



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar



**Mælingar á rennsli og svifaur
í Jökulsá á Dal árið 2001**

**Jórunn Harðardóttir
Ásgeir Gunnarsson**

Unnið fyrir Landsvirkjun

2002

OS-2002/034

Jórunn Harðardóttir
Ásgeir Gunnarsson

Mælingar á rennsli og svifaur í **Jökulsá á Dal árið 2001**

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-2002/034

Október 2002

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-2002/034	Dags.: Október 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Mælingar á rennsli og svifaur í Jökulsá á Dal árið 2001	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 23	
Höfundar: Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson Jórunn Harðardóttir	
Gerð skýrslu / Verkstig: Niðurstöður mælinga á rennsli og svifaursstyrk	Verknúmer: 7-641730	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í þessari skýrslu eru kynntar niðurstöður rennli- og svifaursmælinga ársins 2001 í Jökulsá á Dal. Við Hjarðarhaga voru eftirtalin atriði rannsökuð: 1) færsla rennismælinga á milli rennislýkla 6 og 7, 2) farvegsbreytingar með rennsli undir rafdrifnum kláfi, 3) samanburður styrks svifaurskýna af rafdrifnum kláfi og við brú og 4) samband rennli og svifaursstyrks. Einnig voru borin saman sýni tekin af brúnum við Hjarðarhaga og bæinn Brú. Rennli náði aldrei meira en ca 670 m ³ /s á árinu og því var breytileiki tengdur aurburði minni með rennsli en árið áður þegar rennsli fór yfir 1000 m ³ /s. Rennli sveiflaðist á milli lykla 6 og 7 eins og í fyrri mælingum. Farvegur undir kláfi virtist heldur dýpka við aukið rennsli. Samanburðarsýni af brú og kláfi sýndu að brúarsýnin ná ekki til grófasta hluta aursins nema í litlu vatni. Góð fylgni var á milli svifaursstyrks kláfskýna og rennli við Hjarðarhaga svo og á milli svifaurskýna frá Hjarðarhaga og Brú. Nauðsynlegt er að halda áfram slíkum mælingum, tengja svifaursframburð straumfræðilikani Vatnaskila sem og skriðaurmælingum, auk þess að safna háupplausnargögnum af svifaursframburði.		
Lykilorð: Jökulsá á Dal, Hjarðarhagi, Brú, mælikláfur, rennsli, rennislýkill, rennismælingar, sýnataka, svifaursstyrkur, sýnategund, kornastærðarmælingar	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirlit af: PJ, KE, PI	

EFNISYFIRLIT

1	Inngangur	5
2	Rennslismælingar	7
2.1	Fyrri rennslismælingar	7
2.2	Rennslismælingar ársins 2001	7
3	Svifaursmælingar	12
3.1	Samanburður á svifaursstyrk við brúna og kláfinn hjá Hjarðarhaga	12
3.2	Samanburður á svifaursstyrk við Brú og Hjarðarhaga	19
4	Niðurstöður	20
4.1	Rennslismælingar	20
4.2	Svifaursmælingar	21
4.2.1	Sýnapör frá Hjarðarhaga	21
4.2.2	Sýnapör frá Brú og Hjarðarhaga	22
4.3	Framhald rannsókna við Hjarðarhaga	22
5	Heimildir	23

MYNDASKRÁ

Mynd 1:	Kort af vatnasviði Jökulsár á Dal. Kortagerð Þórarinn Jóhannsson.	6
Mynd 2:	Rennslismælingar sumarið 2001 og rennslisferill samkvæmt lykli 7.	8
Mynd 3:	Rennslismælingar við Hjarðarhaga árið 2001 ásamt rennslislyklum 6 og 7. ...	9
Mynd 4:	Sjö dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga undir rafdrifna kláfnum.	10
Mynd 5:	Sjö dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga undir rafdrifna kláfnum.	11
Mynd 6:	Rennsli Jökulsár við Hjarðarhaga nærri sýnatöku í júní, júlí og ágúst 2001. .	13
Mynd 7:	Rennsli Jökulsár við Hjarðarhaga nærri sýnatöku í ágúst–október 2001.	13
Mynd 8:	Hlutföll svifaursstyrks, sýni tekin í P61/S49.	17
Mynd 9:	Tengsl rennslis og svifaurs af mismunandi kornastærðarflokkum, P61 sýni.	18
Mynd 10:	Samband heildarsvifaursstyrks sýna frá Brú og Hjarðarhaga	20

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1: Kornastærðarflokkar svifaurs.....	14
Tafla 2: Niðurstöður svifaursmælinga á sýnum teknum frá kláfnum (P61) og brúnni (S49).	15
Tafla 3: Niðurstöður svifaurskýnpara frá Brú og Hjarðarhaga sumarið 2001.	19

1 INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar um niðurstöður svifaurssýnatöku og rennslismælinga tengdri henni í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (vhm 110) og Brú (vhm 164) árið 2001. Mynd 1 sýnir staðsetningu mælanna og vatnasvið Jökulsár á Dal ofan Hjarðarhaga. Skýrslan er sambærileg skýrslu eftir Ásgeir Gunnarsson o.fl. sem birtist á síðasta ári um niðurstöður ársins 2000 frá sömu stöðum.

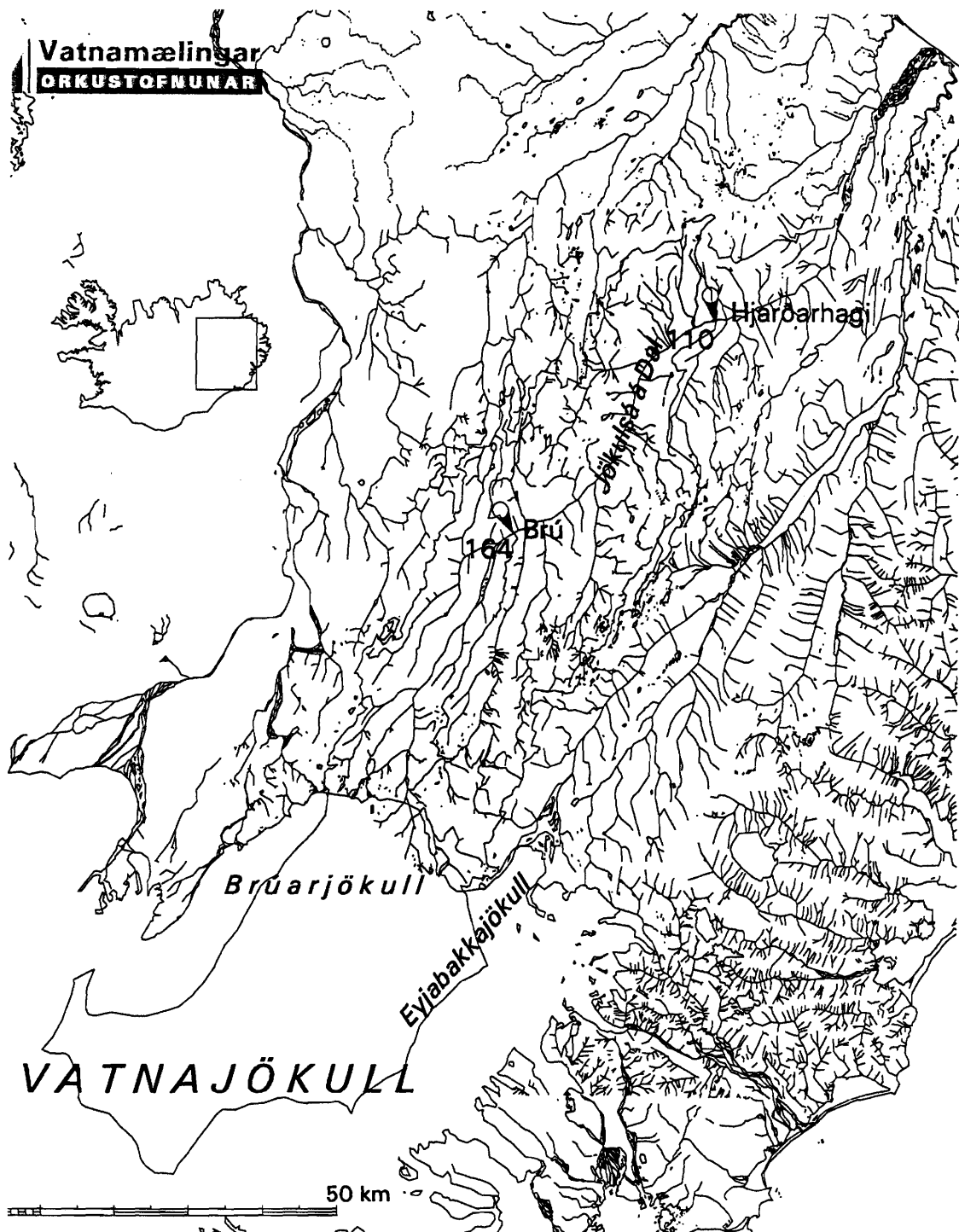
Eins og árið 2001 voru svifaurssýnamælingarnar gerðar á tvenns konar sýnapörum. Annars vegar voru sýnapör þar sem annað sýnið var tekið á hefðbundinn hátt á brúnni við Hjarðarhaga, en hitt sýnið tekið af rafdrifnum rennslismælikláfi sem strengdur er yfir ána um 2 km neðan við brúna. Hinsvegar voru notuð sýnapör þar sem annað sýnið var tekið á hefðbundinn hátt af Hjarðarhagabrunni, en hitt sýnið af brúnni við Brú. Í samanburðinum var eingöngu notast við sýni þar sem sýnið við Brú var tekið hæfilegum tíma á undan Hjarðarhagasýninu, eða sem nemur rennslistíma árinna á milli þessara staða.

Engar svifaurspuktmælingar voru gerðar árið 2001 frekar en árið 2000 og eru þessar mælingar því frábrugðnar svifaursmælingum frá árunum 1998 og 1999 sem lýst er í greinargerðum eftir Svan Pálsson og Ásgeir Gunnarsson frá árunum 1998 og 1999. Með svifaurspuktmælingum er átt við mælingar á sýnum teknum á tilteknu dýpi á nokkrum stöðum í hverju lóðréttu sniði.

Sýnapörin frá brú og kláfi við Hjarðarhaga voru tekin samkvæmt samningi við Landsvirkjun þar sem ráðgert var að fara sjö ferðir að Jökulsá á Dal árið 2001. Í hverri ferð átti að taka sýnatökupar af brú og kláfi við Hjarðarhaga, þá átti að rennslismæla af rafdrifna kláfunum og að lokum taka annað samskonar sýnapar af brú og kláfi. Gert var ráð fyrir að rennslismæling færi fram bæði við hámark og lágmark dagsveiflu árinna. Ekki gekk alltaf að taka sýni við hámark og lágmark dagsveiflu í hverri ferð og í staðinn voru farnar fleiri ferðir til þess að ná tilsettum fjölda rennslismælinga og sýna. Í allt voru teknar 15 rennslismælingar og svifaurssýni tengd þeim, en fjögur sýnanna teljast til botnsskriðsverkefnis, sem einnig var unnið fyrir Landsvirkjun árið 2001. Þar fyrir utan var gerð ein rennslismæling óháð svifaurssýnatöku.

Sýnataka við Brú var ekki innifalin í sama samningi, en átta sýnapör frá Hjarðarhaga og Brú voru tekin árið 2001 í tengslum við ítarlegt efnavöktunarverkefni á Austurlandi sem Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Vatnamælingar og Auðlindadeild Orkustofnunar, Landsvirkjun og Hollustuvernd hafa komið að (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2000, 2001, 2002).

Þessi skýrsla fjallar um niðurstöður mælinga ársins 2001. Fyrst er gerð grein fyrir rennslismælingum og rennslislyklum, en síðan eru kynntar niðurstöður svifaursmælinga á Hjarðarhagasýnum. Að lokum er gerð grein fyrir niðurstöðum svifaursmælinga á efnavöktunarsýnum frá Brú og samanburði þeirra við samsvarandi svifaurssýni teknum á brúnni við Hjarðarhaga.



Mynd 1: Kort af vatnasviði Jökulsár á Dal ofan Hjarðarhaga og staðsetning vatnshæðarmæla 164 og 110. Kortagerð Þórarinn Jóhannsson.

2 RENNSLISMÆLINGAR

2.1 Fyrri rennslismælingar

Mikill breytileiki hefur komið fram í rennslislyklum Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga eins og sjá má í skýrslum Orkustofnunar frá 1999 (Páll Jónsson o.fl. 1999) og 2001 (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001). Svo virðist sem rennslislyklar færi sig skyndilega á milli tveggja þrepa og því hafa tveir rennslislyklar, lyklar 6 og 7, verið búnir til fyrir Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga. Lykill 6 liggur í gegnum þær mælingar sem falla á efra rennslisþrepið, sem gefur minna rennsli við sömu vatnshæð heldur en lykill 7, sem á við þær mælingar sem falla á neðra þrepið. Rennslislykill 7 hefur þó verið notaður við alla gagnauttreikninga frá Hjarðarhaga frá árinu 1994. Talið er að aðalástæðan fyrir þessum lyklabreytingum sé hinn mikli aurburður árinna ásamt iðuköstum og miklum straumhraða, en þessar breytur margfaldast á jökulleysingatímabilinu frá seinni hluta júní og fram í september.

Frá árinu 1995 hafa rennslismælingar verið tíðar við Hjarðarhaga þó að aldrei hafi jafn margar rennslismælingar verið gerðar og árið 2000 en þá var rennslismælt 18 sinnum (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001). Markmiðið með svo tíðum mælingum var að skoða þetta stökk á milli lykla sérstaklega og samband lyklibreytinga við aurburð. Hægt er að skipta rennslismælingum árinna 1995–2000 í fjóra hluta eftir rennsli árinna:

- 1) Rennsli minna en $200 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 2) Rennsli frá 200 til $550 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 3) Rennsli frá 550 til $900 \text{ m}^3/\text{s}$.
- 4) Rennsli yfir $900 \text{ m}^3/\text{s}$.

Lykill 7 virðist vera í gildi við lægsta rennsli og ráðandi þversnið mjög stöðugt. Við rennsli á bilinu 200 til $550 \text{ m}^3/\text{s}$ er óstöðugt samhengi á milli dýpis undir kláfi og rennslis og sveiflast rennsli á milli lykla 6 og 7. Þegar rennsli mælist á milli 550 og $900 \text{ m}^3/\text{s}$ falla allar mælingar á rennslislykil 6, en þær tvær mælingar sem hafa náðst við rennsli meira en $900 \text{ m}^3/\text{s}$ falla báðar á lykil 7.

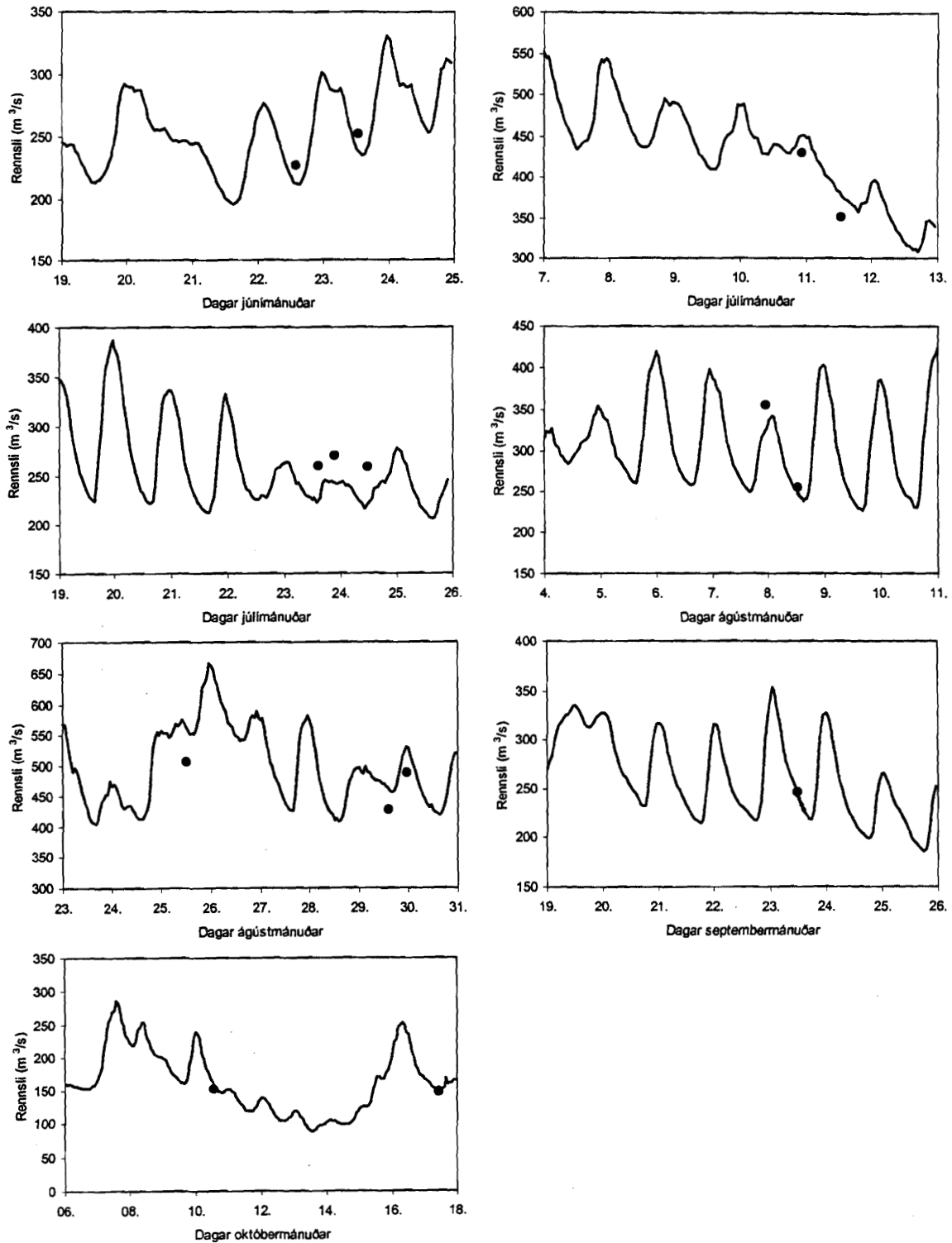
Þegar mælingar frá 1995–2000 voru bornar saman við fyrri mælingar frá árunum 1964 til og með 1994 var þessi skipting ekki jafn greinileg. Þar kom í ljós að rennslismælingar gerðar við lægsta rennslið ($<200 \text{ m}^3/\text{s}$) sveifluðust á milli lykla 6 og 7 ólíkt mælingunum frá 2000. Hinsvegar eru einu rennslismælingarnar sem gerðar hafa verið við rennsli hærra en $900 \text{ m}^3/\text{s}$ frá árinu 2000 og því ekki hægt að bera þær saman við fyrri mælingar.

Mælingar frá 2000 sýndu að þversnið undir kláfnum við Hjarðarhaga breytist mjög mikið á milli mælinga og virðist farvegurinn vera dýpstur þegar rennslið er mest, en grynstur þegar rennslið er minnst.

2.2 Rennslismælingar ársins 2001

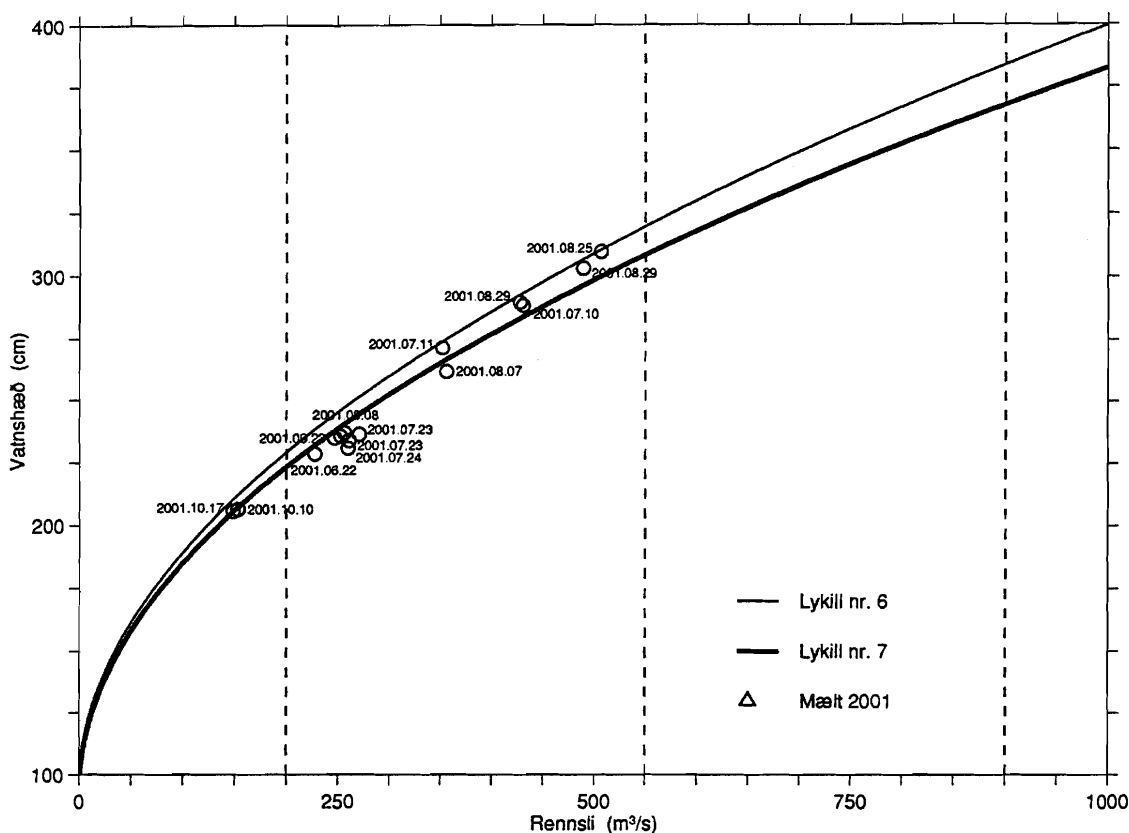
Rennsli ársins 2001 var töluvert minna en árið á undan og komst klukkutíma-meðalrennsli mest upp í $674 \text{ m}^3/\text{s}$ ef miðað er við vatnshæðargögn úr Campbellmæli

Vatnamælinga og rennslislykil 7. Mynd 2 sýnir rennsli Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga þegar sýnatökulotur fóru fram sumarið 2001. Þó að reynt hafi verið að mæla rennsli bæði við hámark og lágmark dagsveiflu í hverri ferð sést á mynd 2 að flestar mælinganna voru gerðar við lágmark dagsveiflu eða þegar dagsveifla var lítil.



Mynd 2: Rennslismælingar sumarið 2001 og rennslisferill samkvæmt lykli 7. Rennslismælingar eru táknðar með fylltum hringjum.

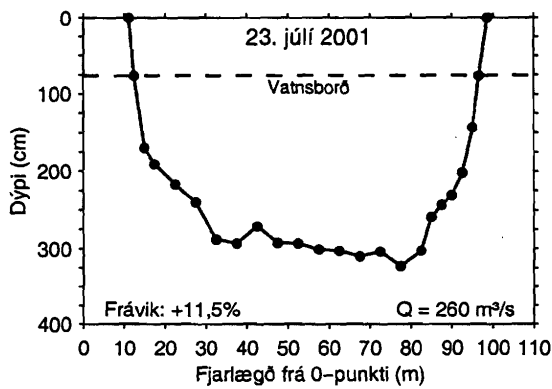
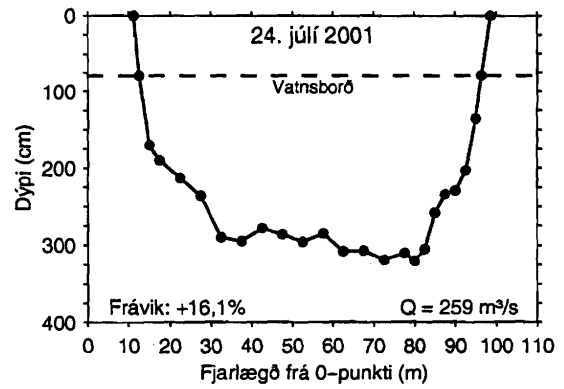
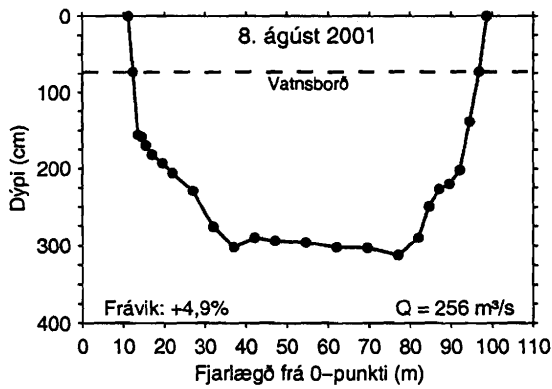
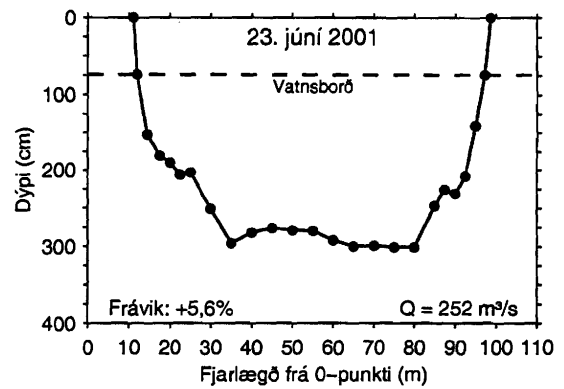
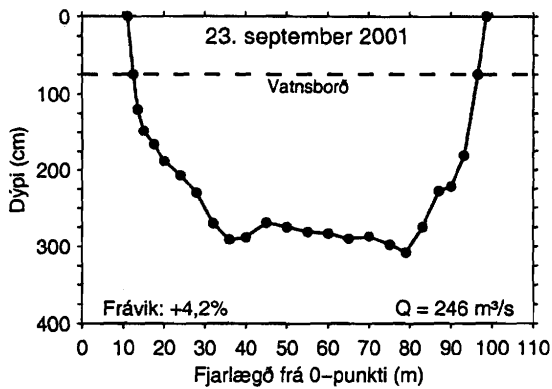
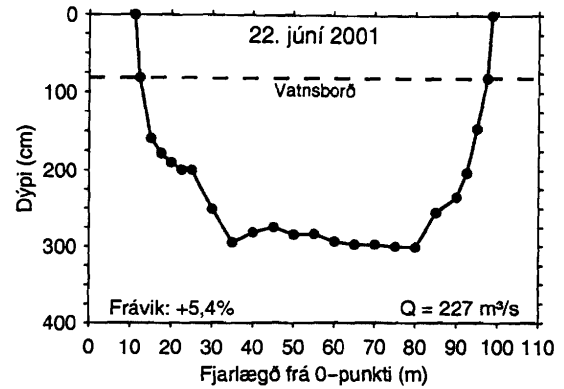
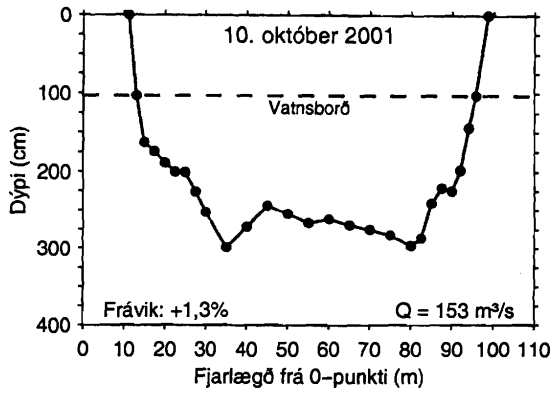
Mynd 3 sýnir allar rennslismælingar sem gerðar voru árið 2001 auk rennslislykla 6 og 7. Myndir 4 og 5 sýna hinsvegar dýptarsnið sem mæld voru sumarið 2001 í tengslum við rennslis- og svifaursýnamælingar. Þessar myndir eru sambærilegar myndum í skýrslu Ásgeirs Gunnarssonar o.fl. frá árinu 2001, sem sýna rennslismælingar og dýptarsnið ársins 2000.



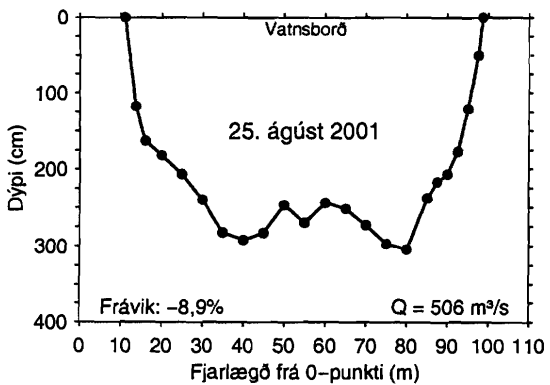
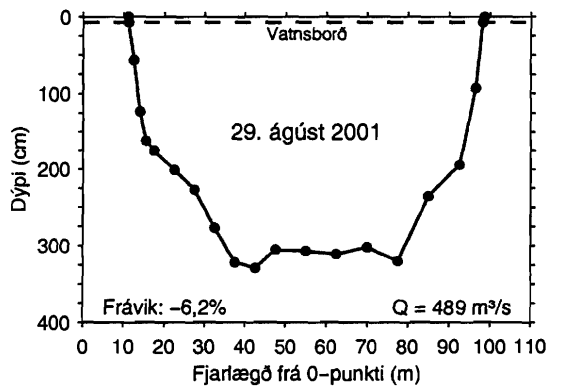
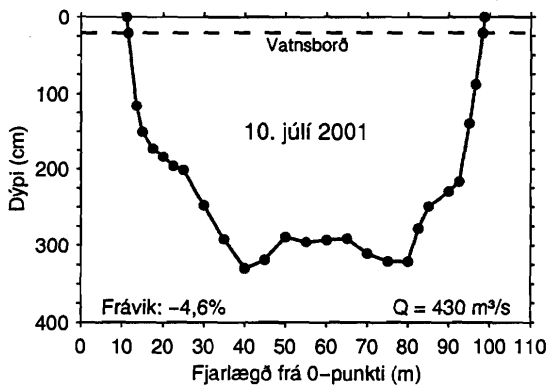
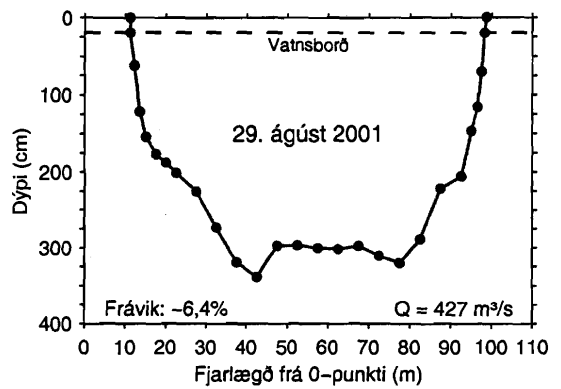
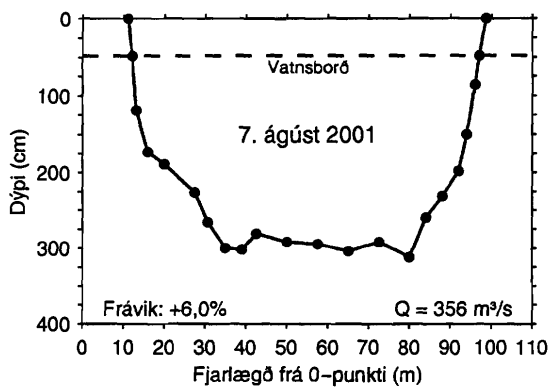
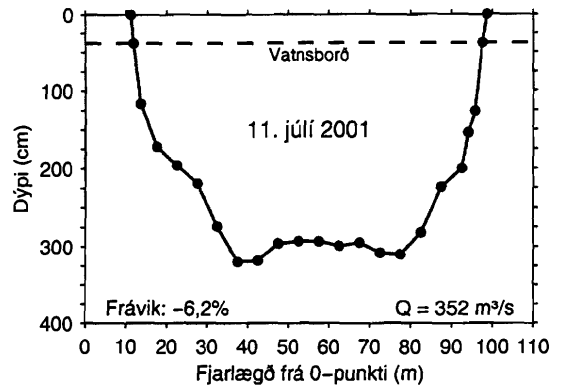
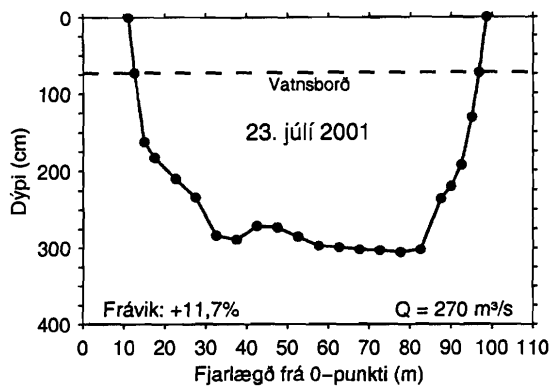
Mynd 3: Rennslismælingar við Hjarðarhaga árið 2001 ásamt rennslislyklum 6 og 7. Lóðréttar brotalínur afmarka þau rennslisbil sem gögnum ársins 2000 var skipt niður í.

Á mynd 3 sést að allar rennslismælingar nema tvær voru gerðar við rennsli frá 200–550 m³/s og falla því á rennslisbil 2, sem skilgreint var árið 2000. Mælingarnar tvær við <200 m³/s falla báðar á lykil 7, eins og mælingar ársins 2000 gerðu. Rennslismælingarnar innan rennslisbils 2 (200–550 m³/s) sveiflast hinsvegar á milli lykila 6 og 7 eða jafnvel liggja aðeins fyrir utan þá eins og t.d. þrjár mælingar frá 23.–24. júlí.

Dýptarsniðunum á myndum 4 og 5 er raðað upp eftir auknu rennsli þar sem 0 punktur dýpis miðast við vatnsborð við mesta rennsli og miðast dýpt í öðrum sniðum við þann 0 punkt. Á myndunum sést að í raun er tiltölulega lítill breytileiki á milli dýptarsniðanna, þó að farvegurinn undir kláfnum virðist heldur dýpka með auknu rennsli. Þó sker dýptarsniðið sem mælt var við mesta rennsli (506 m³/s) sig úr hvað þetta varðar því þar er farvegurinn töluvert grynri en við rennsli milli 400–500 m³/s (mynd 5). Svo virðist sem áin hafi hlaðið seti undir sig áður en þetta dýptarsnið var mælt. Hvort hin óreglulega dagssveifla sem var á mælingardaginn á einhvern þátt í því skal ekki útilokað (mynd 2).



Mynd 4: Sjö dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga undir rafdrifna kláfnum raðað eftir auknu rennsli.



Mynd 5: Sjö dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga undir rafdrifna kláfnum raðað eftir auknu rennsli.

3 SVIFAURSMÆLINGAR

3.1 Samanburður á svifaursstyrk við brúna og kláfinn hjá Hjarðarhaga

Eins og áður hefur komið fram í nokkrum skýrslum Orkustofnunar er sýnataka af brúnum við Hjarðarhaga og Brú með hefðbundnum S49 sýnataka erfiðleikum bundin vegna hins mikla straumhraða sem ríkir á þessum stöðum (t.d. Svanur Pálsson og Sigfinnur Snorrason 1996; Haukur Tómasson o.fl. 1996; Svanur Pálsson o.fl. 2000; Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001). Þegar mikið vatn er í ánni berst sýnatakinn niður með straumnum og kemst því ekki niður undir botn þar sem grófasti aurinn er mestur. Þar að auki hefur þurft að notast við þröngan inntaksstút í sýnatakann til þess að sýnaflöskurnar yfirfyllist ekki. Vegna þessara erfiðleika hefur verið talið að grófur aur skili sér ekki sem skyldi í sýnatakann við Brú og Hjarðarhaga, jafnvel þó að iðuköst stuðli að blöndun grófs aurs ofar í vatnsbolnum.

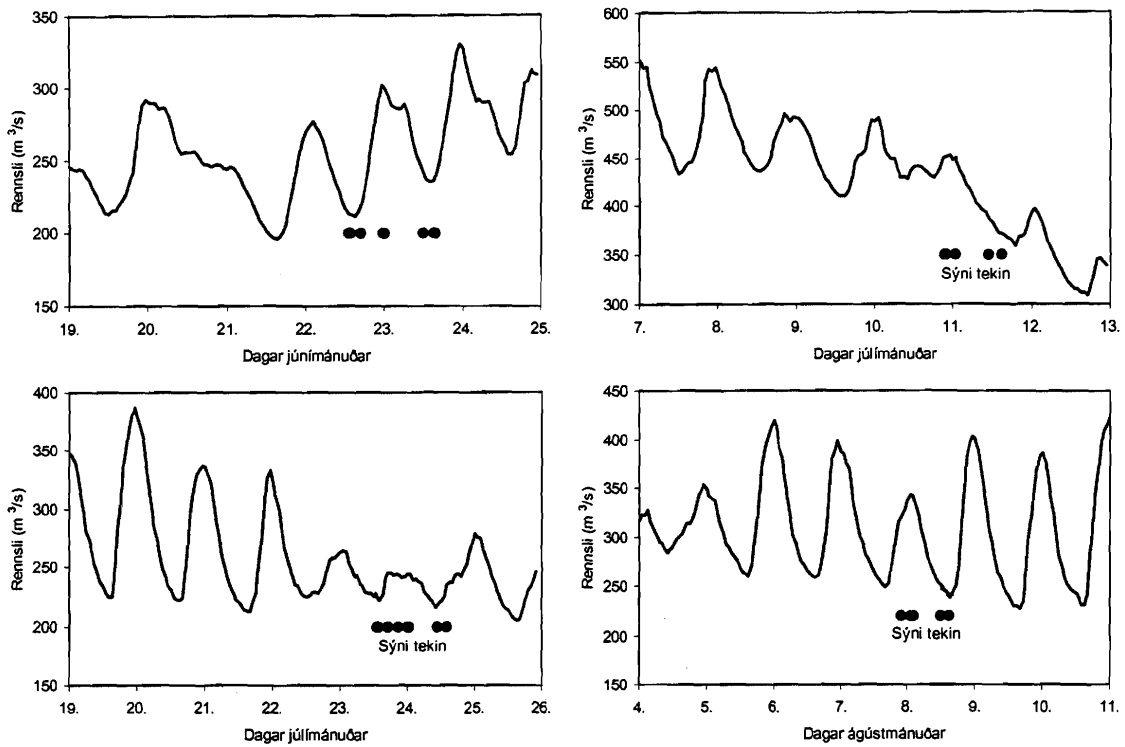
Til samanburðar við hefðbundin S49 sýni frá brúnni við Hjarðarhaga hafa því sýni verið tekin af rafdrifna kláfnum um 2 km neðan við brúna síðastliðin 5 ár. Sýnin frá rafdrifna kláfnum eru tekin með sýnataka P61, sem hefur 4,5 mm stút sem hægt er að opna og loka með rafboðum. Sýnatakinn er látinn síga niður á botninn, þá er opnað fyrir stútinn og sýnatakinn dreginn upp. Á þessum stað rennur Jökulsá á Dal tiltölulega jafnt og eru sýnin tekin á fimm stöðum yfir þversniðið, þ.e. í 30, 40, 50, 60 og 70 m fjarlægð frá húsi Vatnamælinga, sem er staðsett um 12-15 m frá vinstri bakka árinna í meðal sumarvatni.

Hefðbundnu S49 sýnin frá brúnni og P61 sýnin af rafdrifna kláfnum mynda sýnapör sem hægt er að bera saman til þess að skoða mismun á milli sýnagerða og sýnatökustaða. Sýnapörin eru notuð til þess að endurmeta mæligildi hefðbundinna sýna frá brúnni. Sýnatakan sumarið 2001 fór fram í 10 sýnalotum og voru alls tekin 66 sýni eða 33 pör. Í þessari skýrslu eru sýndar niðurstöður allra sýnanna, en fjögur þeirra voru tekin í tengslum við botnskriðsmælingar sem ekki er fjallað um hér. Fyrstu sýnin voru tekin 22. júní en þau síðustu 17. október.

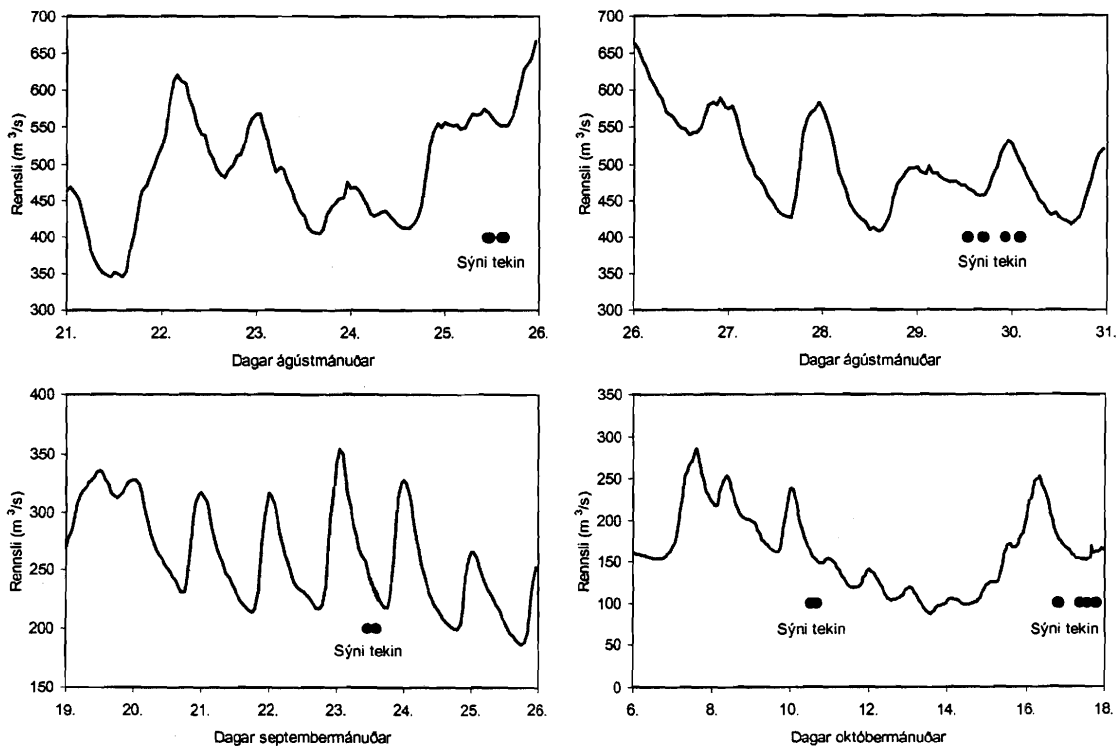
Myndir 6 og 7 sýna rennslisferla Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga samkvæmt Campbell gögnum og rennslislykli 7 og tímasetningu sýnatökunnar. Hver mynd er samsett úr fjórum smámyndum sem sýna rennslisbreytingar dagana fyrir og eftir sýnatökuna.

Í fyrstu sýnalotunni voru sýnapör tekin við lágmark dagssveiflu dagana 22. og 23. júní og rétt fyrir hámark dagsveiflu þann 23. júní (mynd 6a). Jökulleysing er greinilega byrjuð og eru dagsveiflur áberandi. Mynd 6b sýnir rennslið dagana 7.–13. júlí, en dagana 10. og 11. júlí voru tekin 4 sýnapör. Rennslið hefur farið minnkandi dagana fyrir sýnatökuna og er dagsveiflan ekki jafn regluleg dagana fyrir sýnatökulotuna. Fyrri sýnapörin tvö eru tekin nálægt hámarki dagsveiflu, en seinni sýnapörin rétt fyrir lágmark dagssveiflu (mynd 6b). Þriðja smámyndin sýnir rennsli frá 19.–26. júlí (mynd 6c), en þá voru tekin 6 sýnapör. Sýnin dreifast nokkuð jafnt á dagsveifluna sem er hinsvegar mun minni en dagana á undan. Mynd 6d sýnir rennslið dagana 4.–11. ágúst en

Þá voru dagsveiflur mjög reglulegar. Fjögur sýnapör voru tekin, annars vegar rétt fyrir hámark dagsveiflu þann 7. ágúst og hinsvegar í lágmarki dagsveiflu þann 8. ágúst.



Mynd 6: Rennsli Jökulsár við Hjarðarhaga nærri sýnatöku í júní – ágúst 2001.



Mynd 7: Rennsli Jökulsár við Hjarðarhaga nærri sýnatöku í ágúst – október 2001.

Mynd 7 sýnir rennslisferla og sýnatökulotur í síðari hluta ágúst, september og október. Fyrstu tvær smámyndirnar (a og b) sýna rennslið frá 21.–31. ágúst, eða þann tíma sem

mesta rennslið var í Jökulsá á Dal sumarið 2001. Dagsveiflan var ekki jafn regluleg þennan tíma og í byrjun ágúst (mynd 6d) en þó greinileg nema í fyrri sýnalotunni sem tekin var þann 25. ágúst. Seinni lotan var tekin 29.–30. ágúst í bæði hámarki og lágmarki dagsveiflu. Mjög regluleg dagsveifla sást ennþá í ánni í lok septembers og voru sýni tekin þann 23. rétt fyrir lágmark dagsveiflu (mynd 7c). Í október var dagsveiflan hinsvegar orðin mun ógreinilegri og hafði rennsli minnkað töluvert frá því sem áður hafði sést um sumarið. Náði það niður fyrir 100 m³/s á milli sýnatökulotanna þann 10. og 17. október (mynd 7d).

Svifaurssýnin voru kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga Orkustofnunar, þar sem efni fingerðara en 63 µm var mælt með setvogarmælingu, en grófara efni með sigtun. Til viðbótar var reiknaður heildarsvifaursstyrkur og styrkur uppleystra efna (TDS). Kornastærðarlínuritum var skipt upp í fimm flokka til þess að einfalda úrvinnslu gagna og eru flokkarnir sýndir í töflu 1.

Tafla 1: 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

Niðurstöður allra svifaurssýnapara frá Hjarðarhaga árið 2001 eru settar fram í töflu 2, sem einnig inniheldur rennsli á sýnatökutímanum. Sýnin eru ýmist merkt með P61 eða S49 eftir því hvort að þau voru tekin á rafdrifna kláfnum eða af Hjarðarhagabrunni.

Til að einfalda skoðun gagnanna var hlutfallið á milli P61 og S49 sýna reiknað út fyrir hvern kornastærðarflokk í öllum sýnapörum. Eins og í fyrri skýrslu frá 2001 (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001) var hlutfallið síðan borið saman við rennsli eins og sést á mynd 8. Á henni sést greinilega að styrkur P61 sýnanna fyrir heildarsvifaur, sand (>0,2 mm) og grófmó (0,2-0,06 mm) er í langflestum tilfellum hærri en styrkur S49 sýnanna. Dreifing hlutfallsins er einnig töluverð innan þessara flokka og er hún meiri en í finni kornastærðarflokkum. Hið háa P61/S49 styrkhlutfall bendir til þess, að P61 sýnatakinn nái mun frekar en S49 sýnatakinn að safna í sig grófasta efninu. Mun minni munur er á milli styrkleika P61 og S49 sýna í finni kornastærðarflokkunum (fínmór (0,06-0,02 mm), méla (0,02-0,002 mm) og leir (<0,002 mm)) og eru þá P61 sýnin ýmist með hærri eða lægri svifaursstyrk. Sömuleiðis er dreifing styrkhlutfallsins mun minni og bendir þetta hvort tveggja til þess, að finna efnið sé tiltölulega vel upphrært í gegnum vatnsbolinn á meðan grófi svifaurinn er misdreifður.

Þetta eru svipaðar niðurstöður og fengust úr sýnum ársins 2000. Í þeim sýnum var þó dreifing sandhlutfallsins heldur meiri og sandstyrkur í nokkrum S49 sýnum töluvert hærri en í P61 sýnum.

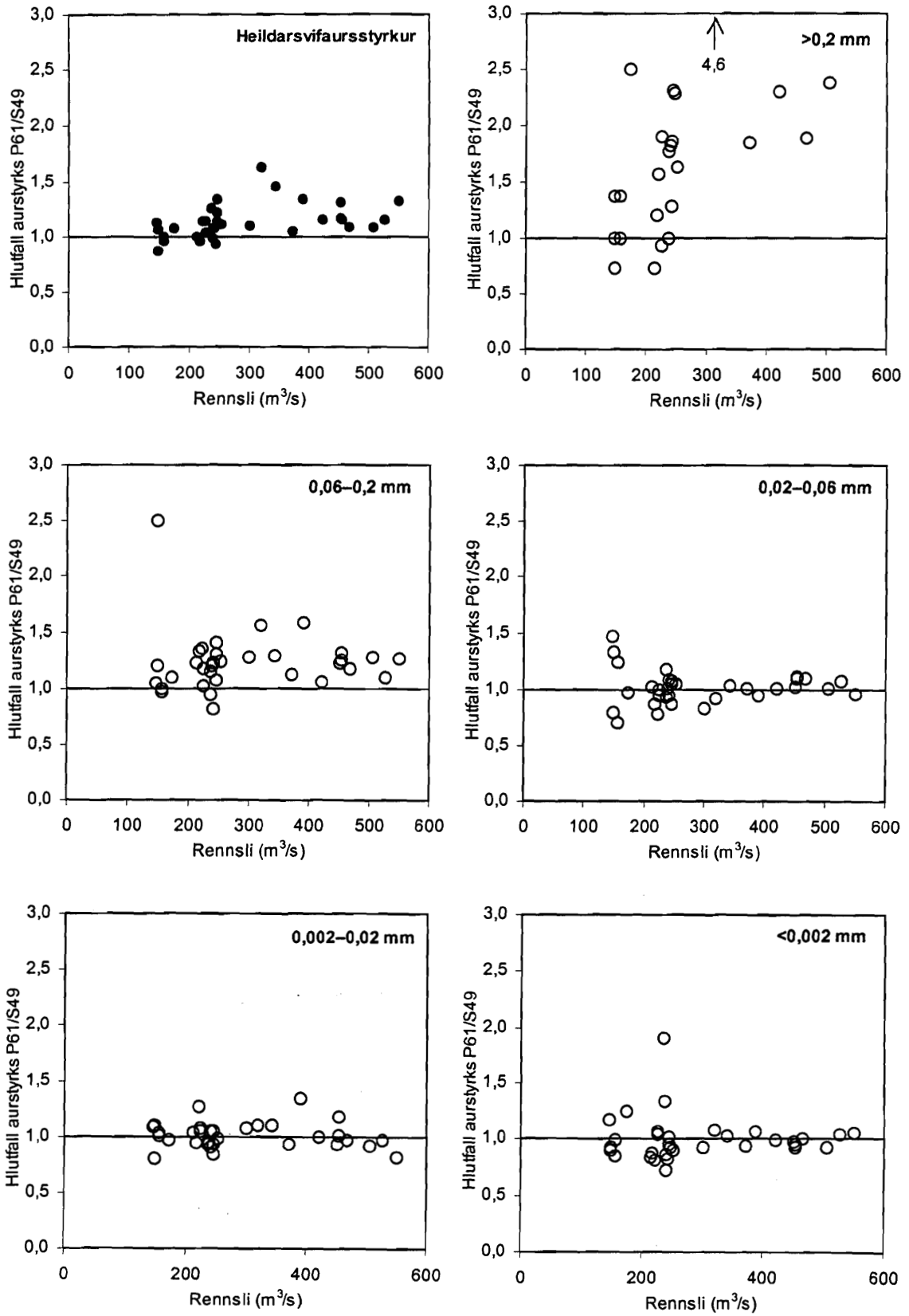
Tafla 2: Niðurstöður svifaursmælinga á sýnum teknum frá kláfnum (P61) og brúnni (S49). Sýni merkt með skáletri tákna sýni sem tekin voru í tengslum við botnskriðsmælingar.

Dagsetning	Kl.	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur-styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna-taki
					<0,002	0,02–0,002	0,06–0,02	0,2–0,06	>0,2		
2001.06.22.	13:00	213	52	269	43	113	62	43	8	0,5	P61
2001.06.22.	13:20	213	51	267	51	109	61	35	11	0,9	S49
2001.06.22.	16:35	217	45	248	57	97	45	37	12	0,9	P61
2001.06.22.	16:40	217	45	258	65	103	52	28	10	0,9	S49
2001.06.22.	23:40	300	52	887	89	293	213	186	106	1	P61
2001.06.22.	23:45	300	45	803	96	273	257	145	32	0,5	S49
2001.06.23.	11:40	242	59	438	57	175	109	79	18	0,5	P61
2001.06.23.	11:50	242	41	463	69	167	116	97	14	0,5	S49
2001.06.23.	15:10	237	49	349	56	129	73	70	21	0,9	P61
2001.06.23.	15:20	237	50	353	42	138	78	74	21	0,6	S49
2001.07.10.	21:40	452	32	1108	166	266	233	255	188	1	P61
2001.07.10.	21:22	452	33	946	170	284	227	208	57	0,9	S49
2001.07.11.	00:55	453	36	1251	150	325	275	288	213	1,5	P61
2001.07.11.	00:45	453	31	954	162	277	248	219	48	1	S49
2001.07.11.	10:40	389	33	1034	165	310	197	197	165	1,8	P61
2001.07.11.	10:50	389	35	774	155	232	209	124	54	1,1	S49
2001.07.11.	14:35	372	32	924	148	277	185	185	129	1,1	P61
2001.07.11.	14:45	372	28	871	157	296	183	165	70	1,1	S49
2001.07.23.	13:30	225	42	485	87	146	68	87	97	0,9	P61
2001.07.23.	13:10	225	49	425	81	136	72	85	51	1,4	S49
2001.07.23.	16:47	245	44	641	83	128	71	135	224	2,4	P61
2001.07.23.	17:00	245	45	480	82	153	82	96	67	1,5	S49
2001.07.23.	20:48	241	39	617	93	191	105	111	117	1,1	P61
2001.07.23.	20:35	241	35	569	108	210	97	91	63	1	S49
2001.07.24.	00:37	245	45	627	88	163	88	113	175	1,7	P61
2001.07.24.	00:10	245	45	511	92	174	82	87	76	1,2	S49
2001.07.24.	10:21	221	27	479	72	153	58	91	105	1,1	P61
2001.07.24.	10:40	221	37	418	88	121	75	67	67	1,4	S49
2001.07.24.	13:45	236	55	544	82	147	76	103	136	1,4	P61
2001.07.24.	14:10	236	82	430	43	155	65	90	77	1,1	S49
2001.08.07.	21:35	320	23	1254	100	238	163	301	452	1,3	P61
2001.08.07.	21:45	320	40	773	93	216	178	193	93	1,3	S49
2001.08.08.	00:55	342	45	1241	87	261	211	285	397	1,9	P61
2001.08.08.	01:05	342	55	850	85	238	204	221	102	1,5	S49
2001.08.08.	11:40	252	48	584	70	181	99	123	111	1,2	P61
2001.08.08.	11:30	252	32	522	78	183	94	99	68	1,9	S49
2001.08.08.	14:45	239	49	514	62	154	82	103	113	1,4	P61
2001.08.08.	14:35	239	38	477	86	162	81	86	62	0,9	S49
2001.08.25.	11:27	421	50	1633	196	392	327	359	359	1,7	P61
2001.08.25.	10:50	421	49	1416	198	396	326	340	156	1,1	S49
2001.08.25.	14:57	550	37	1740	209	331	278	365	557	2,4	P61
2001.08.25.	14:30	550	58	1318	198	408	290	290	132	1,5	S49
2001.08.29.	12:40	467	36	1813	435	562	326	272	218	2	P61
2001.08.29.	12:55	467	41	1657	431	580	298	232	116	1	S49
2001.08.29.	16:30	454	40	1880	432	602	320	263	263	1,4	P61
2001.08.29.	16:40	454	56	1617	453	598	291	210	65	1,2	S49

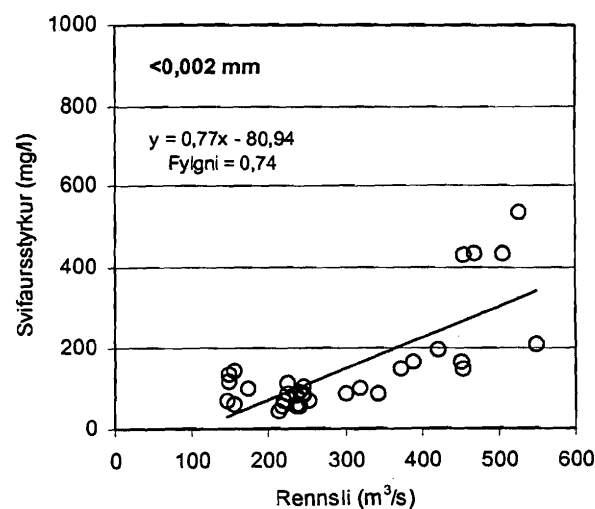
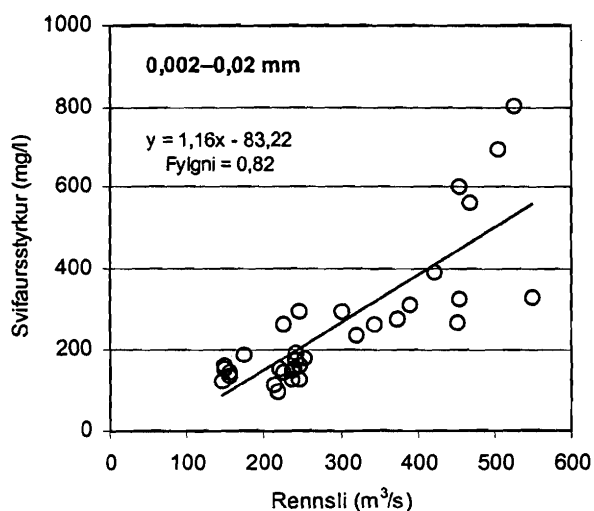
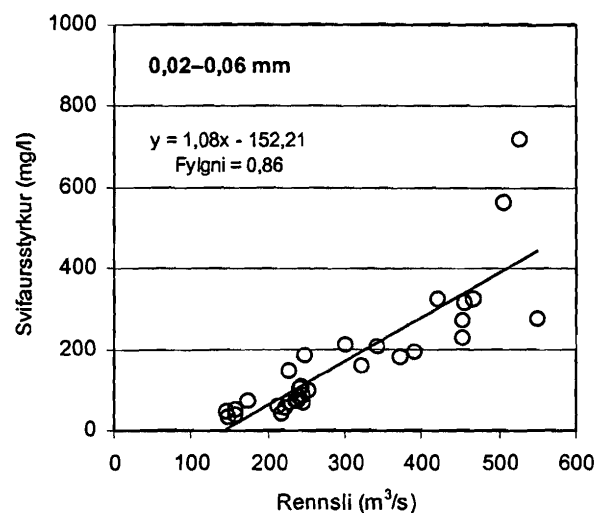
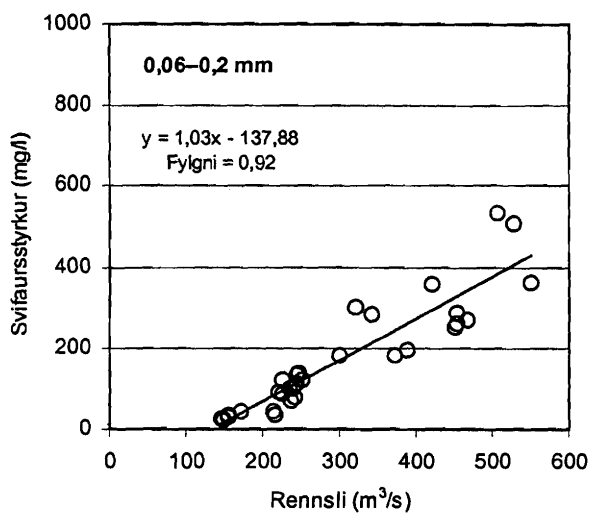
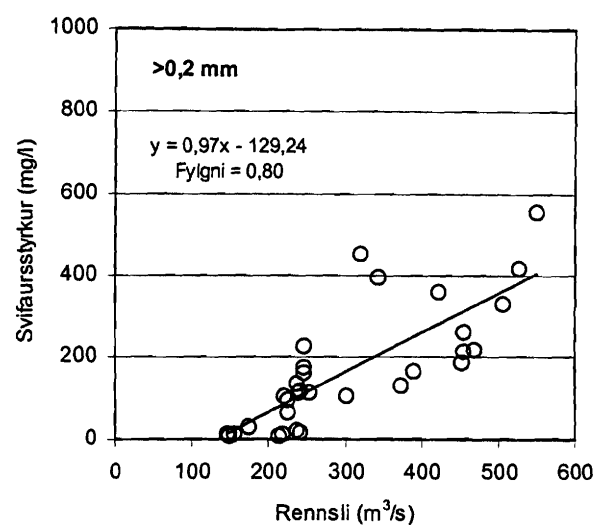
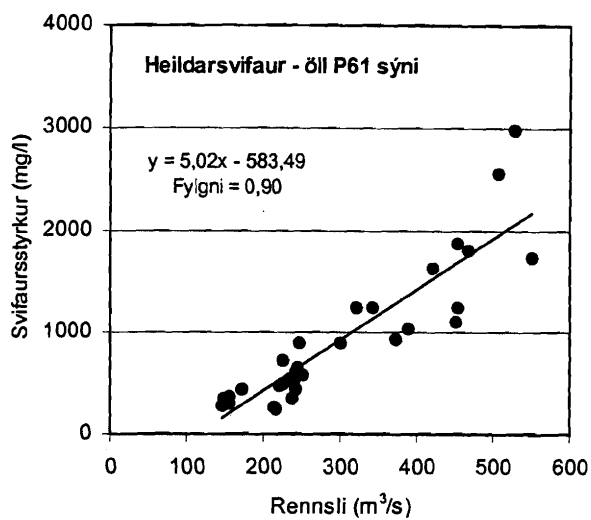
Dagsetning	Kl.	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð
					<0,002	0,02– 0,002	0,06– 0,02	0,2– 0,06	>0,2		
2001.08.29.	22:10	527	46	2979	536	804	715	507	417	1,8	P61
2001.08.29.	22:20	527	61	2578	516	825	670	464	103	1	S49
2001.08.30.	01:50	506	61	2558	435	691	563	537	332	1,5	P61
2001.08.30.	02:00	506	40	2334	467	747	560	420	140	1,4	S49
2001.09.23.	10:50	246	37	889	107	293	187	142	160	1,6	P61
2001.09.23.	10:45	246	49	777	116	280	179	132	70	1	S49
2001.09.23.	14:00	225	52	713	114	264	150	121	64	1,1	P61
2001.09.23.	14:00	225	52	685	110	253	151	103	68	1,7	S49
2001.10.10.	12:30	156	45	299	63	137	51	36	12	0,8	P61
2001.10.10.	12:40	156	51	296	74	133	41	36	12	0,9	S49
2001.10.10.	16:07	146	38	274	68	123	47	25	11	0,9	P61
2001.10.10.	16:15	146	63	243	58	114	32	24	15	0,7	S49
2001.10.16.	19:29	173	33	435	100	187	74	44	30	0,9	P61
2001.10.16.	19:40	172	49	400	80	192	76	40	12	1	S49
2001.10.17.	08:31	148	39	350	119	161	35	24	11	1	P61
2001.10.17.	08:40	148	52	400	128	200	44	20	8	0,7	S49
2001.10.17.	13:18	148	48	356	135	153	36	25	7	0,8	P61
2001.10.17.	13:25	148	50	332	149	139	27	10	7	0,8	S49
2001.10.17.	18:30	156	76	374	146	146	41	30	11	1,1	P61
2001.10.17.	18:40	155	72	389	148	144	58	31	8	0,7	S49

Mynd 9 sýnir fylgni heildarsvifaurstyrks og svifaurstyrk hinna fimm kornastærðarflokka við rennsli fyrir sýni tekin með P61-sýnataka. Fylgni styrks við rennsli er töluerð ($r=0,74-0,92$) og er hún mest milli rennslis og grófmós ($0,92$) og rennslis og heildarsvifaurstyrks ($0,9$). Minnst er fylgni rennslis við leirstyrk ($0,74$) og næstmínst við sandstyrk ($0,8$). Þessar niðurstöður eru svipaðar því sem sást í sýnum frá árinu 2000 (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001) þar sem einnig var minnst fylgni rennslis við leir- og sandstyrk. Þar var þessi munur útskýrður út frá eðlisþáttum kornastærðarflokkanna, þ.e. að kornastærðin leir er tiltölulega jafndreifð um vatnsbolinn þegar ákveðnu rennsli væri náð og ykist því minna við aukið rennsli en grófari kornastærðir. Sandur flyst hinsvegar fram í púlsum innan vatnsbolsins, sem hugsanlega veldur minni fylgni sands við rennsli.

Fylgni aurstyrks við rennsli er mun meiri í gögnum frá árunum 2000 og 2001 en eldri gögnum. Þetta er auðskýrt þar sem sýnin í eldri gögnum eru tekin með mismunandi sýnatökuaðferðum og á tveimur sýnatökustöðum og því ekki sambærileg við niðurstöðurnar á mynd 9, sem sýna eingöngu P61 sýni tekin á einum stað. Niðurstöður árána 2000 og 2001 benda hinsvegar til þess að hugsanlega verði hægt að endurreikna rennsli aftur í tímann með aurburðarlyklum sem byggja á fylgni rennslis og svifaurstyrks (mg/l) í stað lykla sem byggja á rennsli og framburði (kg/s). Í slíkum útreikningum eru breytur háðar hvorri annari og því verður fylgni þeirra betri en frumgögn gefa til kynna. Sýnin frá árunum 2000 og 2001 gefa möguleika á að skoða þetta samband frekar en þó vantar enn fleiri sýni svo að hægt sé að rannsaka breytileika í svifaurstyrk á milli ára.



Mynd 8: Hlutföll svifaursstyrks, sýni tekin í P61/S49.



Mynd 9: Tengsl rennslis og svifaurs af mismunandi kornastærðarflokkum, P61 sýni.

3.2 Samanburður á svifaursstyrk við Brú og Hjarðarhaga

Átta sýnapör voru tekin árið 2001 við Brú og Hjarðarhaga í tengslum við efnavöktunarverkefni sem Landsvirkjun, Raunvísindastofnun Háskólans, Vatna- mælingar og Auðlindadeild Orkustofnunar og Hollustuvernd standa að (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2000, 2001, 2002). Þessi sýnapör eru hér notuð til þess að fá gleggri mynd af breytileika á svifaursframburði á milli þessara staða og eru niðurstöður þeirra sýndar í töflu 3. Af þessum átta sýnapörum voru sjö tekin með viðunandi tímamun svo að samanburður væri mögulegur. Miðað er við að tímamunurinn nemi sem næst rennslistíma árinna á milli þessara staða, en rennslistoppur er 3–5 klukkustundir á leiðinni frá Brú og niður að Hjarðarhaga. Niðurstöður sýnaparsins frá 3. mars eru hinsvegar allt of háar miðað við rennslisástand árinna á sýnatökutímanum og hallast höfundar skýrslunnar helst að því að mælitæki hafi verið í ólagi daginn sem sýnin voru greind. Við samanburð á milli sýnatökustaðanna var því notast við sex af átta sýnapörum.

Tafla 3: Niðurstöður svifaursýnapara frá Brú og Hjarðarhaga sumarið 2001.

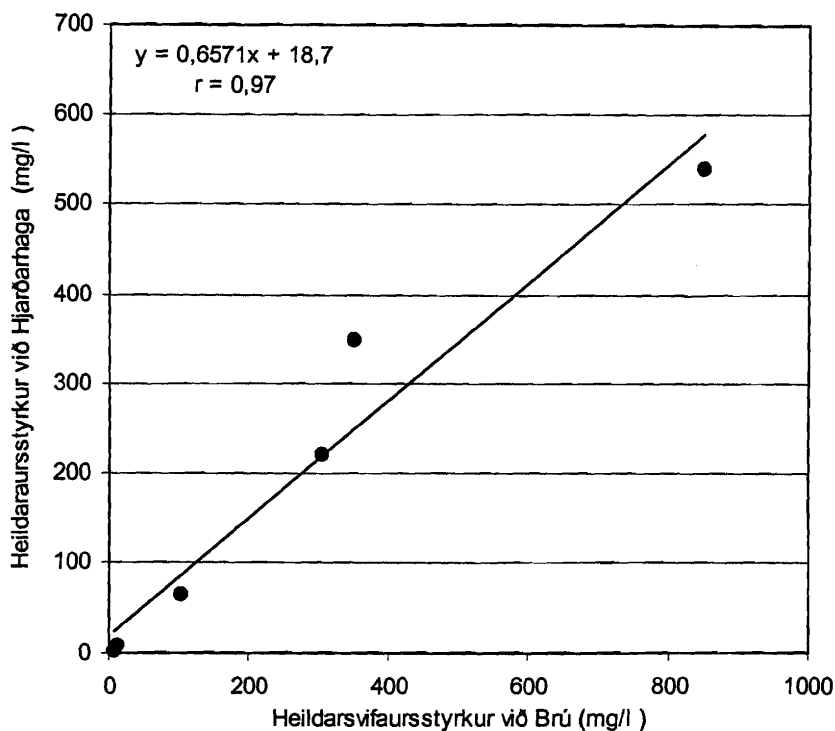
Tökustaður	Dagsetning	Kl.	Rennsli (m ³ /s)	TDS (mg/l)	Aur- styrkur (mg/l)	Kornastærð (mg/l) stærðir í mm					Stærsta korn (mm)	Sýna- taki**
						<0,002	0,02- 0,002	0,06- 0,02	0,2- 0,06	>0,2		
Brú	2001.01.06.	16:20	11*	53	12	3	7	1	1	0	0,1	DH48
Hjarðarhagi	2001.01.06.	20:15	15*	109	9	3	5	1	0	0	0,1	DH48
Brú	2001.03.03.	14:30	8*	100	474	152	289	33	0	0	0,1	DH48
Hjarðarhagi	2001.03.03.	16:15	12*	101	398	139	219	40	0	0	0,7	DH48
Brú	2001.04.06.	17:10	6*	85	9	4	3	1	1	0	0,7	DH48
Hjarðarhagi	2001.04.06.	18:45	10,5*	113	2	0	1	1	0	0	0,1	DH48
Brú	2001.05.09.	16:30	67,7	36	304	12	58	33	49	152	2,2	S49
Hjarðarhagi	2001.05.09.	18:40	180	50	219	7	59	31	74	48	1,2	S49
Brú	2001.06.25.	18:05	206	47	849	119	263	204	212	51	0,8	S49
Hjarðarhagi	2001.06.25.	20:30	313	67	538	97	172	129	108	32	0,5	S49
Brú	2001.08.15.	21:20	334	29	621	74	205	118	118	106	1,2	S49
Hjarðarhagi	2001.08.16.	09:20	304	31	540	70	189	70	92	119	2,4	S49
Brú	2001.10.08.	16:50	150	55	351	109	137	56	35	14	0,9	S49
Hjarðarhagi	2001.10.08.	18:50	199	45	350	91	151	49	35	24	0,8	S49
Brú	2001.12.10.	17:20	20*	61	103	20	42	22	16	3	0,8	DH48
Hjarðarhagi	2001.12.10.	19:30	35*	75	64	9	41	8	5	1	0,3	DH48

*merkir að rennsli sé ístruflað og því áætlað. ** DH48 táknar handsýnataka og S49 hefðbundinn svifaursýnataka á spili. Tveimur sýnapörum var sleppt í samaburði (skáletruð); sýnapari frá 3. mars þar sem niðurstöður þess eru óeðlilega háar miðað við rennsli og sýnapari frá 15.–16. ágúst þar sem of langur tími leið á milli sýnatökunnar.

Tafla 3 sýnir að rennsli við Hjarðarhaga er alltaf hærra en við Brú nema í sýnaparinu frá 15.-16. ágúst þegar of langur tími leið á milli sýnatökunnar á stöðunum tveimur. Þetta er eðlilegt þar sem á milli Brúar og Hjarðarhaga bætast nokkur smærri vatnsföll við Jökulsá á Dal. Hinsvegar er aurstyrkur sýnanna frá Brú í öllum tilfellum hærri en við Hjarðarhaga, sem er öfugt við sambærilegar niðurstöður frá árinu 2000, þar sem styrkur Brúarsýnanna var lægri í þremur sýnum af fjórum (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001).

Mynd 10 sýnir samband þessara mælinga á myndrænan hátt. Fylgni á milli heildarsvifaurs sýna frá sýnatökustöðunum tveimur er góð ($r=0,97$) og bætast þessi sýni

í sambærilegt safn sýnapara frá Brú og Hjarðarhaga frá fyrri árum (t.d. Svanur Pálsson o.fl. 2000).



Mynd 10: Samband heildarsvífaursstyrks sýna frá Brú og Hjarðarhaga.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Rennslismælingar

Svífaurssýnataka og rennslismælingar árið 2001 í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga gengu vel og náðust alls 15 rennslismælingar í tengslum við svífaurssýnatöku. Rennsli var töluvert minna en árið áður og náði mest 674 m³/s ef miðað er við rennslislykil 7. Ekki voru því forsendur til þess að skoða náíð færslu á milli lykla 6 og 7 eftir rennsli, eins og gert hafði verið fyrir mælingar ársins 2000, þar sem allar nema tvær rennslismælingar ársins 2000, féllu á rennslisbil milli 200 og 550 m³/s. Samkvæmt mælingum Ásgeirs Gunnarssonar o.fl. frá árinu 2000 sveiflast rennsli á því bili á milli lykla 6 og 7 og styðja mælingar ársins 2001 þá niðurstöðu.

Breytileiki farvegsins undir kláfnum var tiltölulega lítill yfir mælingartímann þó að farvegurinn hafi heldur dýpkað með hækkandi rennsli. Dýptarsniðið sem mælt var við hæsta rennslið (506 m³/s) sýnir þó nokkuð grynri farveg en sníð tekin við næsthæstu rennslismælingarnar. Ástæða fyrir grynri farvegi í þessari mælingu er óljós en líklega sýnir þetta bara breytilegt ástand aurframburðar innan sumarsins. Mesta dýptarbreytingin yfir sumarið (ca 50 cm) átti sér stað í kringum 40 m breiddina þar sem áll virðist myndast við herra rennsli. Breytileiki farvegarins var hinsvegar ekki jafnmikill og árið 2000 enda varð rennsli við Hjarðarhaga mun herra á því ári.

4.2 Svifaursmælingar

Eins og árið 2000 var tvenns konar sýnapörum safnað við Jökulsá á Dal, annars vegar sýnapörum af brú og rafdrifnum kláfi við Hjarðarhaga og hinsvegar sýnapörum af brúnum við Hjarðarhaga (vhm 110) og við bæinn Brú á Efri-Jökuldal (vhm 164).

4.2.1 Sýnapör frá Hjarðarhaga

Sýnapörin af rafdrifna kláfnum og brúnni við Hjarðarhaga voru alls 33 og var fyrsta sýnið tekið í síðustu viku júnímánaðar og það síðasta um miðjan október. Jökulleysing var allan sýnatökutímann eins og sést á tiltölulega reglulegri dagsveiflu, sem þó var orðin mun minni í október en yfir sumarmánuðina (mynd 7).

Eins og talið hafði verið áður en samanburðarmælingarnar voru gerðar sýndu niðurstöður kornastærðarmælinga að töluverður munur er á milli þessara tveggja sýnatökustaða (kláfur og brú) og sýnatökuaðferða (hefðbundinn svifaurskýnataka (S49) og rafdrifinn punktsýnataka (P61)). Styrkur heildarsvifaurs, sands (<0,2 mm) og grófmós (0,06–0,2 mm) var í langflestum kláfsýnanna hærri en í sýnum sem tekin voru af brúnni þar sem sýnatakinn kemst ekki niður undir botn í hefðbundnu sumrvatni vegna straumhraða og iðukasta. Helst eru það brúarsýni tekin við tiltölulega lágt rennsli (<250 m³/s) sem hafa svipaðan eða hærri styrk grófustu kornastærðarflokkanna, enda er þá líklegra að sýnatakinn nái niður undir botn. Meiri dreifing er á styrkhlutfalli P61/S49 sýna í grófustu kornastærðarflokkunum (sandí og grófmó) en fingerðari flokkunum sem bendir til að grófara efnið ferðist um að einhverju marki í púlsum niður eftir ánni. Minni dreifing er hinsvegar á styrkhlutfalli fingerðari flokkana og engin ákveðin tilhneiging til hærri styrks í annarri sýnatökugerðinni, sem bendir til þess að fingerðara efni er betur dreift um vatnsbolinn en það grófara. Þessar niðurstöður eru svipaðar og sáust í sýnapörum ársins 2000.

Skoðað var einnig hvernig svifaursstyrkur í mg/l breytist með rennsli, en venjulega hefur svifaursframburður (kg/s) verið notaður við slíkan samanburð. Eingöngu P61 sýni voru notuð í þessum samanburði. Samskonar samanburður var gerður með P61 sýnum sem tekin voru árið 2000 (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001). Fylgni styrks við rennsli er töluverð fyrir heildarsvifaurl og hina fimm kornastærðarflokka ($r=0,74-0,92$) og er svipuð og niðurstöður frá árinu 2000 gáfu til kynna. Mest er fylgni rennslis við styrk grófmós og heildarsvifaurs ($r>0,9$), en minnst við leir- og sandstyrk. Lægri fylgni sands og leirs við rennsli skýrist væntanlega af því að sandur berst að einhverju leyti í púlsum niður eftir ánni og við ákveðið rennsli er styrkur leirs orðinn vel dreifður um vatnsbolinn og breytist lítið við enn hærra rennsli. Þessi háa fylgni bendir til að hægt verði að endurreikna rennsli með aurburðarlyklum sem byggja á fylgni rennslis og svifaursstyrks í stað svifaursframburðar, en sú breyta er í raun háð rennslinu sjálfu. Enn vantar þó fleiri sýni áður en þetta er hægt.

4.2.2 Sýnapör frá Brú og Hjarðarhaga

Átta sýnapör voru tekin af brúnum við Hjarðarhaga og Brú árið 2001 í tengslum við efnavöktunarverkefni sem Landsvirkjun, Raunvísindastofnun Háskólans, Vatnamælingar og Auðlindadeild Orkustofnunar og Hollustuvernd hafa staðið að síðustu ár (Sigurður R. Gíslason o.fl. 2000, 2001, 2002). Of langur tími leið hinsvegar á milli sýnatökunnar við Brú og Hjarðarhaga í einu sýni til að hægt væri að nota það og svo virðist sem mælitæki hafi verið biluð þegar eitt sýni var mælt. Því voru aðeins sex sýnapör notuð við samanburðinn á svifaursframburði á milli þessara staða.

Fylgni milli þessara sýnapara er mjög góð ($r=0,97$) og er rennsli ávallt hærra við Hjarðarhaga en við Brú eins og eðlilegt er þar sem margar minni ár renna í Jökulá á Dal á milli þessara tveggja staða. Svifaursstyrkur var hinsvegar hærri í öllum tilfellum við Brú en Hjarðarhaga sem er öfugt við það sem var árið 2000 þegar styrkur var hærri við Hjarðarhaga í þremur af fjórum sýnapörum. Þessi sýnapör bætast við safn svifaursgagna frá þessum stöðum.

4.3 Framhald rannsókna við Hjarðarhaga

Til viðbótar við þessar samtímamælingar svifaurs og rennslis hafa margs konar rannsóknir farið fram við Hjarðarhaga síðustu ár. T.d. hafa botnskriðsmælingar verið framkvæmdar frá árinu 2000 (VST og Vatnamælingar, í drögum), nákvæmt dýptarkort hefur verið gert fyrir farveginn við Hjarðarhaga sem Verkfræðistofan Vatnaskil hefur notað við gerð straumfræðilíkans fyrir sama stað (Verkfræðistofan Vatnaskil 2001).

Nauðsynlegt er að halda áfram rannsóknum á sambandi rennslis og aurs við Hjarðarhaga. Rennsli ársins 2001 varð aldrei nógu hátt til að meta færslu á milli rennslislykla 6 og 7 á hærri hlutum rennslislyklanna en æskilegt er að meta þá færslu betur. Einnig er talið nauðsynlegt að gera rannsóknir á svifaur í tengslum við straumfræðilíkan Vatnaskila og fá betri upplausn í dagssveiflu svifaursframburðar, bæði með samfelldum svifaursmælingum með aðstoð ljósgleypnimælinga og ítarlegri sýnatöku sem fylgir eftir sólarhringssveiflu svifaursframburðar. Æskilegt er að framkvæma rennslismælingar með straumsjá samtímis slíkri sólarhringssýnatöku. Einnig er bryn þörf á að meta betur samband svifaurs við botnskrið til að heildaraurburður verði metinn sem best. Samanburðarsýni af skriðaur og svifaur hafa verið tekin síðustu þrjú sumur en taka þyrfti fleiri sýni til að gera samanburð á milli ára.

5 HEIMILDIR

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

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

Sigurður R. Gíslason, Árni Snorrason, Eydís S. Eiríksdóttir, Sverrir Ó. Elefsen, Ásgeir Gunnarsson, Peter Torssander og Niels Ö. Óskarsson 2000. *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi I. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-12-2000.

Sigurður R. Gíslason, Árni Snorrason, Eydís S. Eiríksdóttir, Sverrir Ó. Elefsen, Ásgeir Gunnarsson, Einar Örn Hreinsson, Peter Torssander og Niels Ö. Óskarsson 2001. *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-05-2001.

Sigurður R. Gíslason, Árni Snorrason, Eydís S. Eiríksdóttir, Bergur Sigfússon, Sverrir Ó. Elefsen, Jórunn Harðardóttir, Ásgeir Gunnarsson, Einar Örn Hreinsson, Peter Torssander, Marin I. Kardjilov og Niels Ö. Óskarsson 2002. *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Austurlandi III. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar*. Raunvísindastofnun Háskólans, RH-11-2002.

Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1998. *Samanburðarmælingar á svifaur í Jökulsá á Dal 1998*. Orkustofnun, greinargerð, SvP-ÁG-98/06.

Svanur Pálsson og Ásgeir Gunnarsson 1999. *Samanburðarmælingar á svifaur í Jökulsá á Dal 1999*. Orkustofnun, greinargerð, SvP-ÁG-99/02.

Svanur Pálsson, Jórunn Harðardóttir, Guðmundur H. Vigfússon og Árni Snorrason 2000. *Suspended sediment load of river Jökulsá á Dal at Hjarðarhagi*. Orkustofnun, OS-2000/070.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen og Vatnamælingar Orkustofnunar, í drögum. Botnskriðsmælingar við Jökulsá á Dal, Hjarðarhaga, árin 2000 og 2001.

Verkfræðistofan Vatnaskil 2001. *Straumlíkan fyrir Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga*. Nóvember 2001.