einu flóði (5.–6. desember) en hin sýnin voru tekin allt að 10 dögum eftir að slíkir atburðir höfðu orðið. Mynd 4 sýnir rennsli við vhm 142 í Tungufljóti og tímasetningu svifaurssýnanna fjögurra. Þar sem síritinn er um 2 km neðan við sýnatökustaðinn, sem er á brú norðaustan við bæinn Snæbýli, er hugsanlegt að einhverjir lækir bætist við á milli þessara staða. Á myndina vantar sýnið frá desember en ekki var búið ganga frá gögnum

úr sírítanum frá þessu vatnsári (2002/3) þegar þessi skýrsla var unnin. Septembersýnið er eina sýnið sem tekið var í lok rigningarflóðs, en ágústskýnið var tekið í lok lítils rigningartopps sem stóð í 1–2 daga.



Mynd 4: Rennsli Tungufljóts við Snæbýli (vhm 142) frá ágúst til október og tímasetning svifaurssýna (opnir hringir).

4.2 Svifaurssýni

Svifaurssýnin níu sem tekin voru í Hólmsá og Tungufljóti á síðasta ári voru kornastærðargreind á aurburðarstofu VM, en auk kornastærðar var mældur heildarstyrkur svifaurs og styrkur uppleystra efna (TDS). Eins og í fyrri svifaurssýnum var fingerðasti 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 5: 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

4.2.1 Niðurstöður svifaurssýna

Niðurstöður mælinga svifaurssýna eru settar fram í töflu 6. Ef fyrst er litið á niðurstöður Hólmsársýnanna sést að gífurlegur munur er á svifaurstyrk í Hólmsá við mismunandi

rennsli eins og við var að búist. Langmestur er styrkurinn í rigningarflóðum eins og því sem sýnin frá 5. og 6. desember voru tekin í. Þannig hafði sýnið frá 5. desember fertugfaldan heildarsvifaurstyrk ágústsýnisins þó að rennslið hafi aðeins verið þrefalt meira. Hins vegar þarf að hafa í huga að sýnin frá 5. og 6. desember voru tekin með handsýnataka af hægri bakka og því hafa þau ekki náð út í strenginn þar sem svifaurstyrkurinn var mestur. Svifaurstyrkur þessara sýna vanmetur því að öllum líkindum hinn raunverulega svifaurstyrk.

Þessi mikla aukning í svifaurstyrk með rennsli sýnir greinilega þörfina á að reyna að vakta slíka atburði og ná í aurburðarsýni og mæla rennsli (ef aðstæður leyfa) í slíkum atburðum.

Tafla 6: Niðurstöður kornastærðarmælinga á svifaurssýnum úr Hólmsá og Tungufljóti árið 2002.

Staður	Dagsetning	Kl.	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (mm) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð ***
						<0,002	0,02- 0,002	0,06- 0,02	0,2- 0,06	>0,2		
Hólmsá, Framgil	2002-08-25	21:28	37*	43	46	4	67	18	5	6	1,2	S1
Hólmsá, Framgil	2002-10-23	16:40	50*	39	186	9	16	22	33	20	1,5	S1
Hólmsá, Framgil	2002-12-05	21:10	116*	30	1823	1	11	32	42	14	1,2	S3
Hólmsá, Framgil	2002-12-06	11:40	69*	39	254	1	12	26	49	12	1,6	S3
Hólmsá, Framgil	2002-12-13	17:15	50*	45	125	0	20	7	31	42	2,3	S1
Tungufljót, Snæbýli	2002-08-23	20:15	10**	9	61	76	16	2	4	2	0,6	S2
Tungufljót, Snæbýli	2002-09-05	18:40	24**	64	64	2	18	11	24	45	0,9	S1
Tungufljót, Snæbýli	2002-10-25	16:10	6**	54	74	26	48	11	9	6	0,8	S1
Tungufljót, Snæbýli	2002-12-04	18:35	–	54	30	11	13	10	28	38	1	S1

* bráðabirgðarennslitölur frá Hólmsárfossi (V466)

** rennsli skv. vhm 142 sem er um 2 km neðan við sýnatökustaðinn

*** sýni merkt S1 og S2 voru tekin með sýnataka á spili, á fleiri en tveimur stöðum (S1) og á einum eða tveimur (S2) stöðum, og sýni merkt S3 voru tekin með handsýnataka

Nokkur munur er á kornastærðardreifingu Hólmsársýnanna fimm. Sýnið sem tekið var í ágúst hefur áberandi meira af mélu (0,02–0,002 mm) og minna af grófmó og sandi (>0,06 mm) en hin sýnin. Kornastærðarskipting sýnanna sem tekin voru í desember flóðinu 5. og 6. desember er mjög lík þrátt fyrir að styrkur fyrra sýnisins sé um sjö sinnum meiri en þess seinna, og er mestur hluti efnisins gróf- og finmór, eða samanlagt um þrjú fjórðu hlutar sýnanna. Hlutfallslega grófast efni mældist hins vegar í sýninu frá 13. desember þar sem yfir 40% af sýninu er sandur. Þetta hlutfallslega grófa efni er eðlilegt miðað við að finefnið sem barst með rigningarflóðinu 12 dögum áður hafi þegar hreinsast að mestu leyti úr farveginum en grófa efnið sé ennþá að flytjast niður eftir ánni.

Þegar niðurstöður Tungufljótssýnanna eru skoðaðar sést í fyrsta lagi að svifaurstyrkur þeirra er mun lægri en flestra Hólmsársýnanna, eða 30–74 mg/l. Þetta samræmist vel minna rennsli í Tungufljóti en Hólmsá þó að enn vanti rennslitölu fyrir desembersýnið sem tekið var í Tungufljóti. Að auki er hluti Hólmsár jökulvatn sem eykur svifaurframborðið mikið. Kornastærð sýnanna úr Tungufljóti er mjög misjöfn en helst eru sýnin frá september og desember lík. Áberandi er hversu mikið finefni er í sýninu frá ágúst (76% leir >0,002 mm) og lágur styrkur uppleystra efna (TDS) (9 mg/l). Verður að teljast mögulegt að skekkja hafi verið í vigtun á uppleystum hluta sýnisins, en slík

skekkja eykur hlutfall fínefnis í mælingunni. Hærra hlutfall fínefna en grófefna í sýni frá 25. október miðað við sömu hlutföll í septembersýni er auðskýrt með lægra rennsli í október.

4.3 Skriðaursmælingar

Alls voru tekin 140 skriðaurssýni af kláfnum við Hólmsá með vökvadrifnu spili. Af þessum sýnum var síðan 21 sýni kornastærðagreint á aurburðarstofu VM. Skriðaurssýnin voru tekin með um 48 kg þungum Helley-Smith skriðaurssýnataka með 7,6 cm inntaksopi í sex lotum frá ágúst til desember 2002 (tafla 7). Sýnin voru tekin þannig að sýnatakinn var látinn síga niður á botn árinna á nokkrum stöðum á þversniðinu (tafla 7) og látinn sitja þar í ákveðinn tíma. Merkingar á stöðvunum eru miðaðar við að 0 m séu við hægri bakka árinna. Reynt var að hafa þennan tíma sem líkastan í hverri ferð, en vegna rennslismunar milli ferða og misjafns botnskriðs í þversniðinu reyndist erfitt að hafa tímann alltaf eins. Þannig var tíminn hafður 600 sek. í fyrstu tveimur ferðunum, frá 60–600 sek. þann 5. desember, yfirleitt 120 sek. þann 6. desember og 180 sek. þann 13. desember.

Tafla 7: Staðsetning og fjöldi skriðaurssýna úr Hólmsá árið 2002 ásamt meðalrennsli með staðalfrávikum þegar sýnin voru tekin. Meðalrennslið er reiknað út frá vatnshæðargögnum frá nýja síritanum (V468) og bráðabirgðarennslislykli.

Dagsetning	Stöðvar (m)	Fjöldi sýna	Meðalrennsli (+/- staðalfrávik) (m ³ /s)
2002-08-25	20, 25, 30, 35, 40	20	39,28 (+/-0,83)
2002-10-23	10, 20, 25, 30, 35, 40, 45	30	47,22 (+/-1,82)
2002-12-05	10, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	27	95,90 (+/-16,75)
2002-12-06	10, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	34	68,54 (+/-2,01)
2002-12-13	10, 20, 25, 30, 35, 40, 45	29	50,55 (+/-0,31)

Eins og sést bæði á mynd 3 og í töflu 7 var meðalrennslið nokkuð mismunandi milli sýnatökuferða, eða frá tæpum 30 m³/s og upp í rúma 95 m³/s. Lítil breytileiki var á rennsli Hólmsár innan sýnatökutímans alla daga nema 5. desember þegar rennslið jókst hratt innan sýnatökunnar frá um 68 til 116 m³/s. Undir venjulegum kringumstæðum hefði rennslinu verið skipt upp í a.m.k. tvö rennslisbil og skriðaurframburður fundinn fyrir hvort þeirra, en í þetta skiptið voru ekki tekin nægilega mörg skriðaurssýni til að það væri mögulegt.

Hér á eftir verða skoðaðar niðurstöður útreiknaðs skriðaurframburðar og niðurstöður kornastærðarmælinga.

4.3.1 Framburður skriðaur

Skriðaurframburður var reiknaður á sambærilegan hátt og hefur verið gert fyrir Þjórsá, Skaftá og Jökulsá á Fjöllum (Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2001, 2002; Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorlákssdóttir 2002a, 2002b). Eins og þar var heildarframburður skriðaur 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).

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

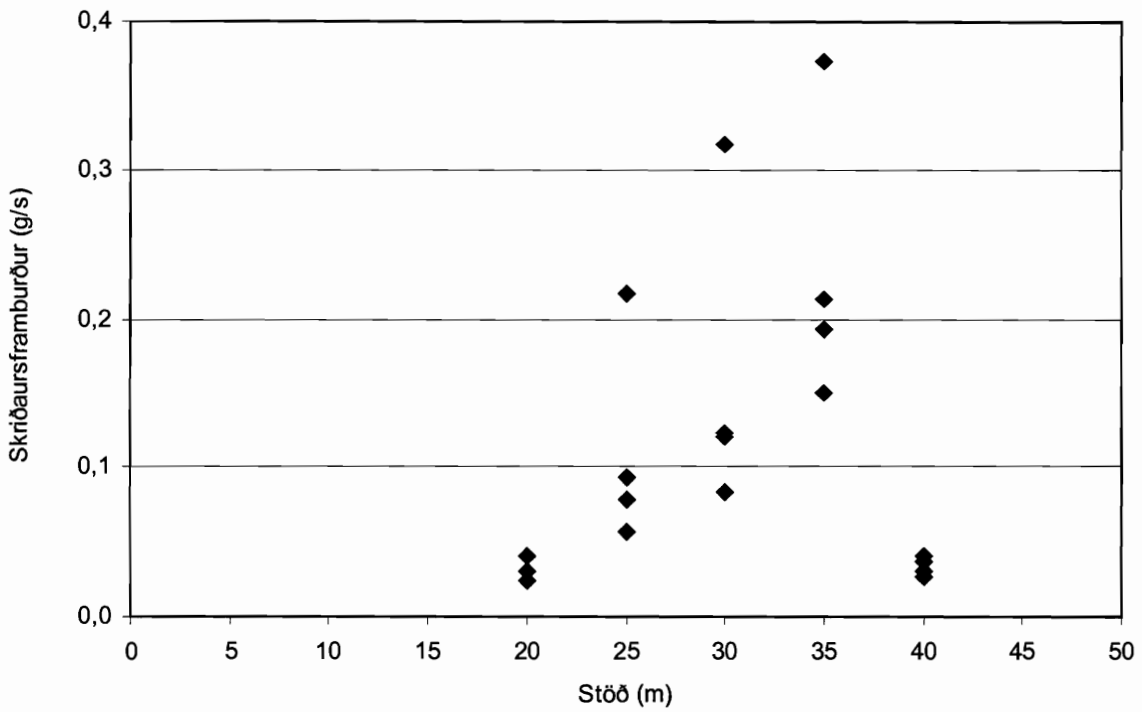
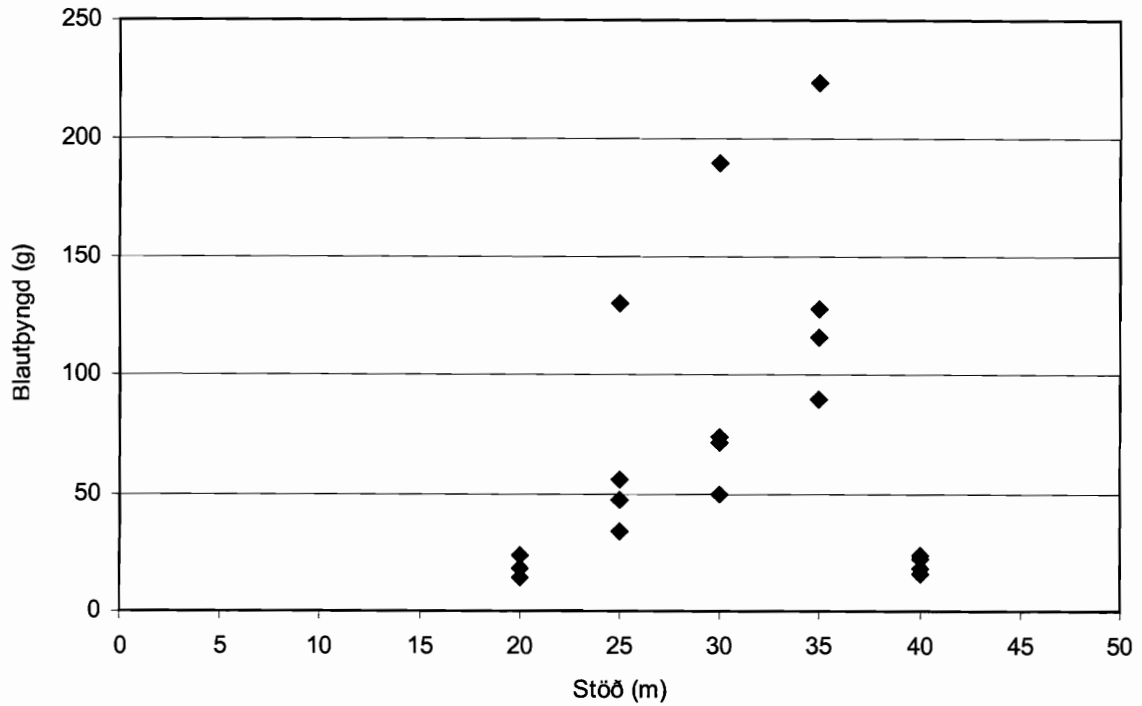
$$\text{Framburður á milli sýnatökustaða: } \psi = q_{bj} \cdot L_j$$

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

Gögnin eru sett fram á sama hátt fyrir allar ferðirnar, ein heildarmynd fyrir hverja sýnatöku (myndir 5–9) þar sem fyrst er þyngd allra sýnanna sýnd í g og þá í g/s þar sem búið er að deila með tímanum sem sýnatakinn safnaði í sig skriðurnum við botninn. Bæði gröfin eru sýnd þar sem sýnatakinn var ekki alltaf jafn lengi niðri á botni. Á þessum heildarmyndum er einnig sett fram tafla með meðaltalstölum skriðausframburðar fyrir hverja breidd fyrir sig og heildarskriðausframburð yfir sýnatökuna á hverjum degi, eins og hún er reiknuð fyrir þversniðið.

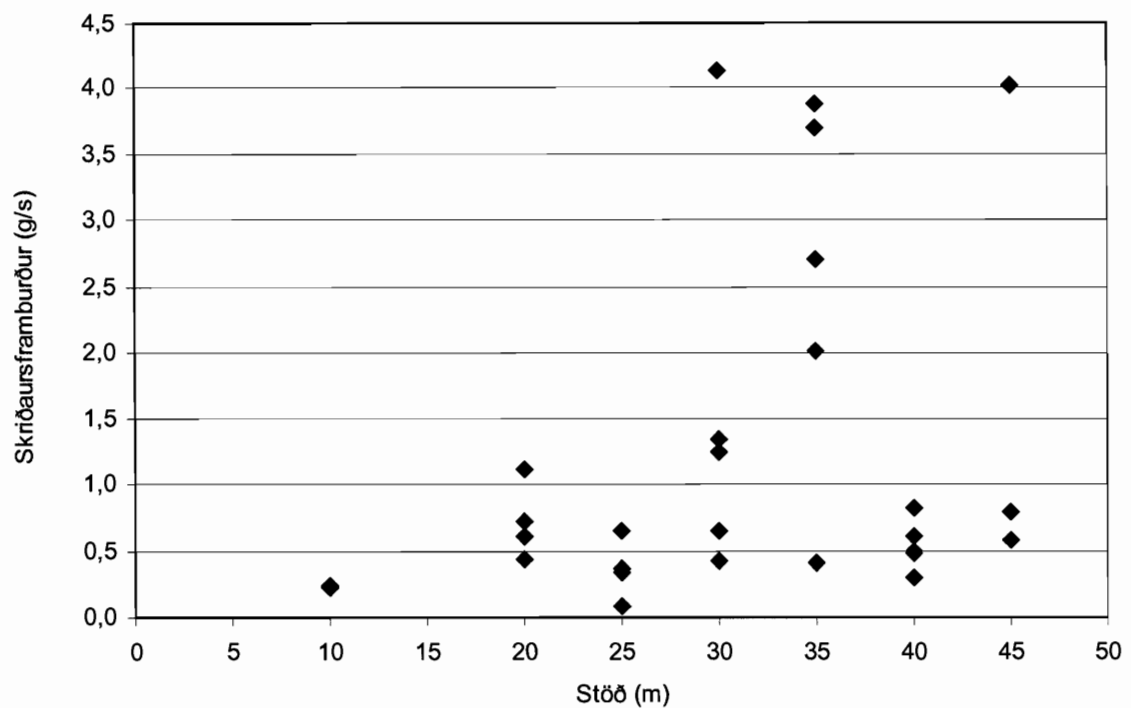
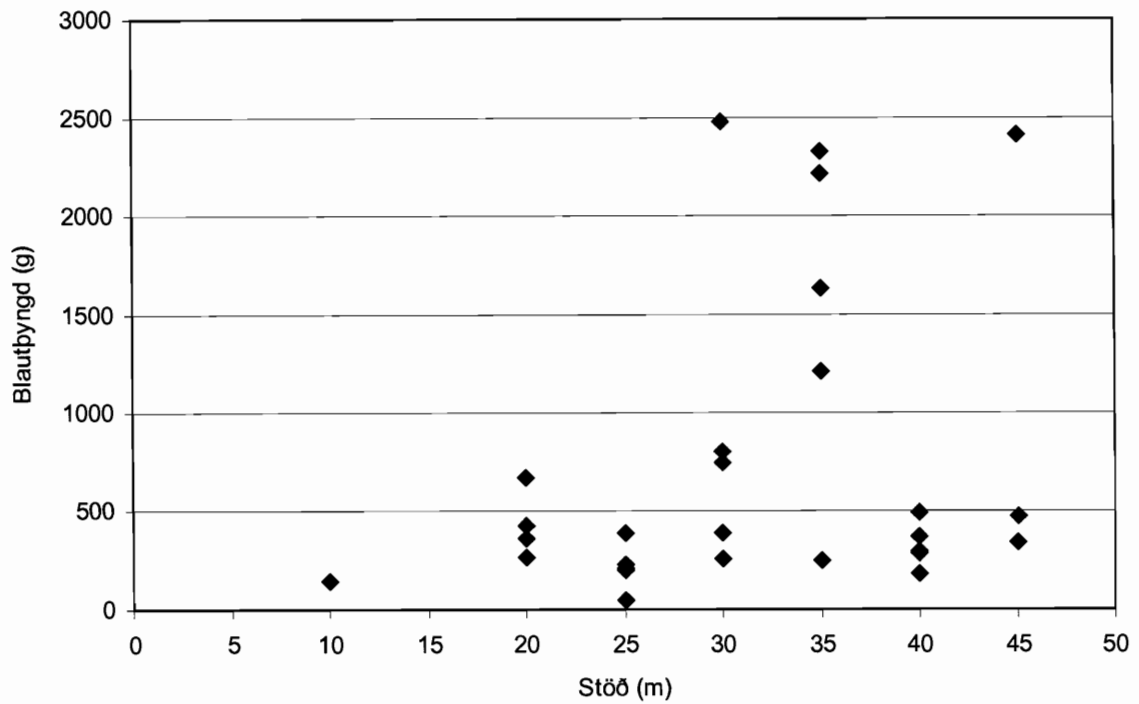
Þegar myndir 5 til 9 eru bornar saman kemur í ljós gífurlegur munur á milli sýnatökudaganna, en niðurstöðurnar eru einnig settar fram í töflu 10. Í fyrstu ferðinni þann 25. ágúst (mynd 5) var nær ekkert botnskrið og framburður heildarskriðaus gegnum þversniðið aðeins 42 g/s. Passar það ágætlega við athugasemdir mælingamanna sem töldu að sýnin sem þeir söfnuðu innihéldu aðallega lífrænt slý, pöddur og orma, ásamt örlitlu af eðlisléttum vikri. Töluvert meira efni var á ferðinni í október þegar heildarframburður skriðaus mældist vera 546 g/s (mynd 6, tafla 8). Mest af skriðurnum barst þá fram á 35 m, en einnig töluvert á 30 og 45 m þó að eitt sýni frá hvorum stað hafi hækkað meðaltal þessara breidda mikið.

Í rigningarflóðinu þann 5. desember var rennslið mun meira en í fyrri ferðum og heildarframburður skriðaus um 150-falt magn þess skriðaus sem barst fram í ágústferðinni, eða 6035 g/s (mynd 7, tafla 8). Um 2/3 hlutar þessa skriðaus bárust fram á 30, 35 og 40 m, en mun minna á 10, 20, 45 og 50 m.



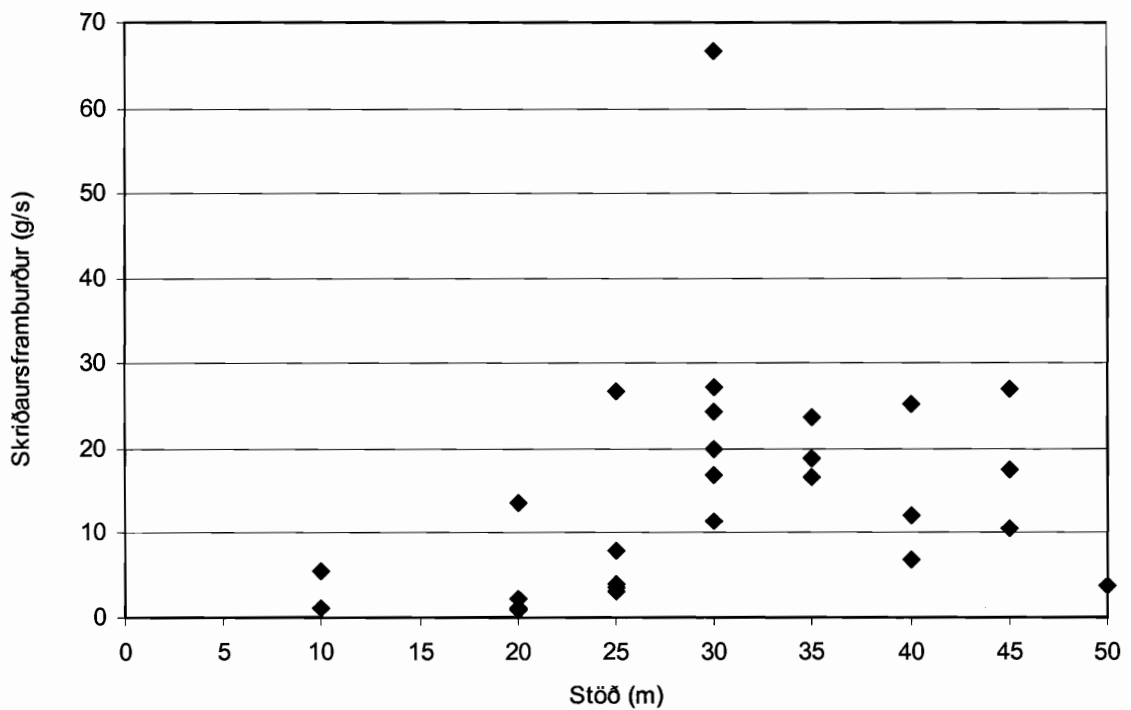
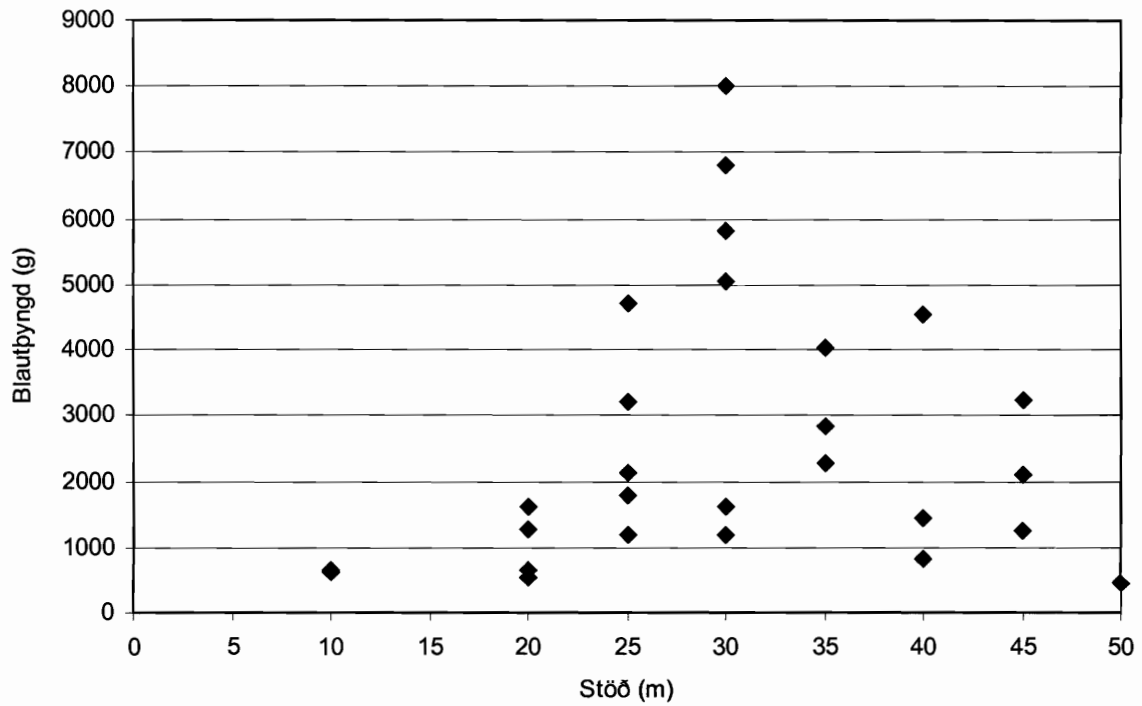
2002-08-25	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	Meðal Q= 39,3 m³/s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	13	5	5	5	8	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	0	1	2	3	0	
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	5	7	11	15	3	ALLS 42 g/s

Mynd 5: Niðurstöður skriðausmælinga í Hólmsá þann 25. ágúst 2002.



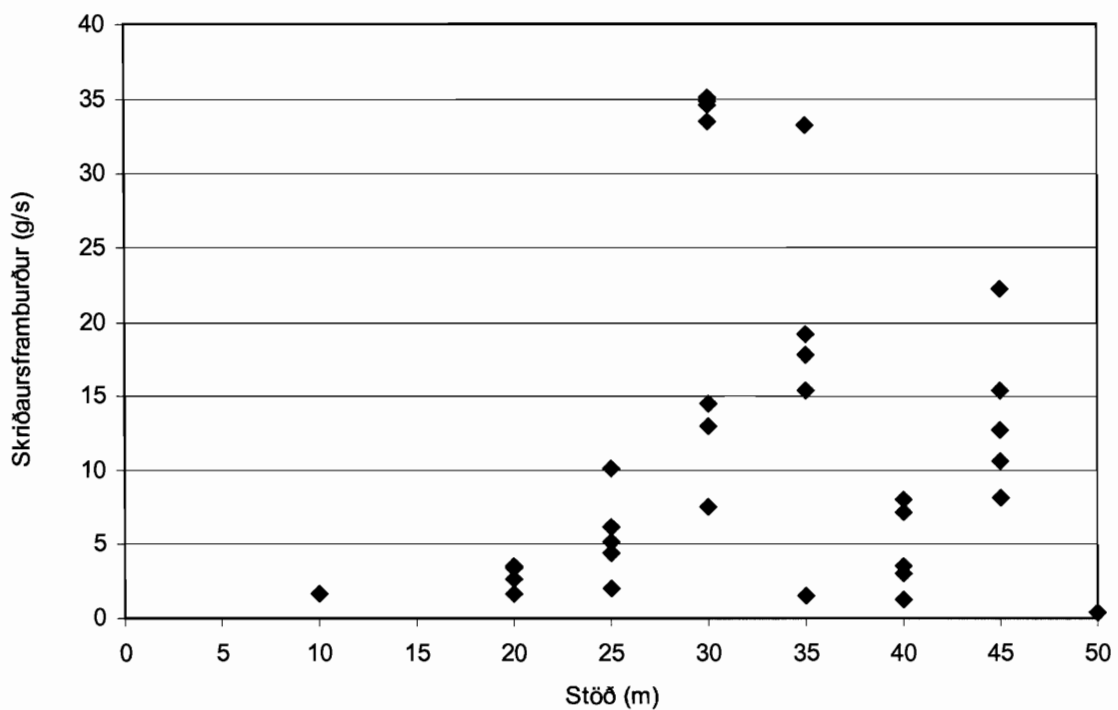
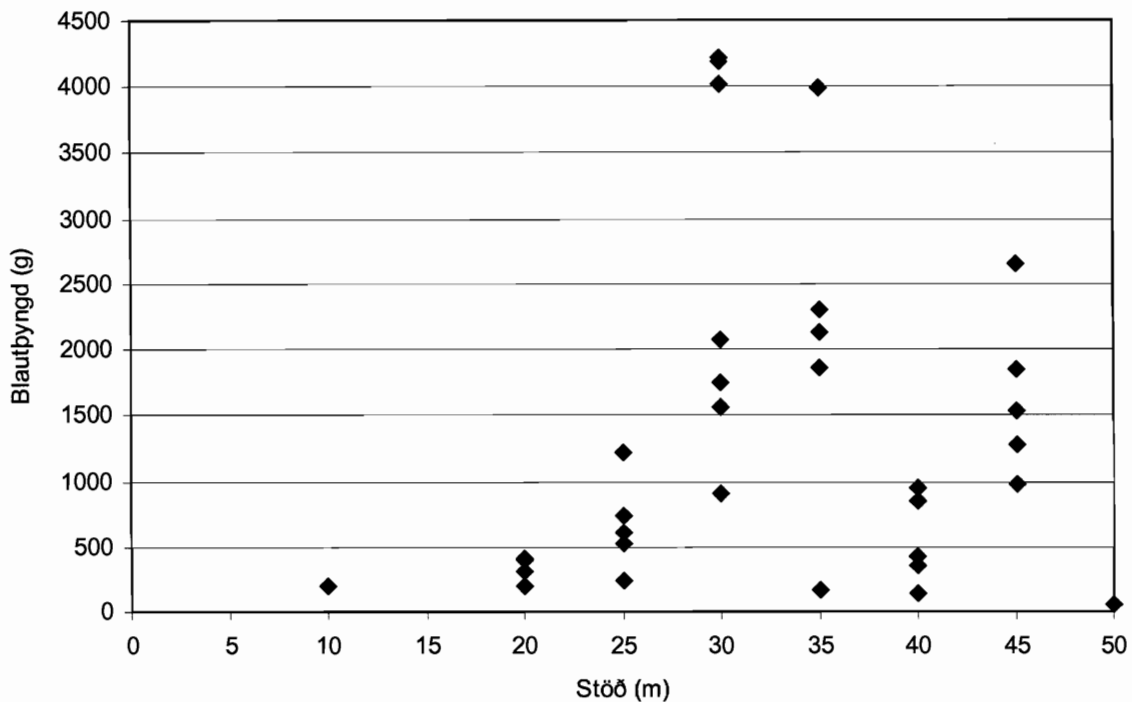
2002-10-23	10 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	Meðal Q= 68,5 m³/s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	7,5	5	5	5	5	5	47.2
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	3	9	5	20	33	7	24	
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	31	71	23	102	167	35	118	ALLS 546 g/s

Mynd 6: Niðurstöður skriðausmælinga í Hólmsá þann 23. október 2002.



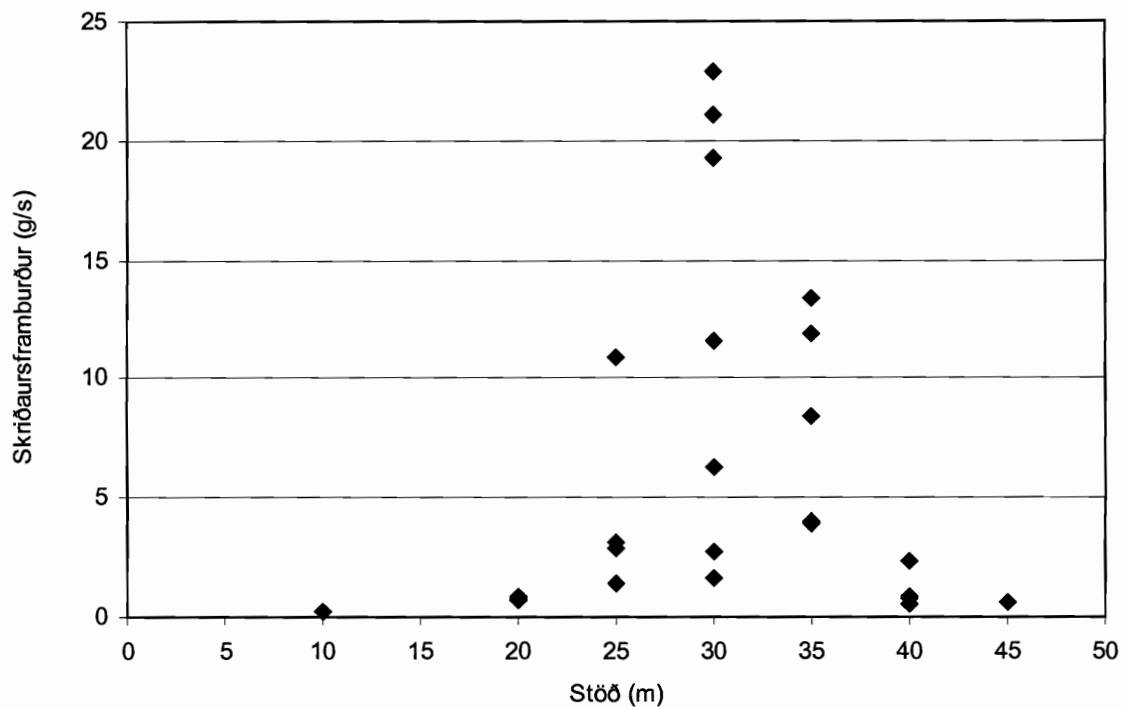
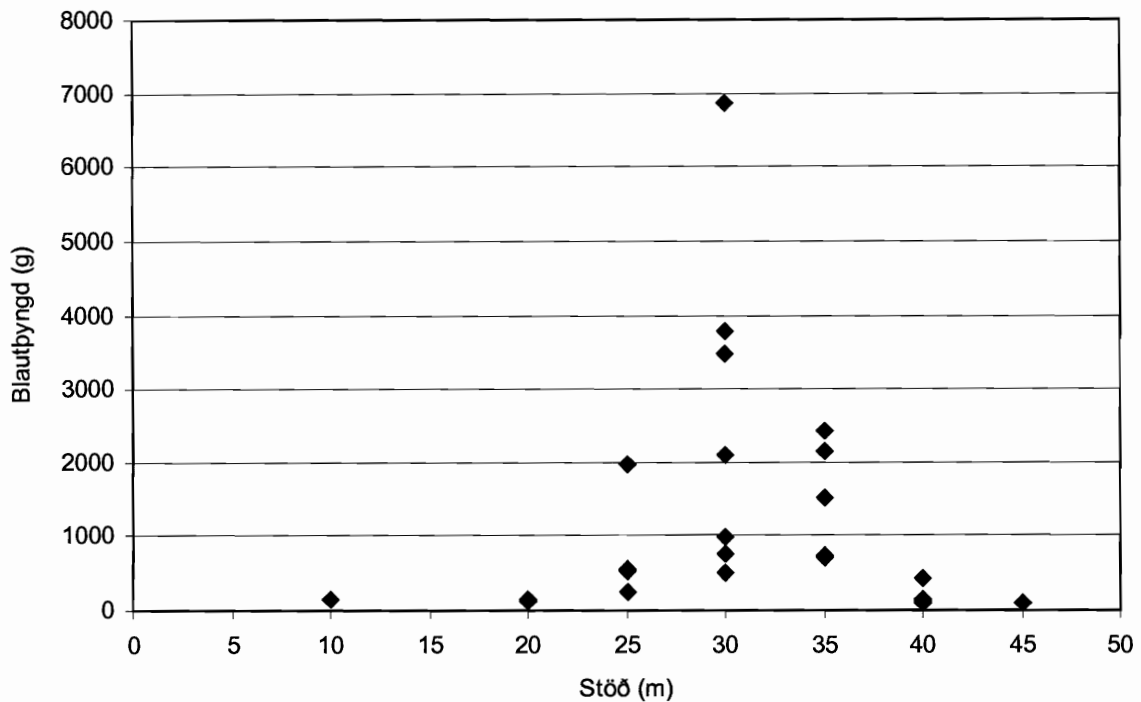
2002-12-05	10 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m	Meðal Q= 95,9 m³/s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	8	5	5	5	5	5	4	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	42	56	139	407	254	172	33	49	
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	425	418	695	2034	1270	858	166	170	ALLS 6035 g/s

Mynd 7: Niðurstöður skriðausmælinga í Hólmsá þann 5. desember 2002.



2002-12-06	10 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m	Meðal Q= 68,5 m³/s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	8	5	5	5	5	5	4	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	22	36	73	325	229	60	182	5	
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	217	269	365	1623	1143	300	908	19	ALLS 4844 g/s

Mynd 8: Niðurstöður skriðausmælinga í Hólmsá þann 6. desember 2002.



2002-12-13	10 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	Meðal Q= 50,5 m³/s
Fjarlægð milli miðjupunkta stöðva (m)	10	7,5	5	5	5	5	5	
Meðalskriðausframburður á hverri stöð (g/s/m)	3	10	56	160	109	14	8	
Heildarskriðausframburður á milli miðjupunkta stöðva (g/s)	31	76	282	802	547	70	41	ALLS 1849 g/s

Mynd 9: Niðurstöður skriðausmælinga í Hólmsá þann 12. desember 2002.

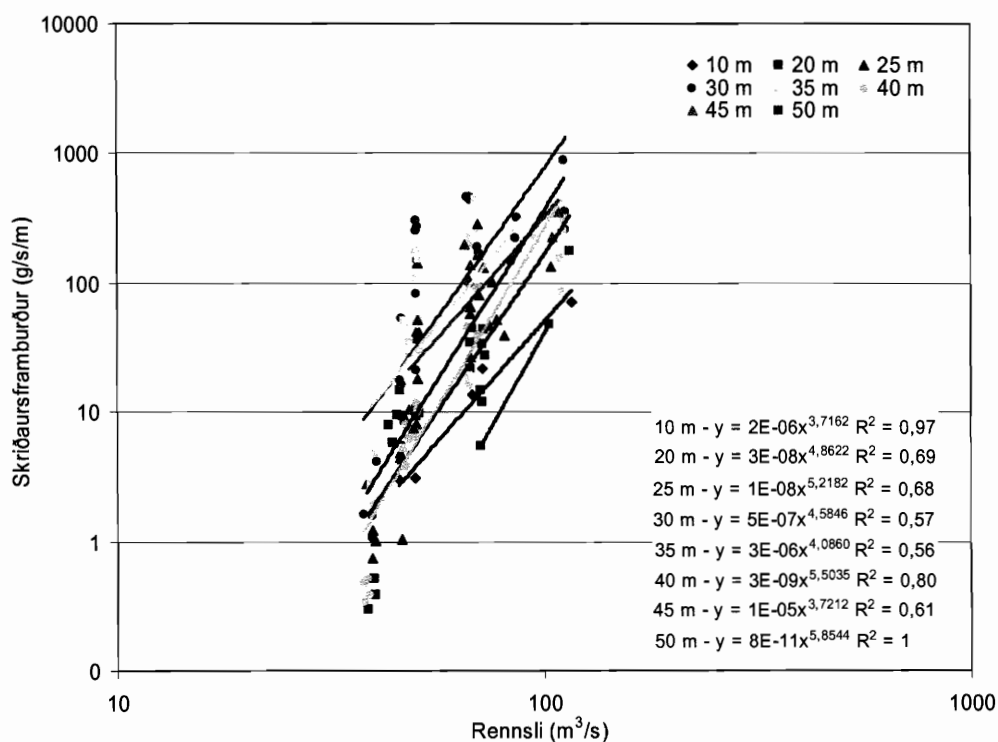
Daginn eftir hafði rennslið minnkað töluvert og var heildarframburður skriðaus kominn niður í 4844 g/s (mynd 8, tafla 8). Sömuleiðis hafði framburður skriðaus færst til innan farvegsins, var enn mestur á 30 og 35 m, en hafði hlutfallslega minnkað á 40 m og í staðinn aukist á 45 m.

Tafla 8: Heildarframburður skriðaus í sýnatökuferðum að Hólmsá árið 2002.

Dagssetning	Meðalrennsli (m ³ /s)	Heildarskriðausframburður (g/s)
2002-08-25	39,3	42
2002-10-23	68,5 47,2	546
2002-12-05	95,9	6035
2002-12-06	68,5	4844
2002-12-13	50,5	1849

Í síðustu aurburðarferðinni sem farið var í þann 13. desember var heildarframburður skriðaus enn nokkuð hár eða 1849 g/s (mynd 9, tafla 8). Þennan dag var mestur framburður á 30 og 35 m eins og fyrr, en einnig barst mikið fram á 25 m. Líklega hefur enn verið töluvert af grófum aur í farveginum eftir rigningarflóðið rúmri viku áður og aurinn enn verið að berast niður eftir farveginum.

Á mynd 10 er skriðausframburður hvers sýnis fyrir sig (grömm/sekúndur við botn/þvermál sýnaops (g/s/m)) borinn saman við rennsli á þeim tíma sem sýnið var tekið og hann flokkaður eftir stöðvum. Þegar svona er litið á niðurstöðurnar sést greinileg aukning skriðausframburðar með rennsli fyrir hverja stöð fyrir sig og hafa flestar leitnilínur R² frá 0,56 til 0,80). Leitnilínur á 10 og 50 m hafa hærra R² enda byggja þær á mun færri sýnum.



Mynd 10: Skriðausframburður við Hólmsá, Framgil, í hverju sýni fyrir sig og flokkaður eftir stöðvum.

Hér sést líka ágætlega hversu mikil dreifing er á sýnunum þó að greinilegt sé að mestur skriðaur flyst fram á 30 og 35 m og minnstur á 10 og 50 m (ath. að aðeins voru tekin fá sýni á þessum síðarnefndu stöðum). Leitnilínan fyrir 45 m er að öllum líkindum frekar há miðað við aðrar leitnilínur þar sem sýnin sem hún byggir á voru öll tekin við tiltölulega mikinn framburð.

Þó að talsvert af gögnum um skriðursframburð hafi safnast á síðasta ári frá Hólmsá við Framgil vantar enn mikið af gögnum til þess að meta heildarframburð og búa til skriðurslykla. Enn vantar gögn af öllu rennslisbilinu en sérstaklega þarf að skoða nánar flóðaatburði eins og þann sem átti sér stað í byrjun desember 2002 en greinilegt er að í þeim berst fram langstærstur hluti skriðursins.

4.3.2 Kornastærð skriðurs

Skriðaurssýnin 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 ϕ (phi). Til þess að einfalda tölfræðilega útreikninga á kornastærð skriðursins var ϕ -kvarðinn notaður, en ϕ -gildi eru reiknuð á eftirfarandi hátt:

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

þar sem d er þvermál korna í mm.

Tafla 9 sýnir samanburð á stærðum í mm og stærðum í ϕ .

Tafla 9: Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum.

mm	phi (ϕ)	mm	phi (ϕ)
64,0	-6,0	1,40	-0,5
44,8	-5,5	1,00	0,0
32,0	-5,0	0,70	0,5
22,4	-4,5	0,50	1,0
16,0	-4,0	0,350	1,5
11,2	-3,5	0,250	2,0
8,00	-3,0	0,177	2,5
5,60	-2,5	0,125	3,0
4,00	-2,0	0,088	3,5
2,80	-1,5	0,063	4,0
2,00	-1,0	<0,063	þanna

Kornastærðarþættir eins og meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) voru síðan reiknaðir með afleiðuaðferð (moment statistics) (t.d. Boggs 1995) á eftirfarandi hátt:

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

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

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

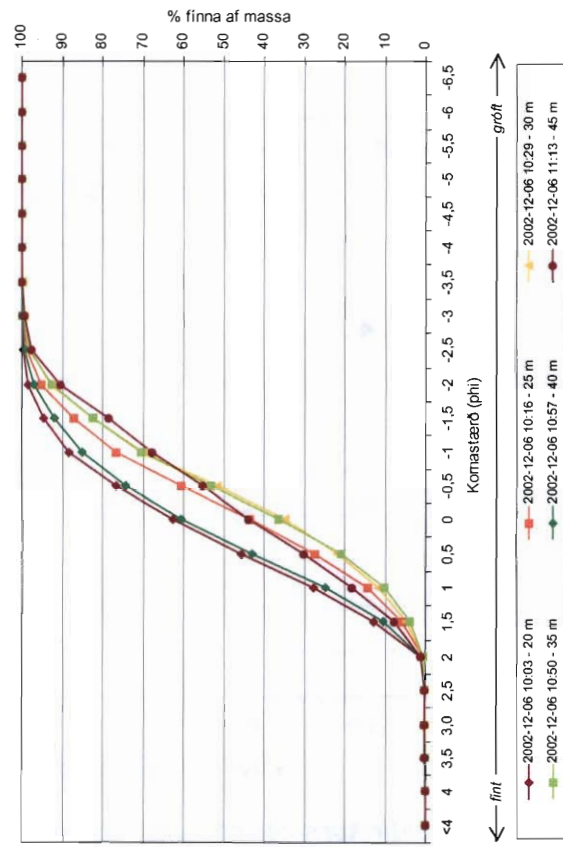
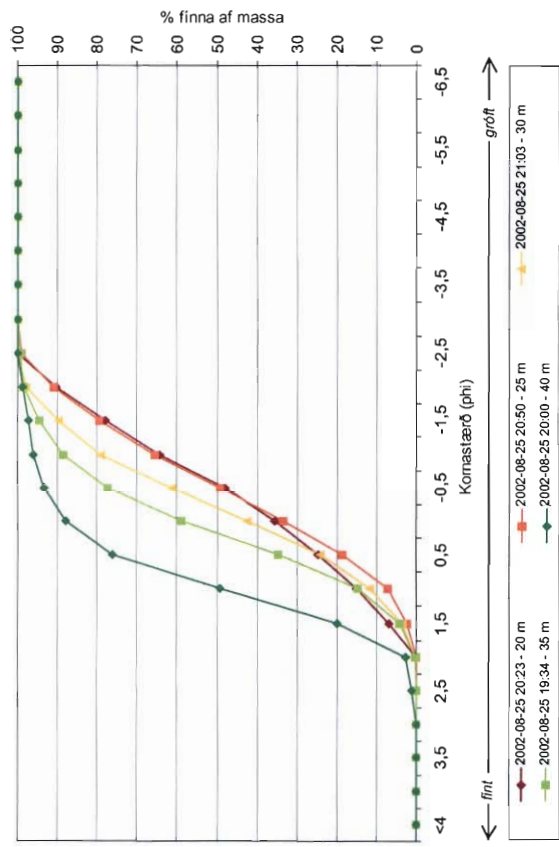
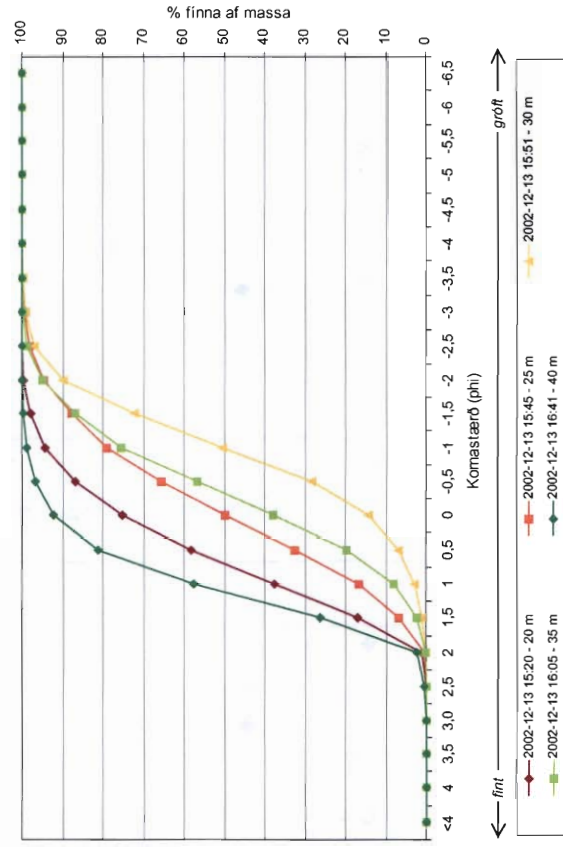
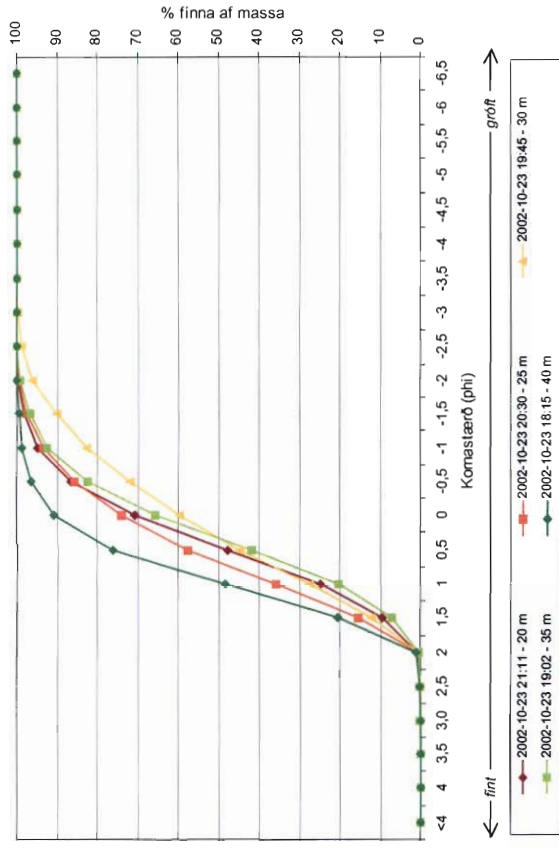
þar sem f táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Afleiddir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm og því var efni sem kom í þönnu við sigtun sleppt. Í öllum tilfellum var þetta efni 0,1% af heildarþunga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

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.

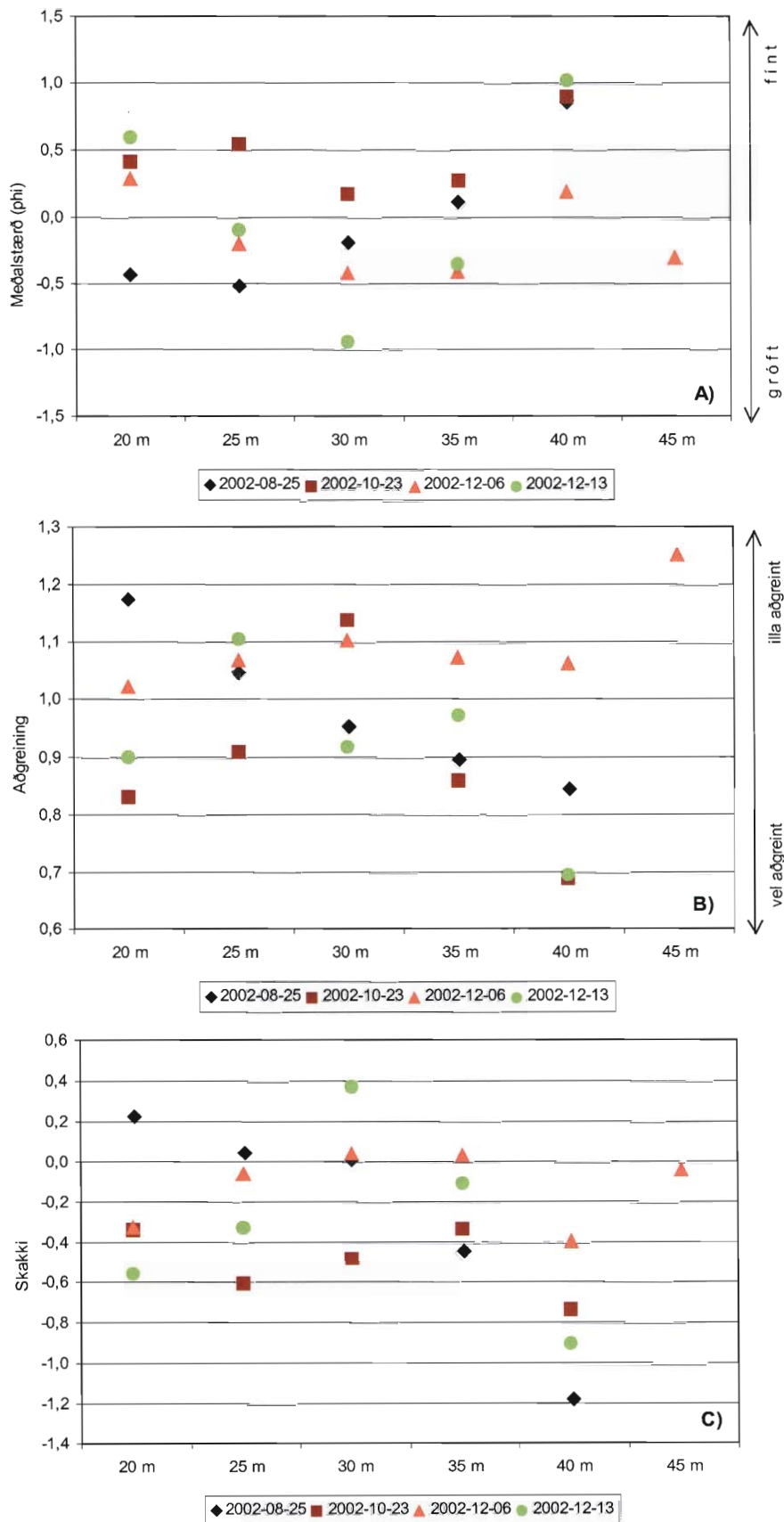
Á mynd 11 eru sett fram kornastærðarlínurit allra sýnanna og sést að stærstur hluti sýnanna hefur kornastærð frá um 1,5 til -1,0 ϕ , þ.e. frá sandi (0,7 mm) og upp í mjög fína möl (2,8 mm). Breytileiki sýnanna sést betur á mynd 12 sem sýnir tölfræðilega útreikninga á sýnunum, s.s. meðalstærð, aðgreiningu og skakka. Á henni sést að greinilegur mismunur er á meðalstærð sýna á milli sýnatökustaða (20–45 m) og á milli ferða. Einna fingerðust eru sýnin sem tekin voru í októberferðinni og eru þau einnig best aðgreind og hafa frekar neikvæðan skakka, þ.e. hafa hala af tiltölulega grófu efni. Sýnin sem tekin voru í flóðaferðinni þann 6. desember eru hins vegar töluvert grófari, hafa verri aðgreiningu og eru, fyrir utan sýnin sem tekin voru á 20 og 45 m, nokkurn veginn samhverf (skakki í kringum 0).

Töluverð breyting er á milli sýnatökustaða í hverri ferð en ekki virðist sá breytileiki endilega halda sér á milli ferða. Helst má segja að sýnin sem tekin voru á 40 m séu yfirleitt fingerðari en önnur sýni og að mörg þeirra séu líka vel aðgreind.

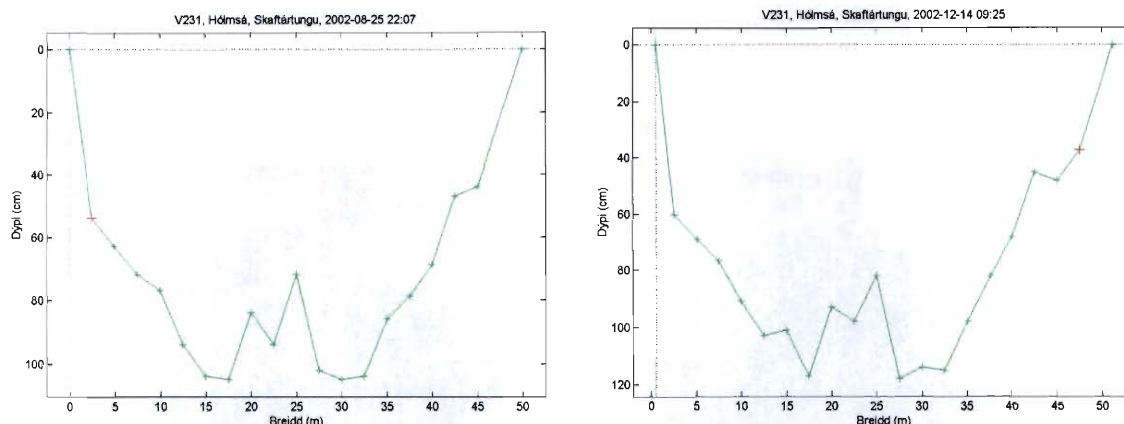
Hægt er að bera niðurstöðurnar saman við straumhraða sem mældur var í rennslismælingunum sem gerðar voru 25. ágúst og 14. desember og sýndur er á mynd 13. Í báðum þessum rennslismælingum var mestur hraði annars vegar í kringum 15 m og hins vegar í kringum 30 m (rennslismælingabreiddir eru þær sömu og skriðaurssýnin voru tekin á). Þetta útskýrir að einhverju leyti minni kornastærð í 40 m en samkvæmt þessum rennslismælingum er rennslishraðinn þar töluvert lægri en á öðrum sýnatökustöðum.



Mynd 11: Safnið nirit kornastærðarmælinga skriðaurssýna úr Hólmsá frá árinu 2002.



Mynd 12: Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna úr Hólmsá, A) meðalstærð, B) aðgreining og C) skakki.



Mynd 13: Hraðasnið við rennslismælingarstað við Framgil, Hólmsá. Til vinstri er hraðasnið samkvæmt rennslismælingu frá 25. ágúst og til hægri samkvæmt rennslismælingu þann 14. desember 2002.

4.4 Samanburður svifaurs og skriðaura

Svifaursýni voru tekin samhliða skriðaurssýnatöku í Hólmsá eins og sjá má í töflu 10. Borinn var saman framburður reiknaður annars vegar fyrir svifaursýni og hins vegar fyrir meðaltal allra skriðaurssýna sem tekin voru á hverjum sýnatökudegi. Hlutfall af heildarframburði var síðan reiknað fyrir svifaursframburð annars vegar og skriðaurframburð hins vegar (tafla 10, mynd 14):

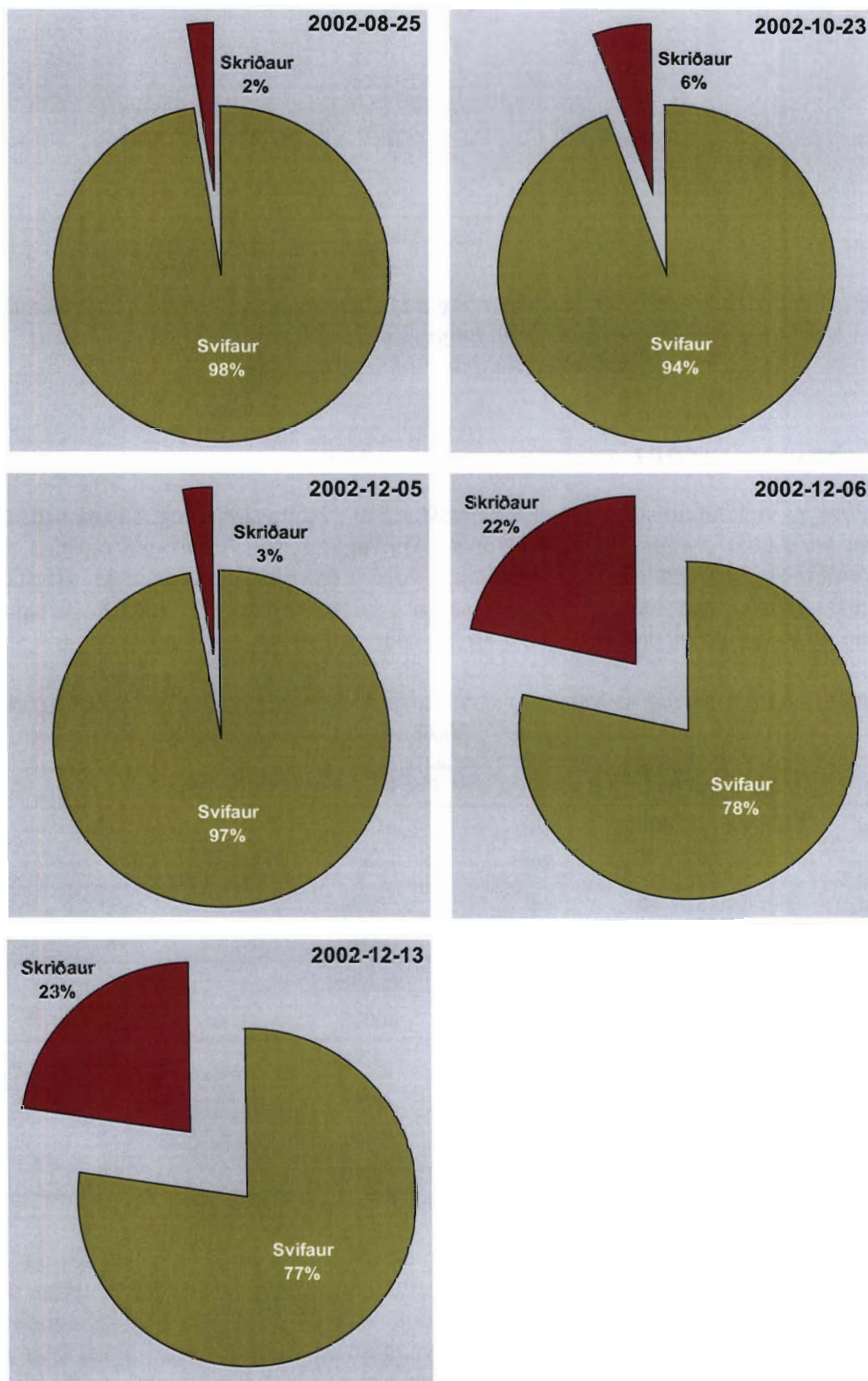
Tafla 10: Samanburður svifaurs- og skriðaurframburðar í sýnatökuförðum í Hólmsá 2002.

	Sýnatökutími	Rennsli (m ³ /s)	Framburður (g/s)	Hlutfall af heildarframburði (%)
Svifaur	2002-08-25 21:28	38	1730	98
Skriðaur	17:00-21:25	39*	42	2
Svifaur	2002-10-23 16:40	50	9300	94
Skriðaur	12:00-21:23	47	546	6
Svifaur	2002-12-05 21:10	116	211.468	97
Skriðaur	13:47-19:26	96	6035	3
Svifaur	2002-12-06 11:40	69	17.526	78
Skriðaur	9:57-15:39	69	4844	22
Svifaur	2002-12-13 17:15	50	6250	77
Skriðaur	14:25-18:46	51	1849	23

* meðalrennsli á sýnatökutímanum

Mikill munur er á milli ferða hversu stór hluti skriðaur er af heildaraur. Í ágúst og þann 5. desember var skriðaur aðeins 2 til 3% af heildaraur, í október um 6%, en þann 6. og 13. desember var hlutfall skriðaura mun hærra, eða 22–23%. Hlutfallslega meira af skriðaur er á ferðinni í farveginum í vetrarsýnunum en sumarsýninu í ágúst fyrir utan háflóðasýnið frá 5. desember. Strax næsta dag þegar flóðið var í rénum hafði hlutfall skriðaura hins vegar hækkað mikið eða um 19%. Ástæðan fyrir hlutfallslega lægra skriðaurshlutfalli þann 5. desember en 6. og 13. desember gæti verið mikill flutningur

finefna nálægt hámarki flóðsins sem hefur þegar skolast að miklu leyti úr farveginum daginn eftir þegar grófa efnið (skriðaurinn) var enn að ferðast niður eftir farveginum.



Mynd 14: Samanburður skriðaur- og svifaursframburðar í sýnatökuferðum í Hólmsá árið 2002.

5 SAMANTEKT

Í heild gengu mælingarnar við Hólmsá vel þrátt fyrir smávægileg vandræði sem t.d. ollu því að ekki var hægt að rennslismæla í öllum ferðum. Einn svifaurssýnataki týndist í mælingunum þar sem vírinn í svifaurssýnatakann slitnaði nálægt hámarki flóðsins í byrjun desember og er hann enn ófundinn. Hér á eftir fer samantekt á þeim niðurstöðum sem kynntar voru hér að framan.

5.1 Rennslismælingar

Í síðustu rennsliskýrslum Vatnamælinga um gögn frá vatnshæðarmæli 231 (V231) í Hólmsá við Framgil kemur í ljós að rekstur mælisins hefur verið nokkrum erfiðleikum háður en ástæður þess hafa verið raktar til breytinga á mælisniðinu sem síðan valda flökti á rennslislykli (Vatnamælingar 2002, 2003). Svipað flökt hefur sést við Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga þar sem rennslismælingar sveiflast á milli tveggja lykla (t.d. Páll Jónsson o.fl. 1999). Á síðasta vatnsári voru gerðar fjórar rennslismælingar og sést þetta flökt vel í þeim. Tveimur þeirra ber vel saman við rennslislykil nr. 8, sem er gildandi rennslislykill, en mæling frá 16. ágúst sýnir 6,8% frávik frá þeim lykli en fellur vel á lykil 7, og mæling frá 25. ágúst sýnir 15,9% frávik frá gildandi lykli en fellur hins vegar á rennslislykil 5. Einungis hefur verið unnið úr gögnum fyrir þennan eldri vatnshæðarmæli fram til loka síðasta vatnsárs um mánaðarmótin ágúst/september á síðasta ári, auk þess sem vatnshæðargögn úr þessum mæli eru ekki komin til VM fyrir alla sýnatökudagana.

Til að meta þessar breytingar á rennslislyklum hefur verið settur upp nýr síriti í efstu flúðum Hólmsárfoss, V468. Sá mælir er í stopulu símsambandi, sem er þó nógu gott til þess að hægt sé að ná gögnum öðru hvoru. Vatnshæðargögn eru til úr mæli V468 fyrir alla sýnatökudagana og hefur því verið stuðst við þau gögn í þessari skýrslu. Hversu áreiðanleg þau eru verður að koma í ljós eftir að fleiri rennslismælingar hafa verið gerðar en niðurstöður fyrsta árs lofa góðu. Nauðsynlegt verður því að endurmeta rennslislistölur eftir að búið er að vinna úr vatnshæðargögnum þess vatnsárs sem er að líða.

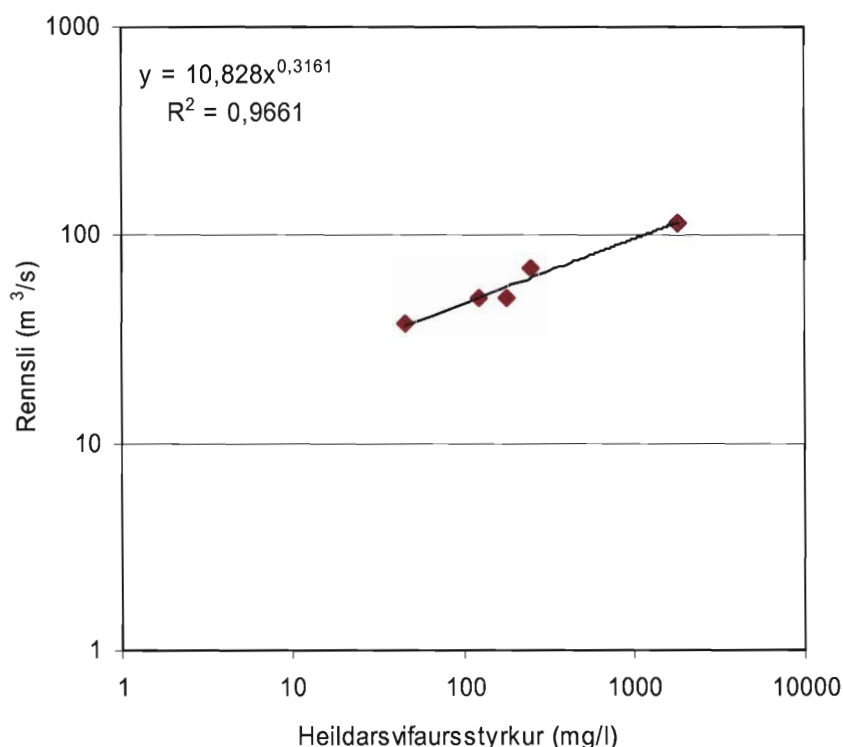
Við gerð rennslisraða fyrir nýja mælinn var reiknaður nýr bráðabirgðarennslislykill út frá þeim fjórum rennslismælingum sem gerðar voru við Hólmsá við Hólmsárfoss frá júní og út ágúst á síðasta vatnsári. Þær mælingar falla ágætlega á bráðabirgðalykilinn og var mismunur mælds og reiknaðs rennslis frá -1,7 til 3,3%. Nauðsynlegt er að gera fleiri mælingar til þess að meta betur áreiðanleika nýja mælisins en ljóst er að niðurstöður fyrsta ársins lofa góðu. Hvort hann reynist lausnin sem verið er að leita að í sambandi við gamla síritann verður hins vegar að koma í ljós með fleiri mælingum. Sérstaklega vantar rennslismælingar við hátt og lágt rennsli og kemur þá símasamband við mælinn sérstaklega vel þar sem þá er t.d. hægt að skipuleggja ferðir þegar flóð kemur í ána en slík flóð eru algeng allan ársins hring. Nokkuð vantar þó ennþá upp á að stöðugt símasamband sé við mælinn og þyrfti að hækka loftnet símans til þess að bæta það.

5.2 Aurburðarmælingar

Farið var í þrjár svokallaðar hefðbundnar ferðir og eina svokallaða atburðarferð frá ágúst og fram í miðjan desember 2002 að Hólmsá við Framgil og Tungufljóti við Snæbýli, auk þess sem eitt svifaursýni var tekið í jaðarferð inn að Tungufljóti. Í atburðarferð átti að reyna að mæla aurburð og rennlismæla í flóðum sem eru algeng svæðinu, en hefðbundin ferð var farin í framhaldi af öðrum ferðum sem farnar voru á Skaftárvæðið. Tafla 2 sýnir framgang mælinganna sem tókust vel í meginatriðum þó að færri svifaursýni voru tekin en skipulögð voru í áætlun. Fleiri skriðaurssýni voru tekin í staðinn.

5.2.1 Svifaursýni

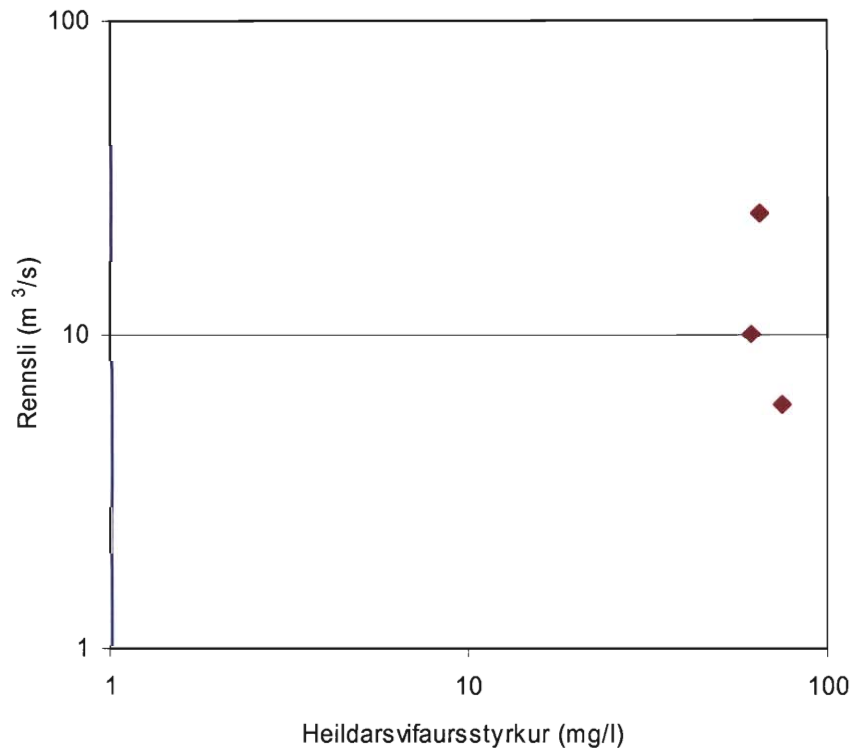
Svifaursýni frá Hólmsá við Framgil sýndu vel þann gífurlega mun sem er á heildarsvifaursstyrk við mismunandi rennsli (tafla 6). Svifaursstyrkur jókst um 40-falt við þreföldun í rennsli, eða frá 46 í 1823 mg/l við 37 m³/s annars vegar og 116 m³/s hins vegar. Þannig var fylgni styrks við rennsli mjög góð og var R² yfir 0,96 (mynd 15).



Mynd 15: Tengsl heildarsvifaursstyrks Hólmsársýna frá 2002 við rennsli í mæli V468.

Kornastærð sýnanna breyttist hins vegar ekki jafn augljóslega með rennsli, t.d. var kornastærðardreifing sýna, sem tekin voru annars vegar nálægt hámarki flóðsins þann 5. desember og sýnis sem hins vegar var tekið daginn eftir þegar flóðið var í rénum, mjög svipuð þó að um sjöfaldur munur væri á rennsli þegar sýnin voru tekin. Sýnið sem var tekið rúmlega viku seinna reyndist hins vegar hafa mun grófara efni sem væntanlega er vegna þess að í flóðinu skolaðist mikið fínefni inn í farveginn sem hafði þegar flutst úr honum viku síðan á meðan grófari hluti svifaursins var ennþá að ferðast um í farveginum.

Við Tungufljót voru tekin fjögur svifaurssýni en þar sem ekki hefur verið unnið úr gögnum vatnshæðarmæla frá þessu vatnsári er aðeins hægt að bera niðurstöður þriggja þeirra við rennsli. Sá samanburður sýnir að ekki er hægt að sjá neina fylgni með svifaursstyrk og rennsli í Tungufljóti (mynd 16). Tafla 6 sýnir enn fremur að kornastærðardreifing sýnanna er mjög mismunandi og virðist ekki vera í neinu beinu sambandi við rennsli.



Mynd 16: Tengsl heildarsvifaurstyrks Tungufljótssýna frá 2002 við rennsli í mæli V142. Sýnið frá desember vantar þar sem ekki er enn búið að vinna úr rennslisgögnum frá þessu vatnsári (2002/2003).

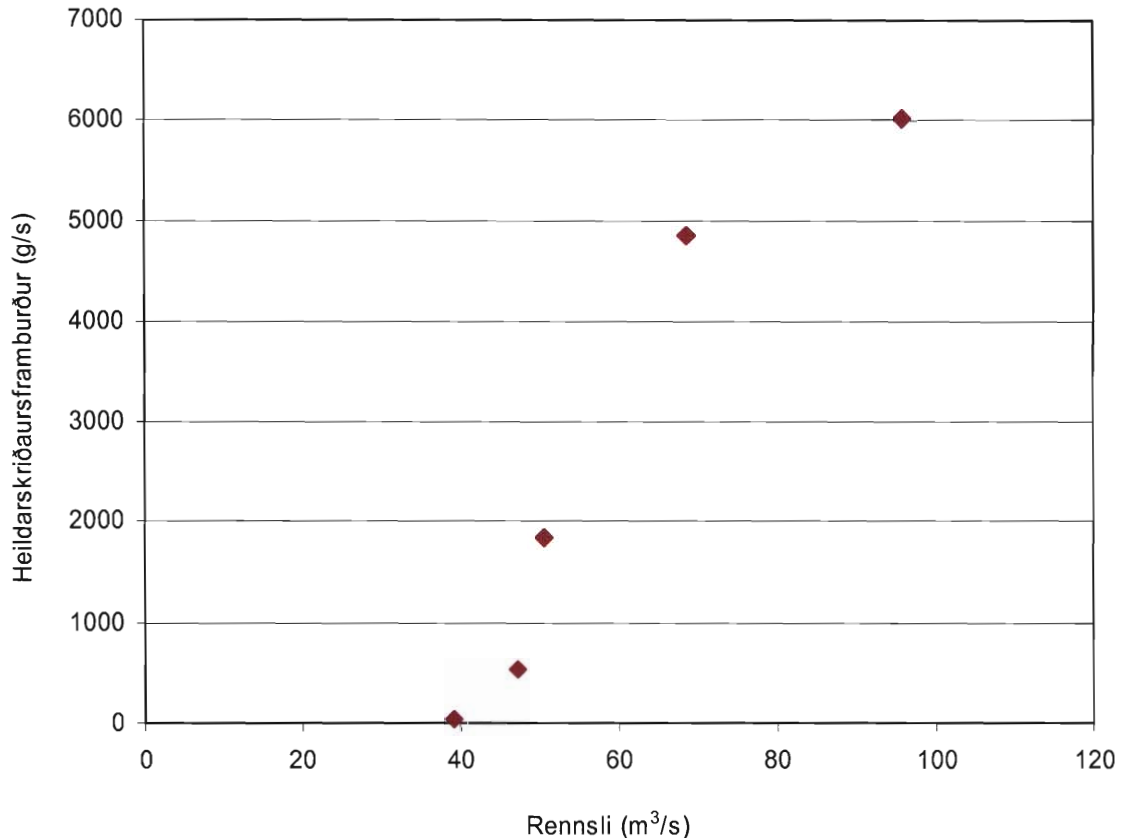
5.2.2 Skriðaurssýni

Skriðaurssýni voru tekin í Hólmsá í fimm lotum frá lokum ágúst og fram í miðjan desember árið 2002. Í þessum ferðum náðist að safna sýnum á nokkuð breiðu rennslisbili eða frá um 40 m³/s til rúmlega 116 m³/s. Fundinn var meðalframburður skriðauris fyrir hverja ferð og eru tengsl hans við meðalrennsli á sýnatökutímanum (sbr. V468) sýnd á mynd 17.

Mikill munur var á skriðaur með rennsli, allt frá því að vera nær ekkert eins og í fyrstu ferðinni (42 g/s) og upp í rúma 6000 g/s í rigningarflóðinu þann 5. desember. Þannig benda niðurstöður síðasta árs til þess að rennsli þurfi að ná ákveðnu marki (>40 m³/s) til að skriðaur fari að ferðast niður eftir farveginum við kláfinn á Hólmsá en eftir það vex skriðaur hratt með rennsli. Ekki er skriðauraukningin þó jafn hröð og sést hefur í Þjórsá með auknu rennsli (Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir, í vinnslu) sem gæti útskýrst af takmörkuðu framboði af skriðaur í Hólmsá.

Nokkuð var misjafnt hvar í farveginum skriðaurinn mældist mestur en yfirleitt var mestur framburður á 30 og 35 m og nokkuð minni á 25, 40 og 45 m. Hins vegar barst lítið fram á 10, 20, og 50 m en fá sýni voru tekin út við bakkana á 10 og 50 m.

Enn vantar fleiri sýni til þess að hægt sé að búa til skriðauslykla og þá sér í lagi sýni við hátt rennsli.



Mynd 17: Tengsl framburðar heildarskriðaus í hverri sýnatökuferð að Hólmsá árið 2002 við meðalrennsli á sýnatökutímanum í mæli V468.

Kornastærð var mæld á 21 sýni á aurburðarstofu VM og fyrir hvert þeirra reiknaðir afleiddir tölfraeðieiginleikar, s.s. meðalstærð, aðgreining og skakki til að auðvelda samanburð á milli sýnanna.

Nokkur mismunur er á kornastærð sýnanna eftir staðsetningu en einnig á milli ferða þó að stærstur hluti sýnanna hafi kornastærð á milli 1,5 ϕ og -1,0 ϕ (þ.e. frá sandi (0,7 mm) og upp í fína möl (2,8 mm)). Fingerðustu sýnin voru tekin í október ferðinni og hafa þau einnig besta aðgreiningu og hala af tiltölulega grófu efni. Í lok rigningarflóðsins þann 6. desember er eins og gefur að skilja efnið grófara og með verri aðgreiningu. Hins vegar voru fingerðustu sýnin í hverri ferð oftast tekin á 40 m en nokkuð var misjafnt milli ferða hvar grófustu sýnin voru tekin.

Kornastærð sýnanna var lauslega borin saman við hraðasniðin tvö sem mæld voru í rennislismælingum þann 25. ágúst og 14. desember. Þar sést að rennslis hraði var einna minnstur á 40 m af þeim stöðum þar sem sýni voru tekin reglulega sem passar vel við minni kornastærð í sýnum frá þeim stað.

5.2.3 Samanburður svifaurs- og skriðaurssýna

Borinn var saman skriðaurframburður allra skriðaurssýna frá hverjum sýnatökudegi og framburður svifaurs, sem reiknaður var út frá svifaursýninu sem tekið var samdægurs. Hlutfall hvorrar gerðar af heildaraurburði var fundið og reyndist það vera mjög misjafnt á milli sýnatökudaga. Í ágúst, október og þann 5. desember var skriðaurframburður 2–6% af heildarframburði en 6. og 13. desember var skriðaur mun hærri hluti af heildarframburði eða 22 og 23%. Hærra hlutfall svifaurs í sumar- og haustsýnum er þekkt frá öðrum ám þar sem jökulvatn eykur hlutfall fingerða aursins mikið. Hið lága skriðaurshlutfall í flóðasýninu þann 5. desember er líklega til komið vegna skolunar finefna út í ána sem hækkar hlutfall svifaurs. Daginn eftir hafði hlutfall svifaurs minnkað mikið og virðist sem fingerðasta efnið hafi aðallega borist fram í aðalflóðtoppnum en enn hafi töluvert af grófara efni verið að skolast niður eftir farveginum þegar flóðið var í rénun og fram að sýnatökufurðinni þann 13. desember.

5.3 Framhald rannsókna

Samkvæmt niðurstöðum rannsókna við Hólmsá og Tungufljót er greinilegt að í fyrsta lagi þarf að bæta mælingar á rennsli við Hólmsá, þá sérstaklega bæta við lágrennslis- og hárennslismælingum. Slíkar mælingar kæmu sér sérstaklega vel fyrir frekari vinnu með rennslislíkan það sem Gunnar Orri Gröndal birti fyrir Hólmsá árið 2000. Með aukamælingum væri hægt að stilla líkanið betur að lágrennsli árinna, en þar sem líkanið var byggt upp til þess að fá fram meginrætti rennslis við vhm 231, er vitað að há- og lágrennsli árinna er ekki eins nákvæmt.

Rekstur nýja mælisins við Hólmsárfoss (V468) hefur gefið góða raun til að meta betur flókt rennslislykils sem hefur sést við gamla mælinn (V231). Reka þarf hann samhliða gamla mælinum í lengri tíma til að meta þetta flókt betur, en hugsanlegt er að hann verði gerður að aðalmæli ef góð reynsla verður af honum. Hins vegar byggir bráðabirgðalykill sá sem notaður var í þessari skýrslu aðeins á fjórum rennslismælingum svo að augljóst er að mæla þarf mun oftár til að meta gæði lykilsins. Þessi mælir er símtengdur og hefur sú tenging reynst vel til þess að fá gögn í hús, en sambandið er óstöðugt og þarf að bæta úr því til að siritinn virki sem skyldi sem viðvörðunarmælir fyrir flóð og atburðarferðir. Það væri líklega hægt að gera með því að hækka loftnet símans.

Í framhaldi af rennslismælingum við Framgil hefur verið lagt til að gerðar verði samanburðarmælingar á stíflustæði því sem sett er fram í forkönnunarskýrslu Orkustofnunar og Almennu Verkfræðistofunnar hf. (2002), en slíkar mælingar ættu að gefa betri vitneskju um það vatn sem bætist við milli stíflu og rennslismælingastað.

Halda þarf áfram mælingum á svifaur og skriðaur við Hólmsá og Tungufljót til að meta betur breytileika framburðar með rennsli og til að hægt sé að búa til aurburðarlykla. Bæði þarf að halda áfram mælingum á "eðlilegum" aurburði í ánum sem gefa eins konar bakgrunnsgildi, en einnig er nauðsynlegt að einbeita sér hinum svokölluðu atburðarferðum þar sem greinilegt er að langmestur aurburður, bæði svifaur og skriðaur, berst fram þegar sérstakir atburðir eiga sér stað, s.s. flóð.

6 HEIMILDIR

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

Gunnar Orri Gröndal 2000. *Hólmsá í Skaftártungu. Gerð HBV-rennslislikans af vhm 231*. Orkustofnun, OS-2000-042, 21 s.

Jón Skúlason, Ingibjörg Kaldal og Skúli Víkingsson 2002. *Hólmsár- og Skaftárvirkjanir: Athugun á lausum jarðlögum*. Landsvirkjun. Reykjavík.

Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2001. *Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum. Niðurstöður ársins 2000*. Orkustofnun, Greinargerð, JHa-ÁG-2001/01, 25 s.

Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002. *Heildaraurburður Jökulsár á Fjöllum. Niðurstöður ársins 2001*. Orkustofnun, Greinargerð, JHa-ÁG-2002/01, 30 s.

Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2002a. *Total sediment transport in the lower reaches of Þjórsá at Krókur. Results from the year 2001*. Orkustofnun, OS-2002/020, 50 s.

Jórunn Harðardóttir og Svava Björk Þorláksdóttir 2002b. *Niðurstöður aurburðarmælinga í Skaftá árið 2001*. Orkustofnun, OS-2002/041, 44 s.

Orkustofnun og Almenna Verkfræðistofan hf. 2002. *Hólmsárvirkjun. Hólmsá í Skaftártungu. Forathugun*. Orkustofnun og Almenna Verkfræðistofan hf. OS-2002/060.

Páll Jónsson, Árni Snorrason, Svanur Pálsson 1999. *Breytingar á rennslislyklum í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga*. Orkustofnun, OS-99106, 19 s.

Vatnamælingar 2002. Rennslisskýrsla vatnsárið 2000/2001. *Vatnshæðarmælir 231 við Hólmsá, Framgil*. 4 s.

Vatnamælingar 2003. Rennslisskýrsla vatnsárið 2001/2002. *Vatnshæðarmælir 231 við Hólmsá, Framgil*. 4 s.

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