ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

Landsvirkjun

Botnskriðsmælingar í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001

Mars 2003

VST Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf.
VST-2000-0304/09

ORKUSTOFNUN Vatnamælingar
OS-2001/023

OS-2001/023

VST – Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen
VST-2000-0304/09

ORKUSTOFNUN – Vatnamælingar
OS-2001/023

Botnskriðsmælingar í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001

Unnið fyrir Landsvirkjun

Mars 2003

Efnisyfirlit

1 Inngangur 7

2 Mælingar við Hjarðarhaga 8

2.1 Aðstæður 9
2.1.1 Árið 2000 9
2.1.2 Árið 2001 9

2.2 Uppsetning mælitækja 10
2.2.1 Rennslismælingar 10
2.2.2 Dýptarmælingar 10
2.2.3 Botnskriðsmælingar 10
2.2.4 Svifaursmælingar 12

3 Niðurstöður 13

3.1 Niðurstöður rennslis- og dýptarmælinga 13
3.1.1 Mælt rennsli 13
3.1.2 Mælt þversnið og dýpi 15

3.2 Niðurstöður botnskriðsmælinga 16
3.2.1 Heildarmagn skriðaurs 25
3.2.2 Samanburður inntaksopa á sýnatökum 25
3.2.3 Umhverfismat Kárahnjúkavirkjunar 26
3.2.4 Kornastærðargreining skriðaurssýna 26

3.3 Niðurstöður svifaursmælinga 35

4 Lokaorð 37

Viðauki: Mæligögn og myndir

Myndalisti

Mynd 1: Vatnasvið Jökulsár á Dal ofan Hjarðarhaga. 8

Mynd 2: Myndir af sýnatökunum við mælistaðinn á Hjarðarhaga, a) minni skriðaurssýnatakinn yfir ánni, b) stærri skriðaurssýnatakinn, og c) eldri og minni skriðaurssýnatakinn. 11

Mynd 3: Meðaldagsrennsli Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga 1999-2001 ásamt meðaltali áranna 1950-1994. 14

Mynd 4: Þrjú dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld árið 2000. Upphafspunktur dýpis er miðaður við hæsta vatnsborð sem mælt var samhliða rennslismælingu árið 2000, eða 377 cm. Einnig er sýnt vatnsborð við mælingu dýptarsniðanna. 15

Mynd 5: Mældur skriðaursframburður við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001. Rúmlega 500 sýni voru tekin. 17

Mynd 6: Mældur skriðaursframburður við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001 flokkaður eftir stöðvum. Leitnilínur fyrir hverja stöð eru sýndar. 20

Mynd 7: Mælihópar skriðaursmælinganna í stöðvum 40–80 ásamt öryggismörkum. Sýndar eru leitnilínur fyrir hvert mælitímabil ásamt heildarskriðaurslykli. 21

Mynd 8: Frávik skriðaurslykils fyrir stöðvar 40–80. 22

Mynd 9: Skriðaurslykill fyrir stöðvar 40–80 yfir allt rennslissviðið við Hjarðarhaga.. 22

Mynd 10: Mælihópar skriðaursmælinganna í stöðvum 20–30 ásamt öryggismörkum. Sýndar eru leitnilínur fyrir hvert mælitímabil ásamt heildarskriðaurslykli. 23

Mynd 11: Frávik skriðaurslykils fyrir stöðvar 20–30. 24

Mynd 12: Skriðaurslykill fyrir stöðvar 20–30 yfir allt rennslissviðið við Hjarðarhaga. 24

Mynd 13: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í júlí 2000. 27

Mynd 14: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í ágúst 2000. 28

Mynd 15: Ljósmyndin sýnir 1 kg steininn í kjafti skriðaurssýnatakans. 29

Mynd 16: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í júní 2001. 29

Mynd 17: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í ágúst 2001. 30

Mynd 18: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í október 2001. 30

Mynd 19: Meðalkornastærð og aðgreining júlí (A) og ágúst (B) sýna frá árinu 2000.. 32

Mynd 20: Meðalkornastærð og aðgreining júní (A), ágúst (B) og október (C) sýna frá árinu 2001. 33

Mynd 21: Rennsli (A), stöð (B) og þurrþyngd (C) sem fall af meðalkornastærð. 34

Töflulisti

Tafla 1: Yfirlit skriðaursmælinga árin 2000 og 2001. 16

Tafla 2: Niðurstöður útreikninga á heildarskriðaur. 25

Tafla 3: Stærð sigta sem voru notuð til þess að sigta skriðaur. Öll sigti voru notuð við sigtun allra sýna nema ágústsýna frá árinu 2000 þegar aðeins feitletruð sigti voru notuð. 27

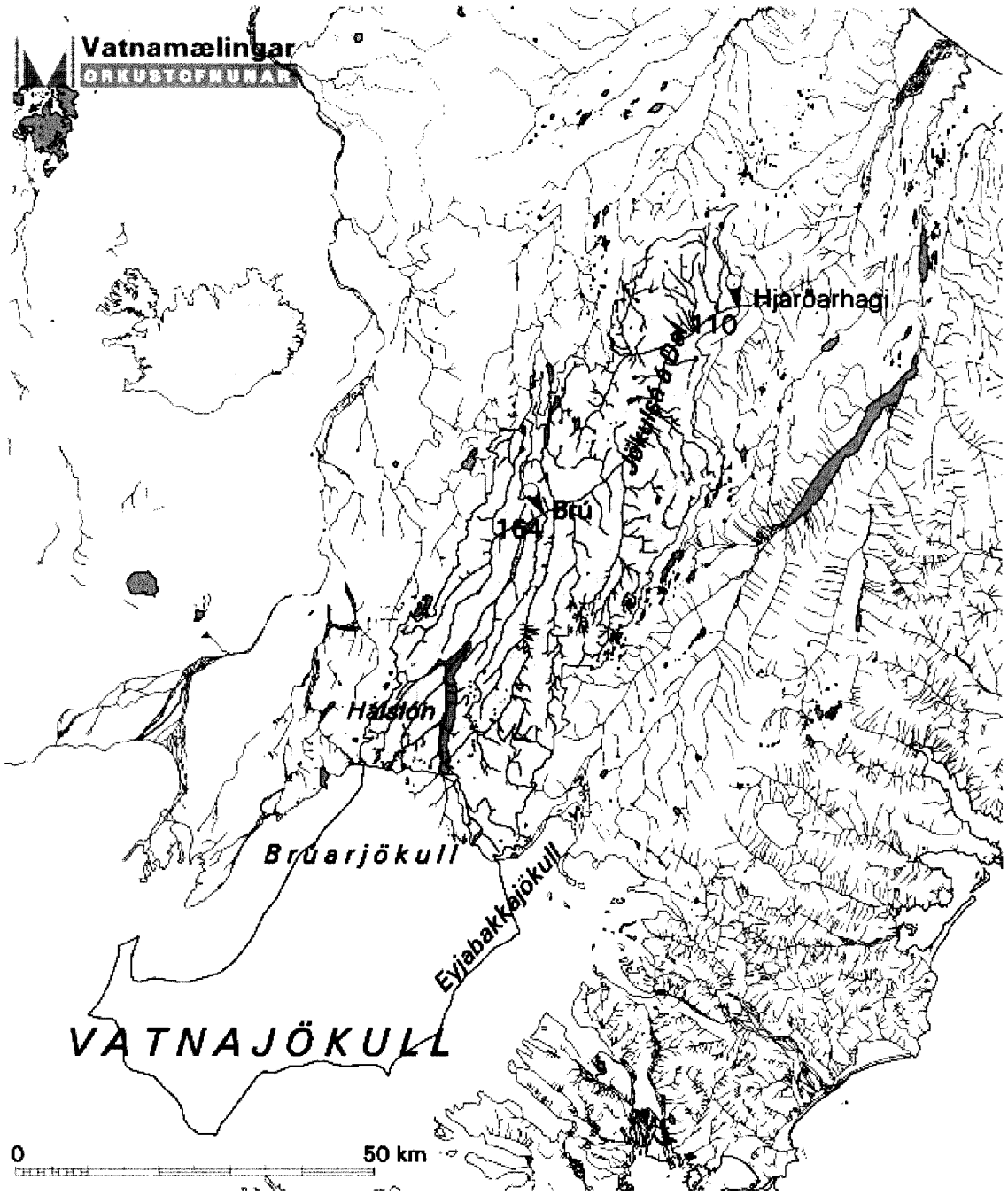
Tafla 4: Niðurstöður kornastærðarmælinga svifaurssýna sem tekin voru á tímabili botnskriðsmælinga. 36

1 Inngangur

Jökulsá á Dal er ein vatnsmesta á Íslands og er vatnasvið hennar um 3700 km^2, þar af eru um 1410 km^2 á jökli (Mynd 1). Meðalrennsli hennar er 145 m^3/s, en á sumrin mælist rennsli hennar oft yfir 500 m^3/s og fer niður fyrir 30 m^3/s á veturna. Gífurlegur aurburður er í ánni á aðalleysingartíma Brúarjökuls í júlí og ágúst, en einnig getur aurburður aukist tímabundið í byrjun sumars (maí/júní) vegna vorflóða þegar snjó leysir á vatnasviði árinnar. Á veturna berst hins vegar mjög lítill aur fram með ánni.

Svifaursmælingar hafa verið gerðar við Hjarðarhaga (Mynd 1) síðan 1963 og hafa ágætis upplýsingar fengist um framburð svifaurs á þessum tíma. Skriðaur hefur hins vegar ekki verið mældur í ánni og hefur því lítið verið vitað um hversu stór þáttur hann er af heildarframburði árinnar. Fyrirhugað Hálslón, sem er hluti af Kárahnjúkavirkjun og mun ná frá Fremri Kárahnjúk og inn að Brúarjökli, mun stöðva stærstan hluta framburðar árinnar. Það er því mikilvægt að meta hversu mikill heildarframburður árinnar er, ekki aðeins með tilliti til umhverfismála, bæði í lónstæðinu og neðan Kárahnjúkastíflu, heldur einnig til að meta líftíma Hálslóns og hegðun setmyndunar innan þess. Í þessari skýrslu er niðurstöðum mælinga á botnskriði Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga sumrin 2000 og 2001 lýst og reynt að meta hlut skriðaurs í heildarframburði árinnar.

Skýrslan var unnin af Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen og Vatnamælingum Orkustofnunar fyrir Landsvirkjun í tengslum við mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar. Fyrir hönd VST unnu Hlín K. Þorkelsdóttir, Sigurður M. Garðarsson og Gunnar Guðni Tómasson að mælingum og túlkun niðurstaðna, en fyrir Vatnamælingar voru það Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarson sem unnu að rannsókninni.



Mynd 1: Vatnasvið Jökulsár á Dal ofan Hjarðarhaga.

2 Mælingar við Hjarðarhaga

Vatnamælingar Orkustofnunar hafa rekið vatnshæðarmæli (vhm 110) við Hjarðarhaga í Jökulsá á Dal í tæp 40 ár. Þar er nú staðsettur rafdrifinn kláfur sem notaður hefur verið undanfarin ár við aurburðarsýnatöku og rennslismælingar í ánni. Jökla er um 90 m breið á þessum stað og þykir þversniðið vera nokkuð dæmigert fyrir ána á þessu svæði. Önnur handknúin strengjabraut er um 50 m ofan við rafdrifna kláfinn og eru rennslismælingar ýmist gerðar á henni eða á rafdrifna kláfnum. Í þessari rannsókn var bæði skriðaurs- og

svifaurssýnataka framkvæmd af rafdrifna kláfnum á meðan rennslismælingar voru gerðar á strengjabrautinni.

2.1 Aðstæður

2.1.1 Árið 2000

Tvær ferðir voru farnar sumarið 2000 að Hjarðarhaga við Jökulsá á Dal til að mæla skriðaur í ánni. Fyrri ferðin tók þrjá daga og var mælt frá 6.–8. júlí. Hin síðari var svo farin í lok ágúst (23.–24. ágúst) og var þá mælt í tvo daga. Í þessum tveimur ferðum náðist að mæla botnskrið við rennsli sem áin nær ekki til á 75 til 95 af hverjum 100 dögum.

Rennslið var nokkuð meira í ágúst en í júlí, en í báðum tilfellum var mikil sveifla innan daganna vegna jökulbráðnunar. Hin mikla dagsveifla í rennsli Jökulsár á Dal gerði það kleift að mæla botnskrið yfir tiltölulega vítt rennslissvið. Við hverja mælingu var vatnshæð við Hjarðarhaga lesin af sírita Vatnamælinga, sem staðsettur er á sýnatökustaðnum. Rennslislykill var svo notaður til að ákvarða rennsli.

Í júlí var minnsta rennsli sem botnskriðsmælingar voru framkvæmdar við um 240 m^3/s en mesta rennsli komst upp í tæpa 440 m^3/s á meðan á mælingum stóð. Hins vegar mældist mesta rennslið á mælingartímanum tæpir 500 m^3/s en þá hafði straumurinn tekið völdin og tekið með sér sýnatakann sem kom í veg fyrir frekari mælingar á skriðaur í þeirri ferð.

Á síðara mælitímabilinu var minnsta rennslið sem mælt var við um 320 m^3/s og var mælt þar til rennsli var komið upp í tæpa 480 m^3/s en þá var ekki lengur mögulegt að mæla í ánni sökum mikils straumhraða.

Veður á mælingartíma í júlí var ágætt, hæglætisvindur (2–10 m/s) og hiti á bilinu 7–16 °C. Skýjað var að mestu og smá skúrir fyrri hluta mælitímabilsins. Á síðari mælitímabilinu var veður ágætt, hæglætisvindur (2–10 m/s) og hiti á bilinu 10–16 °C. Skýjað var að mestu og smá skúrir seinni daginn.

2.1.2 Árið 2001

Árið 2001 voru farnar þrjár botnskriðsferðir að Hjarðarhaga. Fyrsta ferðin var farin 25.–26. júní í upphafi jökulleysingatímans, en dagana 22.–23. júní var fjöldi svifaurssýna tekinn á sama stað. Farið var í aðra ferðina 20. og 21. ágúst og í þriðju og þá síðustu 16.–17. október, þ.e. í lok jökulleysingatímans.

Mikill munur var á rennsli innan þessara þriggja ferða. Regluleg dagsveifla var komin í ána strax í júní en þá mældist minnsta rennsli á sýnatökutímanum 274 m^3/s en mesta rennsli 353 m^3/s. Rennslið var töluvert hærra í sýnatökuferðinni í ágúst og náði mest 454 m^3/s en var rúmum 100 m^3/s minna við lágmark dagsveiflu innan sýnatökutímans. Í október var dagsveiflan orðin óreglulegri þó enn væri hún greinileg (sjá t.d. skýrslu Jórunnar Harðardóttur og Ásgeirs Gunnarssonar frá 2002). Þessa daga var mælt við mun minna rennsli en áður hafði verið gert, eða frá 147 m^3/s til 290 m^3/s.

Í fyrstu ferðinni var veður hlýtt en nokkuð rigndi þann 26. júní. Fyrri daginn í júlí ferðinni rigndi mikið og mældist úrkoma á Brú 17 mm þennan sólarhring en hiti var um 12 °C. Í október var um 5 stiga hiti og gekk á með skúrum fyrri daginn.

2.2 Uppsetning mælitækja

2.2.1 Rennslismælingar

Vatnshæð í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga (vhm 110) hefur verið mæld frá árinu 1963 af Vatnamælingum Orkustofnunar. Síriti er á staðnum sem skráir vatnshæðina og var hann ásamt rennslislykli notaður til að reikna út rennsli á meðan á botnskriðsmælingunum stóð.

2.2.2 Dýptarmælingar

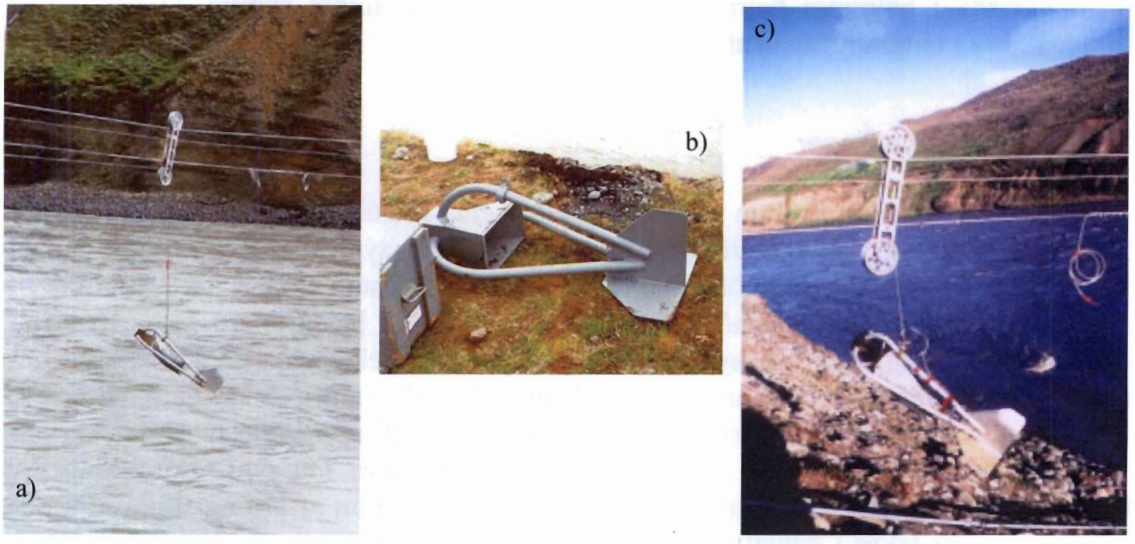
Vatnsdýpi var mælt bæði í júlí og ágúst árið 2000 á þversniði undir rafdrifna kláfnum. Í fyrra skiptið var þversniðið mælt með bæði svifaurssýnataka og með sama tæki og notað var til botnskriðsmælinganna, það er Helley-Smith sýnataka. Í ágúst var eingöngu mælt með skriðaurssýnatakanum. Mælingarnar með svifaurssýnatakanum eru mun betri þar sem sá sýnataki er þyngri og berst ekki niður með straumnum eins og botnskriðssýnatakinn. Sama þversnið var einnig mælt með svifaurssýnataka nokkrum árið 2000 sumar í tengslum við svifaurssýnatöku og rennslismælingar (Ásgeir Gunnarsson o.fl. 2001).

Árið 2001 var stuðst við dýptarmælingar sem gerðar voru samtímis rennslismælingum enda eru þær mun nákvæmari en dýptarmælingar með botnskriðssýnataka. Þversnið árinnar undir rafdrifna kláfnum eru birt í skýrslu frá árinu 2002 um svifaurs- og rennslismælingar í Jökulsá á Dal (Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002).

2.2.3 Botnskriðsmælingar

Sýni af skriðaur voru tekin með Helley-Smith skriðaurssýnataka Vatnamælinga. Tvær mismunandi stærðir eru til af sýnatakanum. Minna tækið er með 7,62 x 7,62 cm^2 sýnatökuop og er 48 kg að þyngd, en stærra tækið er með tvöfalt stærra op (15,24 x 15,24 cm^2) og er 76 kg að þyngd. Skriðaurssýnatakinn var festur við spil á kláfnum og rafmagnsdrifinn mótor notaður til að keyra hann út í ákveðna fjarlægð frá árbakkanum. Sýnatakinn var núllstilltur á vinstri bakka farvegsins (nyrðri bakkinn), á stað sem er um 8 m frá árbakkanum (þessi fjarlægð er þó breytileg eftir rennsli í ánni). Botnskriðsmælingar voru framkvæmdar á sjö stöðum yfir þversniðið og var fyrsta sýnið tekið 20 m frá núllstillingu sýnatakans, en síðan með 10 m millibili.

Árið 2000 var minni sýnatakinn (7,62 x 7,62 cm^2) notaður við allar mælingar nema 10 mælingar sem teknar voru þegar rennslið var sem mest í ágúst. Vert er að geta þess að við mælingar í júlí var notað eldra tæki smíðað nákvæmlega eftir teikningu minna tækisins, en að öllum líkindum var það ekki nema um 15 kg að þyngd vegna mistaka í blýílagningu. Það tæki tapaðist þegar vírinn slitnaði við mælingar við hámarksrennsli á mælitímabilinu. Árið 2001 var minni sýnatakinn notaður í júní, en í ágúst og október voru báðir sýnatakarnir notaðir við sýnatökuna.



Mynd 2: Myndir af sýnatökunum við mælistaðinn á Hjarðarhaga, a) minni skriðaurssýnatakinn yfir ánni, b) stærri skriðaurssýnatakinn, og c) eldri og minni skriðaurssýnatakinn.

Mælingarnar gengu ágætlega fyrir sig og tók hver mæling að jafnaði 10–15 mín. Sýnatakinn var látinn sitja á botninum í ýmist 30 eða 60 s í senn og var svo hífður upp og efnið sem kom í pokann vegið.

Í hverri stöð var tekið eitt núll-sýni þar sem sýnatakinn var látinn síga niður á botn og tekinn strax upp aftur til þess að mæla það efni sem kemur í sýnataka á meðan tækið er á ferð í gegnum vatnsbolinn og jafnframt það efni sem kemur í tækið þegar það sest á botninn. Á bilinu 100–200 g komu í tækið við núll-sýnatöku og var sú þyngd dregin frá því magni sem kom í pokann við venjulega mælingu.

Á árinu 2000 náðist á fyrra mælitímabilinu að taka samtals um 120 sýni með minni sýnatakanum og í ágúst var mælt um 100 sinnum með minni sýnatakanum og 10 sinnum með þeim stærri. Átján þessara sýna voru síðan kornastærðargreind með þurrsigtun á aurburðarstofu Vatnamælinga, þ.e. 10 sýni úr júlísyrpunni og 8 sýni úr ágústsyrpunni. Reynt var að safna sýnum til kornastærðarmælinga bæði við lágmark og hámark dægursveiflunnar. Áttatíu og fimm sýni voru tekin með minni sýnatakanum í júní 2001, 100 sýni í ágústferðinni sama ár, þar af 50 sýni með stóra sýnatakanum, og að lokum voru 56 sýni tekin með stóra sýnatakanum og 60 sýni með þeim minni í október 2001. Sýnum var safnað til kornastærðargreininga árið 2001 eins og fyrra árið, 9 sýni í júní, 14 sýni í ágúst og 6 sýni í október.

Erfiðara var að nota stærri sýnatakann og tók hver mæling lengri tíma. Svo virtist einnig sem fíngerðasti hluti efnisins frussaðist út úr sýnatakanum þegar hann var hífður upp vegna mikils öldugangs og stórs sýnatakaops. Sýnatökupokinn yfirfylltist nokkrum sinnum og þá einna helst 40, 50 og 60 m frá bakka.

Við hátt rennsli kom afdrif á vírinn og færði straumurinn þá sýnatakann um 2–3 m niður eftir ánni frá þversniðinu. Einnig var tekið eftir því að sýnatakinn virtist stundum skoppa eitthvað eftir botninum áður en hann náði að setjast á botninn.

Notast var við blautþyngd sýnanna við alla útreikninga á botnskriði í þessari skýrslu þar sem ekki reyndist unnt að safna og þurrka öll sýnin sem voru tekin. Hins vegar er hægt að nálgast muninn á blautþyngd og þurrþyngd sýnanna með því að skoða

kornastærðargreindu sýnin. Í 15 sýnum af 18 var munurinn minni en 12%, og þar af innan við 6% í helmingi þeirra. Munurinn jókst með minni sýnum og var mestur rúmlega 50% í langminnsta sýninu.

2.2.4 Svifaursmælingar

Svifaurssýni voru tekin í öllum mælingaferðum nema í ágústferðinni 2001. Þann 8. júlí 2000 voru þrjú sýni tekin úr Jökulsá á Dal, þar af eitt sýni af rafdrifna kláfnum við Hjarðarhaga, en tvö sýni af hefðbundnum svifaurssýnatökustað við brú um 2 km ofar við ána. Ekki reyndist mögulegt að taka fleiri svifaurssýni í þessari ferð þar sem vírinn slitnaði vegna þunga skriðaurssýnatakans. Sex sýni voru tekin við Hjarðarhaga í seinni mælingarferðinni árið 2000, þar af þrjú af þversniði undir rafdrifna kláfnum, en þrjú af brúnni ofar við ána. Í mælingarferðum árið 2001 var dreifing svifaurssýnanna ekki jafn góð og áætlað hafði verið við skipulagningu sýnatökunnar. Tíu sýni voru tekinn 2–3 dögum áður en botnskriðsmælingarnar fóru fram í júní (fimm af brú og fimm af kláfi), engin sýni voru tekin í ágústferðinni, en átta sýni, þar af fjögur af kláfi, voru tekin í október. Öll sýnin voru kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga.

Þessi svifaursýni voru notuð til þess að meta betur skilin á milli skriðaurs og svifaurs, þ.e. hvaða kornastærðir ferðast um í vatnsbolnum sjálfum miðað við það efni sem berst fram með botni. Skilin þarna á milli eru mjög breytileg eftir rennsli árinnar og öðrum aðstæðum í vatnsbolnum s.s. seigju vatnsins og eðlisþyngd kornanna.

Til þess að meta svifaursframburð árinnar er hins vegar stuðst við nýjan aurburðarlykil sem gerður hefur verið fyrir svifaursframburð í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga og byggir hann á mælingum á svifaur undanfarin 40 ár (Svanur Pálsson o.fl. 2000). Í þeirri skýrslu má finna frekari upplýsingar um framburð og kornastærð svifaurs í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga.

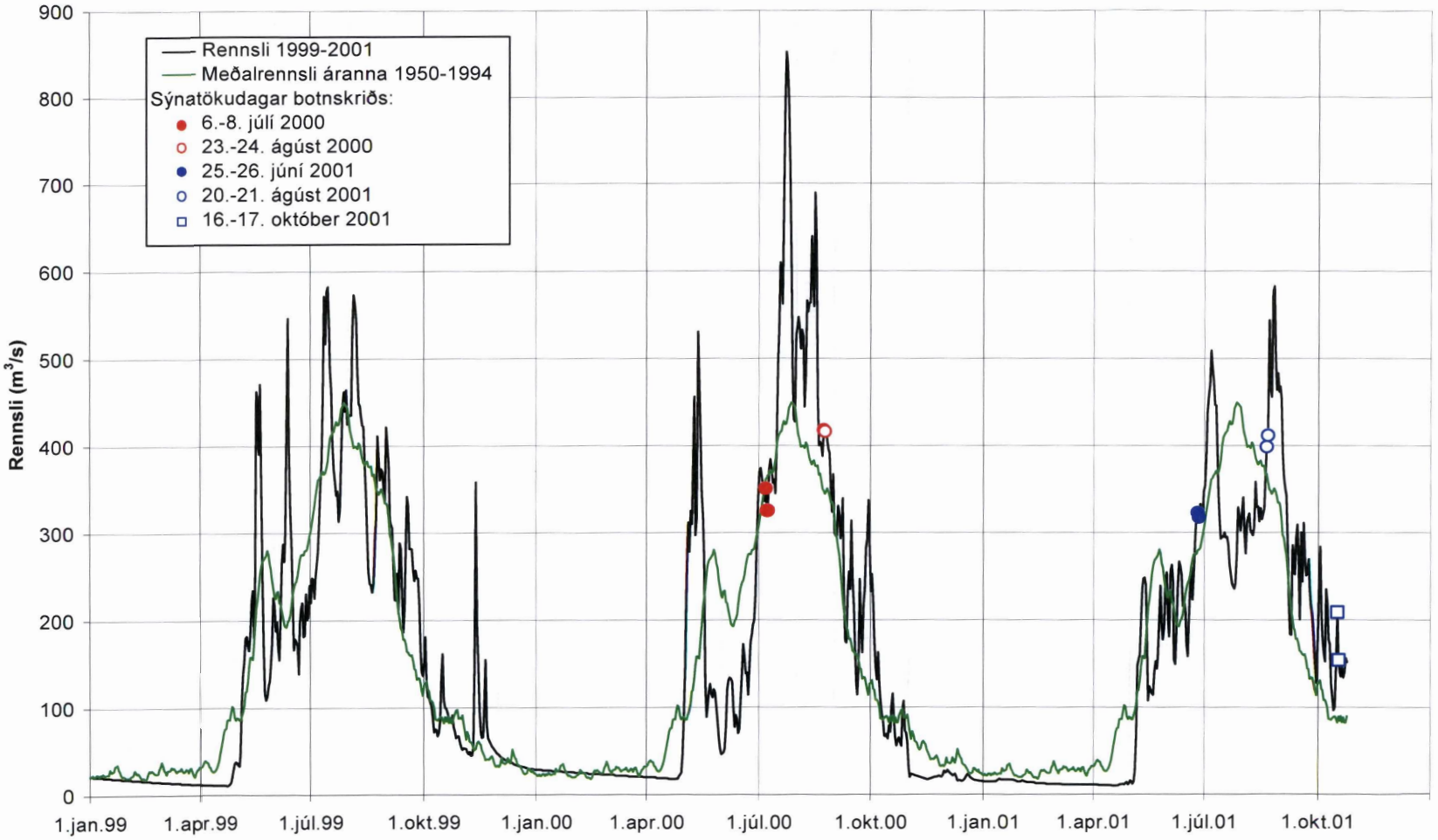
3 Niðurstöður

3.1 Niðurstöður rennslis- og dýptarmælinga

3.1.1 Mælt rennsli

Á Mynd 3 er rennsli Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga (vhm 110) sýnd fyrir árin 1999–2001 og eru sýnatökudagar botnskriðs merktir inn á myndina. Til samanburðar er meðalrennsli fyrir árin 1950–1994 einnig sýnt. Greinilegt er að rennslið er talsvert mismunandi milli ára. Til dæmis var mesta dagsrennsli árið 2000 mun hærra heldur en bæði árin 1999 og 2001. Einnig má sjá að vorflóðin 1999 og 2000 voru miklu stærri en árið 2001. Myndin sýnir einnig glögglega hvaða rennslisaðstæður voru ríkjandi þegar botnskriðsmælingarnar voru framkvæmdar. Fyrri mælisyrpan sumarið 2000 var tekin þegar rennsli í ánni var að aukast (um 340 m^3/s) og náði rennslið hámarki um 2 vikum síðar (um 850 m^3/s). Seinni mælisyrpan var tekinn um 4 vikum eftir að rennslið í ánni náði hámarki (um 420 m^3/s). Fyrri mælisyrpan árið 2001 var einnig tekin þegar rennslið var að aukast (um 320 m^3/s) og sú síðari um 7 vikum síðar, einnig þegar rennslið var að aukast (um 400 m^3/s). Haust mælisyrpan árið 2001 er síðan tekin við mun minna rennsli eða á bilinu 150–200 m^3/s. Myndin sýnir meðaldagsrennsli dagana sem mælt var en eins og Tafla 1 sýnir er talsverð dægursveifla flesta dagana sem mælt var.

Erfitt er að draga einhverjar ákveðnar ályktanir út frá rennslinu þar sem mæliferðirnar eru of fáar en þó er rétt að hafa rennslismyndina í huga þegar niðurstöður skriðaursmælinganna eru skoðaðar hér á eftir.

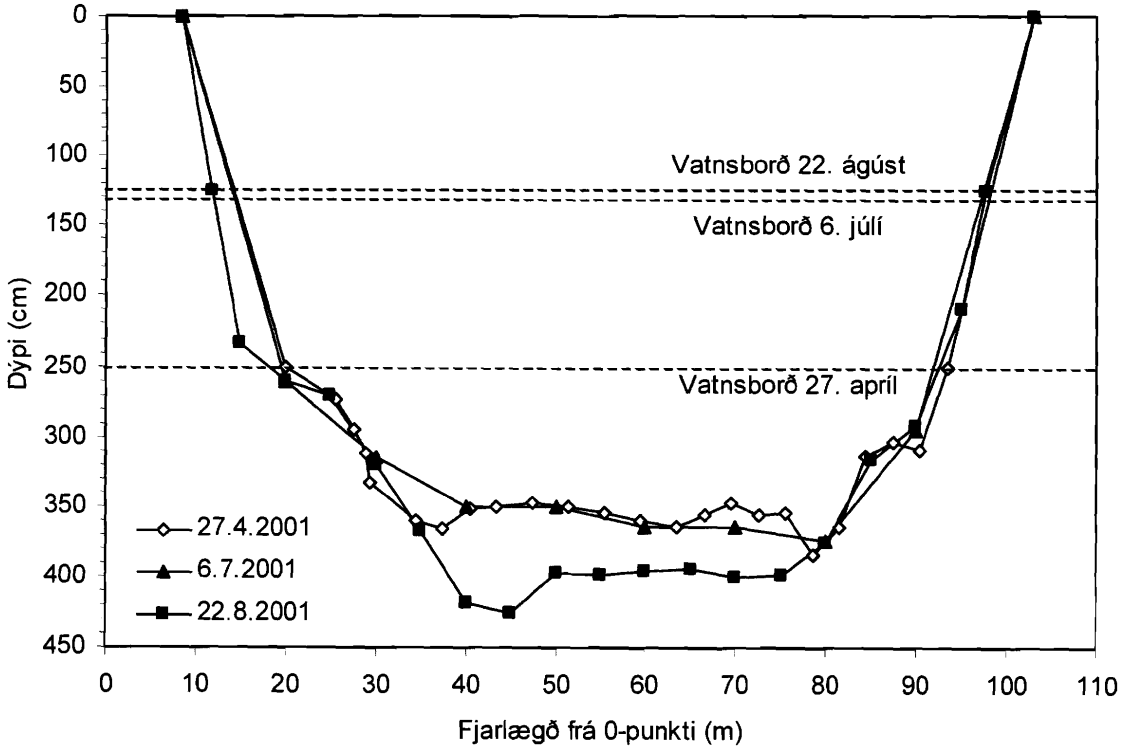


Mynd 3: Meðaldagsrennsli Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga 1999-2001 ásamt meðaltali áranna 1950-1994.

3.1.2 Mælt þversnið og dýpi

Dýptarsnið voru mæld í júlí og ágúst 2000 samtímis botnskriðsmælingum og eru sniðin, ásamt sniði sem tekið var í apríl sama ár, sýnd á Mynd 4. Dýptarsniðin sem mæld voru með skriðaurssýnatakanum reyndust ónothæf þar sem tækið rak með straumnum og gaf þar af leiðandi of mikið dýpi. Sniðin í apríl og júlí eru svipuð og hefur botninn aðeins breyst lítillega á milli mælinganna. Hinsvegar er miðjuhluti farvegsins u.þ.b. 80 cm dýpri í ágústmælingunni, sem er gerð við um 100 m^3/s meira dagsrennsli en júlímælingin og eftir að sumarhámarki í rennsli var náð eins og Mynd 3 sýnir. Farvegurinn hefur síðan dýpkað þegar líða tók á sumarið. Út frá þessum mælingum má álykta að á botninum sé tæplega 1 m lag af framburði sem aðeins fer á hreyfingu eftir að ákveðnum straumhraða er náð við ákveðið rennsli. Sniðið er ekki alveg samhverft og er heldur meira rennsli í hægri hluta sniðsins, sérstaklega fyrir grynnri sniðin (apríl og júní snið). Þetta er í samræmi við lögun farvegarins, sem er að rétta úr sér eftir beygju ofan við sýnatökustaðinn.

Fleiri farvegasnið við Hjarðarhaga má finna í skýrslum Orkustofnunar um niðurstöður rennslis og aurburðar við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001 (Ásgeir Gunnarsson o.fl., 2001, Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson, 2002).



Mynd 4: Þrjú dýptarsnið í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga mæld árið 2000. Upphafspunktur dýpis er miðaður við hæsta vatnsborð sem mælt var samhliða rennslismælingu árið 2000, eða 377 cm. Einnig er sýnt vatnsborð við mælingu dýptarsniðanna.

3.2 Niðurstöður botnskriðsmælinga

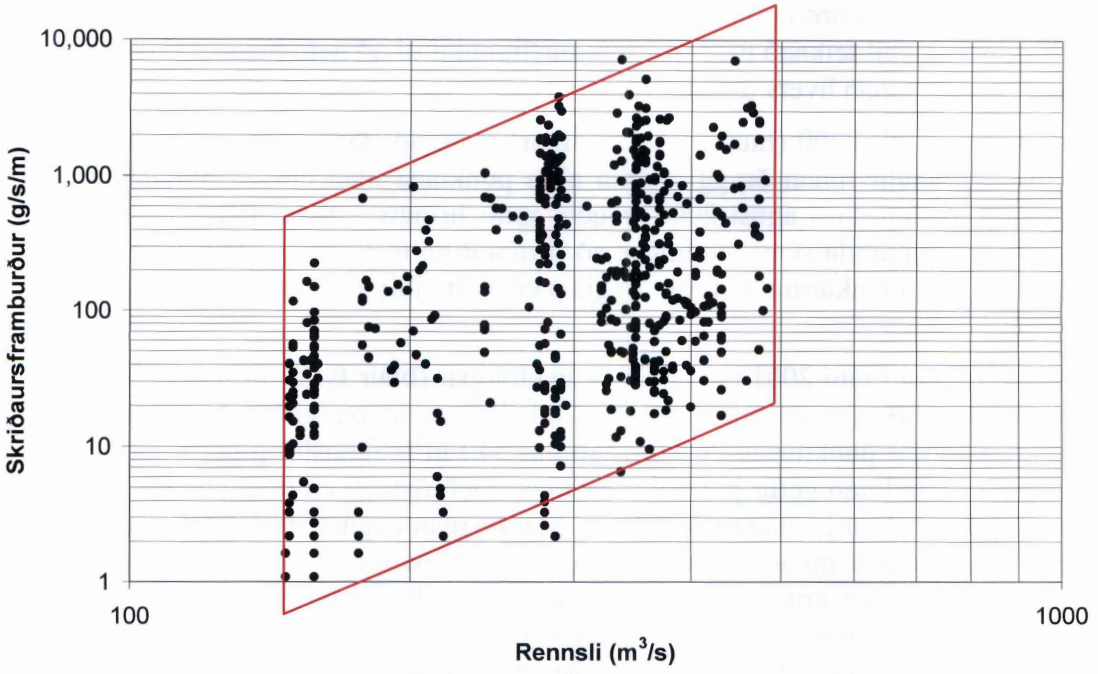
Botnskrið var mælt sumarið 2000 og sumarið og haustið 2001. Alls voru farnar fimm ferðir og mælt í 2–3 daga í hvert sinn. Tafla 1 gefur yfirlit yfir ferðirnar og hversu oft var mælt í hvert sinn og á hverri stöð. Alls voru teknar 539 mælingar. Ljósmyndir af völdum sýnum eru sýndar á Myndum V-1 til V-7 í viðauka.

Tafla 1: Yfirlit skriðaursmælinga árin 2000 og 2001.

2000				2001			
Mælitímabil	Stöð*	Fjöldi mælinga	Mesta / minnsta rennsli	Mælitímabil	Stöð*	Fjöldi mælinga	Mesta / minnsta rennsli
6.–8. júní	20	13	400 / 279	25.–26. júní	20	12	349 / 276
	30	13	400 / 279		30	12	349 / 274
	40	21	404 / 268		40	12	351 / 276
	50	17	396 / 247		50	13	351 / 276
	60	19	396 / 241		60	12	353 / 276
	70	21	436 / 241		70	12	353 / 276
	80	13	427 / 244		80	12	353 / 279
Alls		117		Alls		97	
23.–24. ágúst	20	14	478 / 321	20.–21. ágúst	20	16	400 / 347
	30	14	473 / 329		30	16	409 / 349
	40	15	473 / 329		40	16	409 / 349
	50	16	480 / 333		50	12	359 / 349
	60	17	483 / 325		60	12	361 / 349
	70	17	473 / 321		70	16	454 / 349
	80	16	473 / 321		80	12	383 / 347
Alls		109		Alls		100	
				16.–17. október	20	15	217 / 147
					30	15	216 / 149
					40	18	213 / 149
					50	18	208 / 149
					60	18	203 / 150
					70	18	199 / 150
					80	14	192 / 150
				Alls		116	

* Stöðvanúmer eiga við metra frá 0-punkti við vatnamælingahús á vinstri bakka árinnar.

Á Mynd 5 eru niðurstöður allra mælinganna sýndar, sem magn skriðaurs á sekúndu á metra sem fall af rennsli. Myndin sýnir að dreifing mælinganna er mikil, allt að því slembin innan þess sviðs sem mælt var, sérstaklega fyrir hærri rennslisgildin. Það má þó greina tilhneigingu til aukins aurburðar með rennsli en engu að síður er ljóst að mikill breytileiki er til staðar í mælingunum þegar mælisafnið er skoðað í heild eins og myndin sýnir.



Mynd 5: Mældur skriðaursframburður við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001. Rúmlega 500 sýni voru tekin.

Mælingarnar voru teknar á sjö stöðvum í þversniðinu, eins og kemur fram í Töflu 1. Á Mynd 6 eru allir mælipunktarnir teiknaðir (eins á Mynd 5) en nú litaðir eftir því á hvaða stöð mælingin var tekin (þversniðið er sýnt á Mynd 4). Aftur má sjá mikinn breytileika í gögnunum en þó kemur fram að mælingarnar eru aðgreinanlegar eftir stöðvum. Myndin sýnir leitnilínur fyrir hverja stöð á forminu $q_s = a \cdot Q^b$, þar sem q_s er mældur skriðaur á sekúndu á breiddarmetra, Q er mælt rennsli og a og b eru fastar. Fyrir allar stöðvarnar sýna línurnar að aurburðurinn eykst með rennsli. Stöðvar 50, 60 og 70 hópast saman og gefa mestan aurburð fyrir gefið rennsli. Þessar þrjár stöðvar eru í miðju farvegarins, þar sem búast má við mesta aurburðinum. Leitnilínan fyrir stöð 40 gefur aðeins minni aurburð og þar rétt neðar er línan fyrir stöð 80. Mun neðar, og nálægt hvor annarri eru svo stöðvar 20 og 30. Þessi flokkun er mjög í takt við lögun þversniðsins og því má draga þá ályktun að mælingarnar nái a.m.k. að lýsa dreifingu botnskriðsins innan þversniðsins.

Byggt á greiningunni sem sýnd er á Mynd 6 er stöðvunum skipt í tvo flokka. Í öðrum flokknum eru stöðvar 40 til 80, alls 50 breiddarmetrar og í hinum flokknum stöðvar 20 og 30, alls 20 breiddarmetrar. Í eftirfarandi greiningu verður þessi flokkun notuð til að meta skriðaursmagn sem fer í gegnum sniðið, þ.e., gert verður ráð fyrir að

meðhöndla megi mælingarnar óháð því í hvaða stöð mælingin var tekin, annars vegar fyrir stöðvar 40 til 80 og hins vegar fyrir stöðvar 20 til 30.

Mælingarnar fyrir stöðvar 40 til 80 eru flokkaðar eftir tíma og rennsli í Viðauka. Hver flokkur samanstendur af 4–20 mælingum sem eru teknar yfir tiltölulega stutt tímabil (yfirleitt minna en 3 klst.) þannig að rennslisbreytingin yfir tímabilið er minna en 6–7%. Þessi flokkun gefur 8 mælihópa fyrir júlí 2000, 8 mælihópa fyrir ágúst 2000, 4 mælihópa fyrir júní 2001, 7 mælihópa fyrir ágúst 2001 og 5 mælihópa fyrir október 2001, eða 32 mælihópa alls. Niðurstöður fyrir þessa mælihópa eru sýndar á Mynd 7 ásamt leitnilínum (eins og áður á forminu $q_s = a \cdot Q^b$) fyrir hvert mælitímabil. Einnig er 90% öryggisbil teiknað með hverjum mælipunkti til að gefa hugmynd um dreifingu mæligildanna innan hvers mælihóps.

Mælisyrpan í júlí 2000 (rauðir fylltir hringir) sýnir að skriðaurinn eykst með rennsli. Leitnilínan lendir innan öryggismarka allra punktana utan eins. Svipaða sögu má segja um mæligildin í ágúst 2000 (rauðir opnir hringir). Samanburður milli þessara tveggja mælitímabila sýnir glögglega að skriðaurinn mældist minni í ágúst en júlí þar sem allir mælipunktarnir í ágúst liggja neðar en júlí punktarnir fyrir sambærilegt rennsli.

Í mælisyrpunni í júní 2001 eru aðeins 4 mælihópar (bláir fylltir hringir). Þrír af þeim voru teknir við nánast sama rennsli (280–290 m^3/s) og gefa nánast sama meðal aurburð. Fjórði punkturinn er tekin við um 340 m^3/s rennsli og gefur talsvert hærri aurburð. Leitnilínan gefur því mikla hækkun með rennsli en öryggisbilið fyrir fjórða punktinn inniheldur þó nánast hina þrjá. Mælisyrpan í ágúst 2001 (bláir opnir hringir) gefur frekar óvissa mynd af aurmagninu. Mælihóparnir 6 (af 7) sem teknir eru við lægri rennslisgildin eru á tiltölulega þröngu rennslisbili og með stór öryggismörk. Síðasti mælihópurinn er tekinn við um 450 m^3/s rennsli og gefur mikinn aurburð. Öryggismörkin fyrir hann eru þó mjög stór enda byggir hann aðeins á fjórum mæligildum. Efsti punkturinn leiðir-til þess að leitnilínan er vaxandi með rennsli.

Mælisyrpan í október (bláir opnir ferningar) var tekin sérstaklega til að mæla skriðaur við tiltölulega lítið rennsli. Mælihóparnir eru 5 og spanna um 60 m^3/s svið. Mælingarnar vaxa með rennsli og hafa tiltölulega þröng öryggismörk. Mælisyrpan sýnir greinilega að við lítið rennsli er skriðaurinn miklu minni en við hærra rennsli.

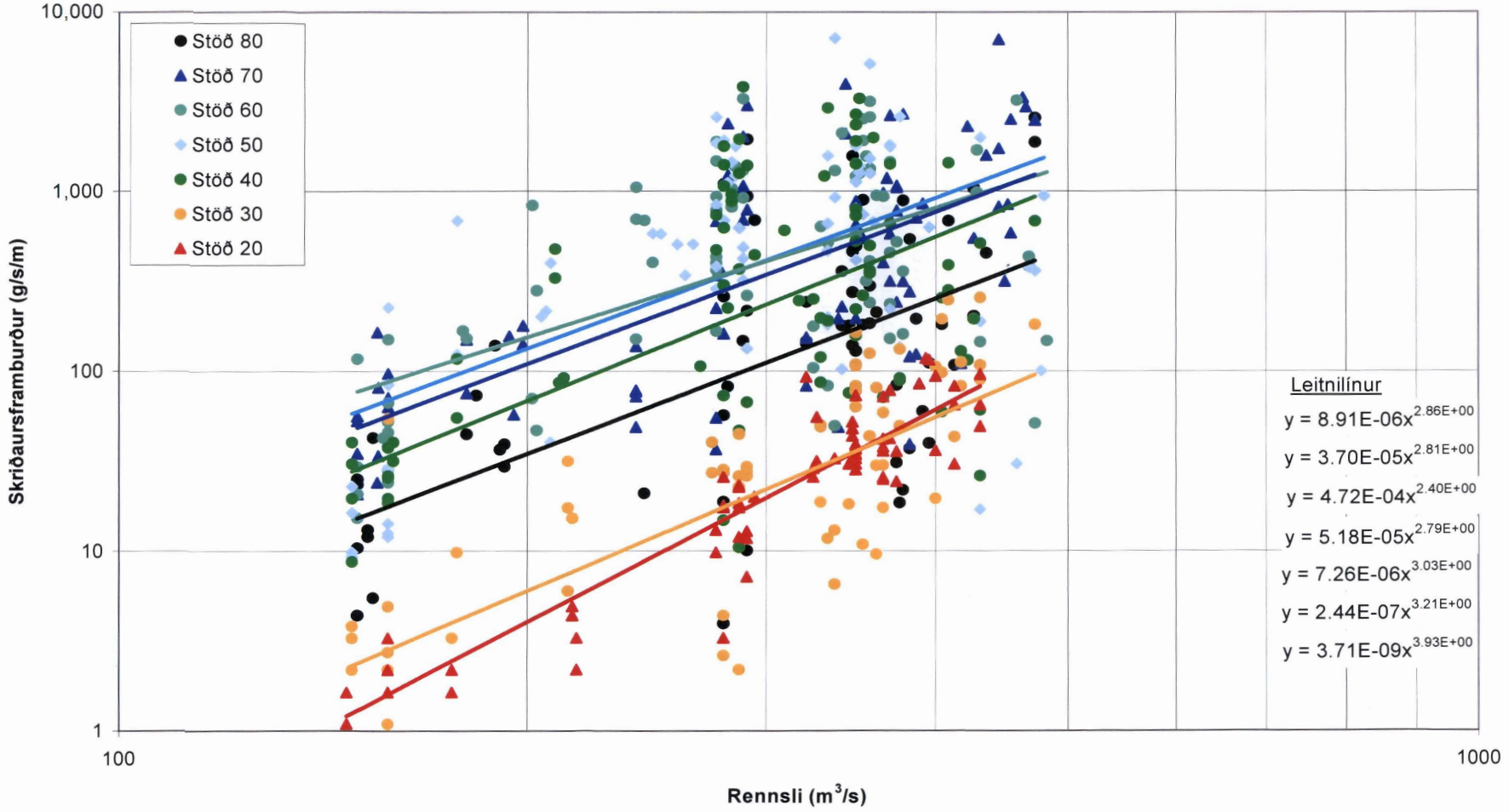
Samanburður á milli áranna sýnir að mælipunktarnir fyrir árið 2000 (rauðu punktarnir) liggja mun neðar en mælipunktarnir fyrir árið 2001 (bláu punktarnir). Þetta gefur til kynna að framburður skriðaurs árið 2001 hafi verið mun meiri en árið 2000. Einnig má sjá að mælingarnar fyrri hluta sumars (fylltir punktar) liggja mun ofar en mælipunktar seinni hluta sumars (opnir punktar) sem gefur til kynna að framburður skriðaurs seinni hluta sumar sé minni en fyrri hluta sumars. Það er því ljóst að breytileiki skriðaurs er ekki aðeins innan mælihópa (sést af vídd öryggismarkanna) heldur er breytileikinn einnig mikill innan sumarsins og milli ára. Þessi mikli breytileiki í botnskriðinu, sem glögglega kemur fram í gögnunum, sýnir að nauðsynlegt er að mæla botnskriðið oft til þess að möguleiki sé að ná utan um breytileikann. Mælingarnar 539 sem gerðar voru 2000 og 2001 nálgast þetta markmið. Skriðaursmælingar voru einnig gerðar sumarið 2002 en ekki er enn búið að fullvinna gögn úr þeim en búast má við að þær muni bæta matið á skriðaursframburði og verður fróðlegt að sjá hvar þær lenda inn á Mynd 7.

Breytileiki skriðaursframburðar getur stafað af mörgum samverkandi ástæðum. Ljóst er að það náttúrulega ferli sem flytur aur fram með árbotni er ekki samfellt heldur háð

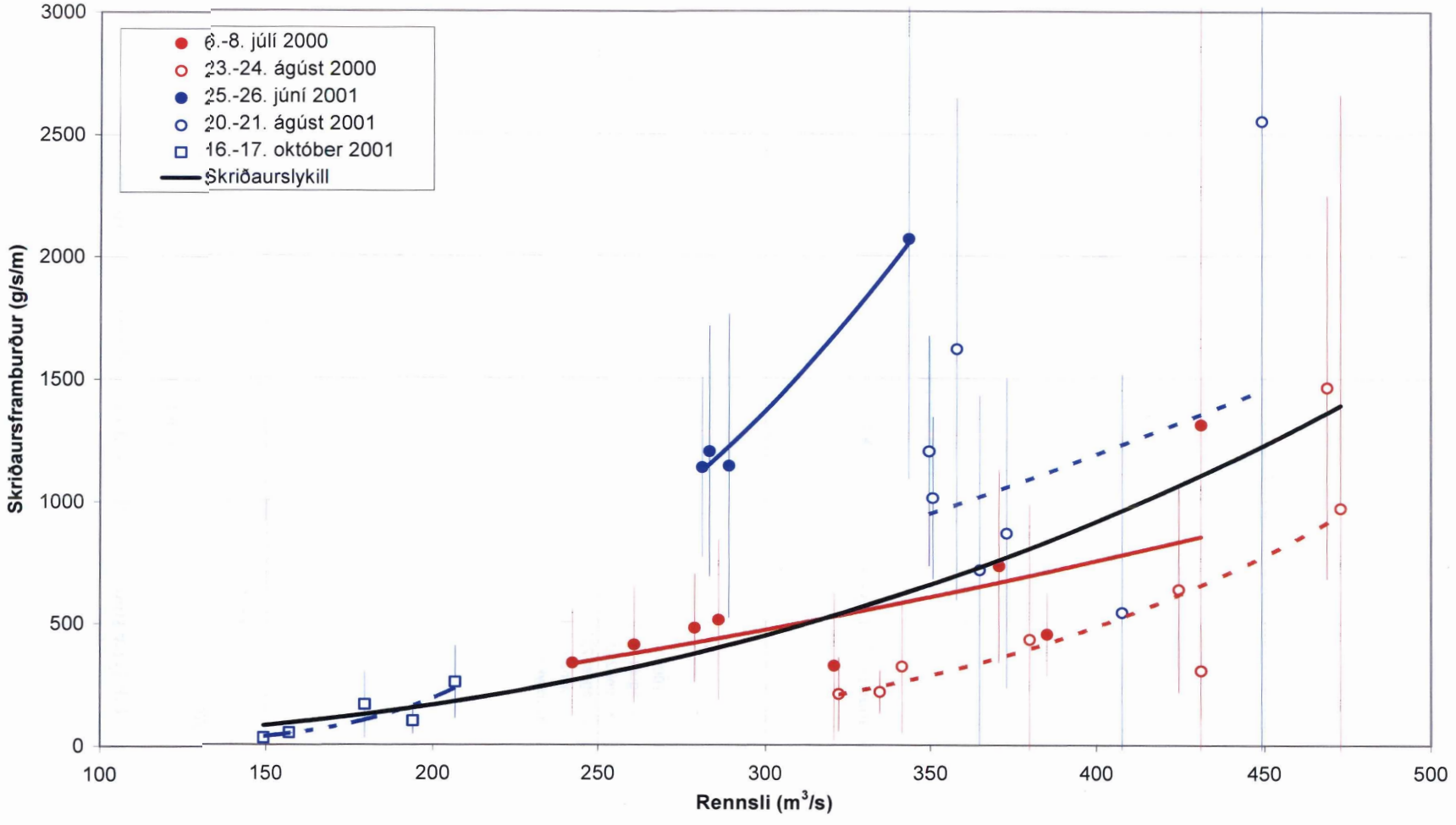
mörgum slembnum breytum sem nánast ómögulegt er að greina, til dæmis iðustreymi við botninn. Dægursveifla rennslis yfir sumartímann leiðir sennilega til þess að flutningur aurs við botninn verður enn óreglulegri. Aðgangur árinnar að efni til að flytja skiptir einnig miklu máli og spilar aurasvæðið neðan Dimmugljúfra þar vafalaust stórt hlutverk. Aurarnir miðla skriðaurnum að einhverju leyti og stjórna þannig aðgangi árinnar að efni. Breytileiki árinnar á aurunum skiptir því vafalítið máli, sérstaklega þegar horft er til breytinga milli mánaða og ára. Það er því ljóst að ástæður breytileika í gögnunum eru nægar frá náttúrunnar hendi. Ofan á þennan breytileika má síðan bæta breytileika vegna mælinganna sjálfra en ljóst er að í straumharðri á eins og Jökulsá á Dal er ekki að búast við að allar mælingar séu sambærilegar þar sem sýnatakinn getur til dæmis lent í mismunandi aðstæðum á botninum.

Þó breytileikinn sé mikill í gögnunum þá kemur ákveðin fylgni fram eins og Mynd 7 sýnir. Til dæmis er mælihópurinn fyrir júlí 2000 mjög samkvæmur sjálfum sér. Sterkasta leitnin sem gögnin sýna er aukning aurburðar með rennsli sem er það sem búast mátti við fyrirfram. Líkan með skriðaurslykil á forminu $q_s = a \cdot Q^b$ er því fellt að öllum mælihópunum. Besta líkanið gefur a = $2{,}89 \cdot 10^{-4}$, og b = 2,50. Skriðaurslykill á þessu formi er sýndur á Mynd 7 sem svört þykk lína. Línan þræðir milli áranna tveggja og fellur vel að október mælihópunum. Einnig fellur hún í rúmlega helmingi tilfella innan öryggismarka fyrir mælihópana. Frávik (e. residuals) líkansins eru sýnd á Mynd 8 og gefur dreifing frávikanna ekki tilefni til að hafna slíku líkani af magni skriðaurs.

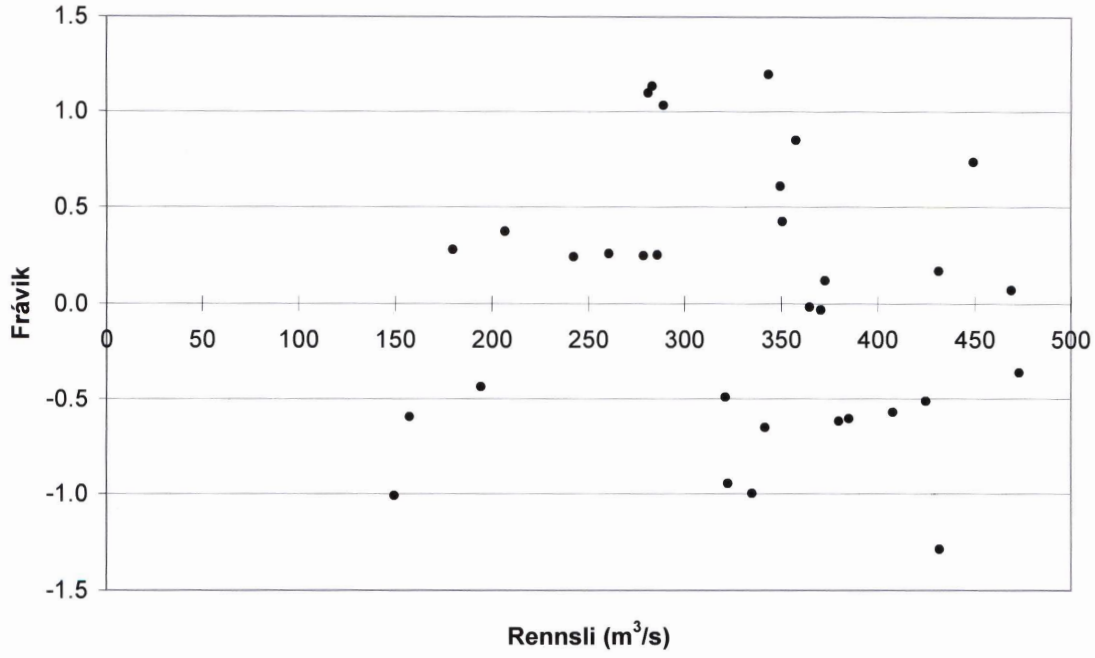
Skriðaursmælingarnar voru gerðar við rennsli frá um 150 m^3/s upp í tæpa 500 m^3/s. Þetta rennslisbil er aðeins neðri helmingur af því sviði sem rennslismælingarnar við Hjarðarhaga spanna, en mesta mælda rennsli við Hjarðarhaga er um 1000 m^3/s. Mynd 9 varpar ljósi á hvernig lykillinn hagar sér við hærri rennsli. Það er í sjálfu sér ekkert sem mælir gegn því að lykill sé vaxandi með sama veldisvísi (2,50) upp í 1000 m^3/s ef botnskriðið væri aðeins háð rennsli, en hann gæti einnig orðið flatari við hærri rennsli ef botnskriðið takmarkast af framboði við mjög hátt rennsli. Afleiðingar af þessu eru ræddar frekar hér á eftir þegar mat er lagt á heildarskriðaursmagn út frá skriðaurslyklinum.



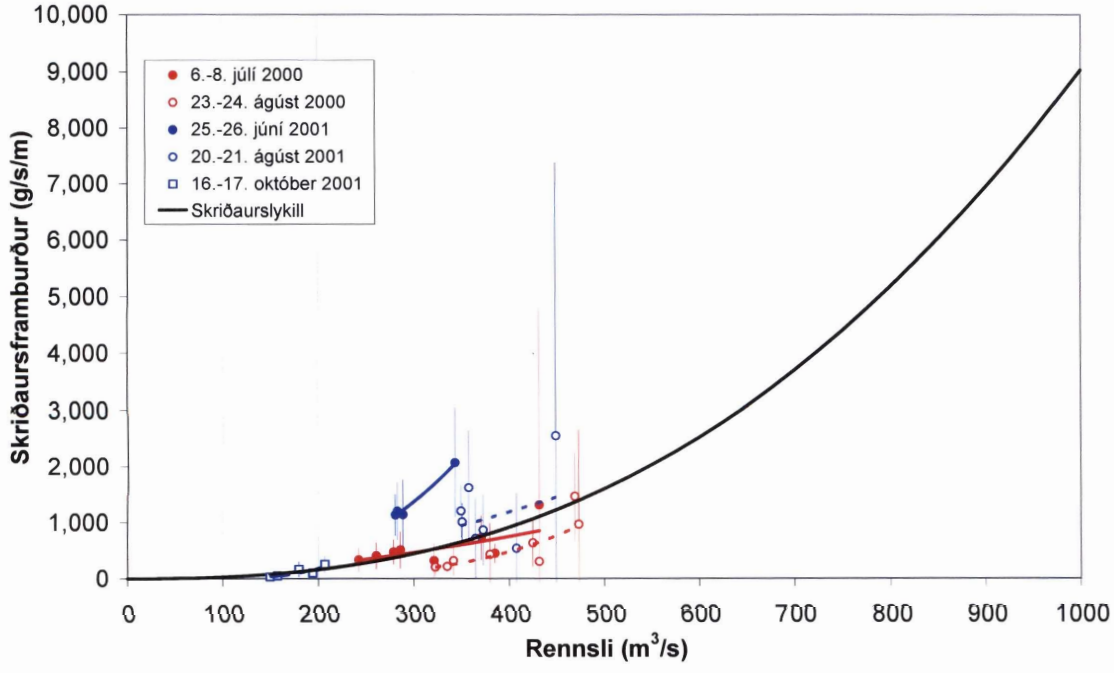
Mynd 6: Mældur skriðaursframburður við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001 flokkaður eftir stöðvum. Leitnilínur fyrir hverja stöð eru sýndar.



Mynd 7: Mælihópar skriðaursmælinganna í stöðvum 40–80 ásamt öryggismörkum. Sýndar eru leitnilínur fyrir hvert mælitímabil ásamt heildarskriðaurslykli.

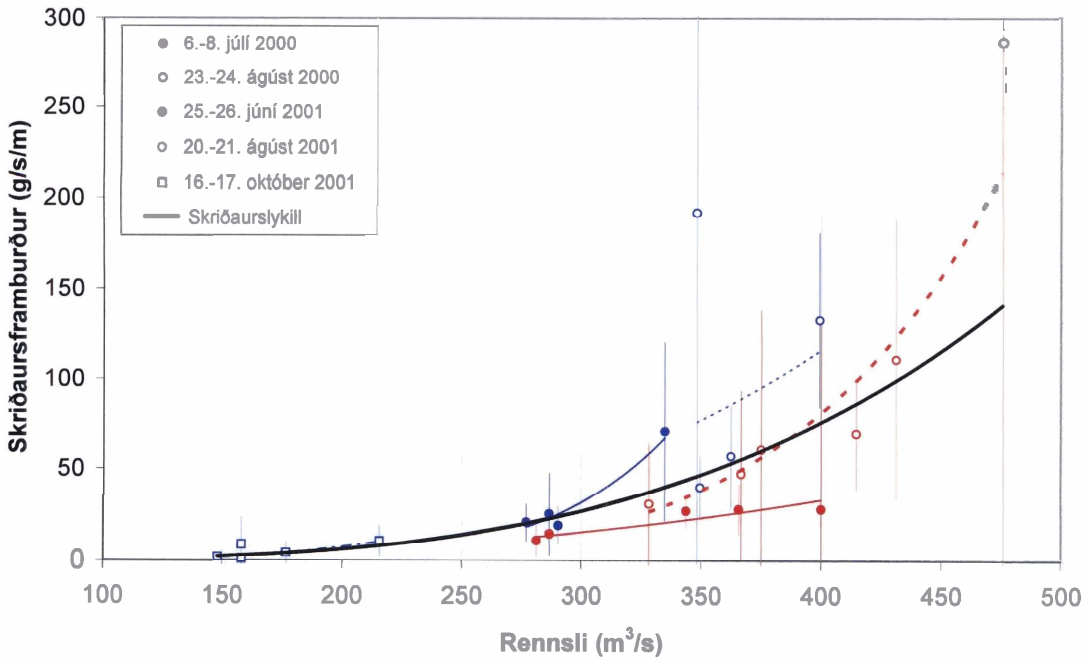


Mynd 8: Frávik skriðaurslykils fyrir stöðvar 40–80.

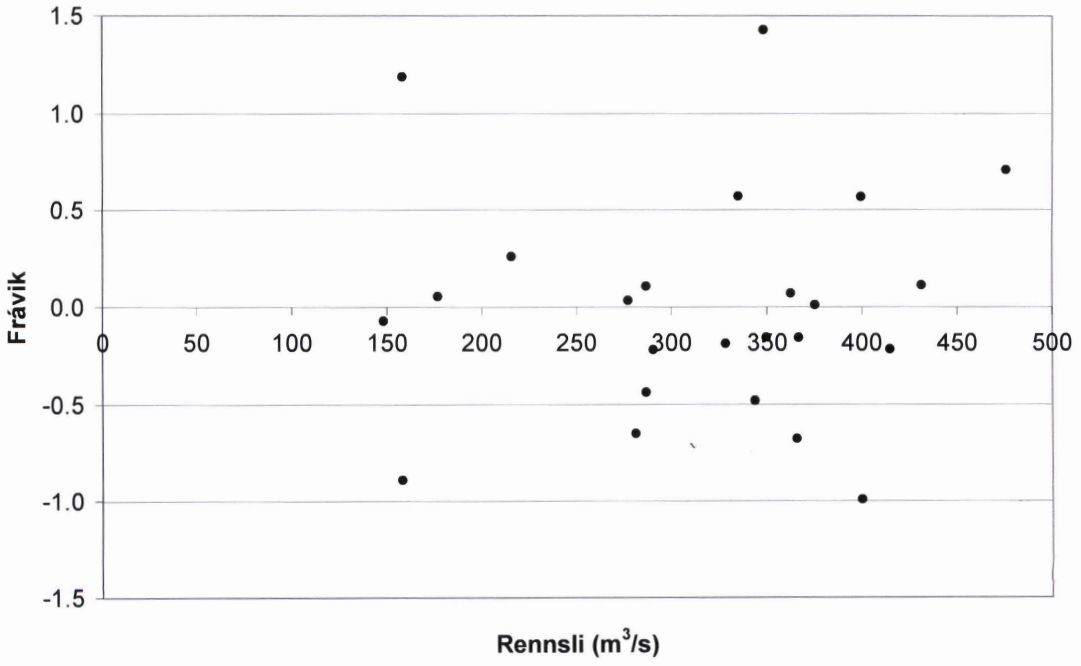


Mynd 9: Skriðaurslykill fyrir stöðvar 40–80 yfir allt rennslissviðið við Hjarðarhaga.

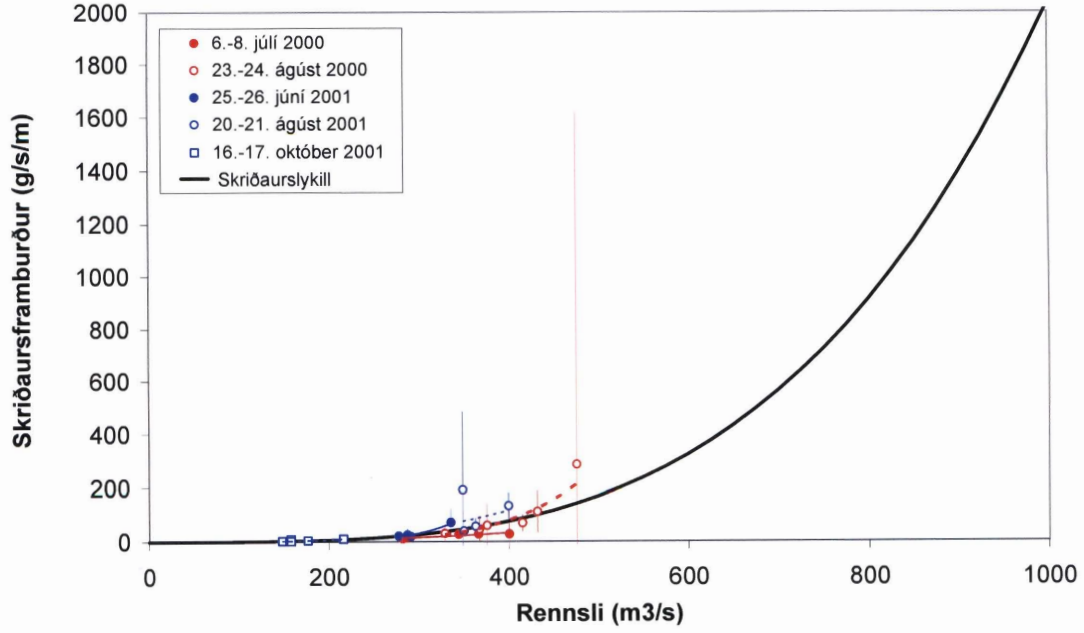
Mælingarnar í stöðvum 20 og 30 voru greindar á sama hátt. Mynd 10 sýnir mælihópana með leitnilínum. Greinilegt er að skriðaurinn er miklu minni í þessum stöðvum samanborið við hinar stöðvarnar. Skriðaursframburðurinn eykst greinilega með auknu rennsli en aftur er mikil dreifing innan einstakra mælihópa. Svipaður munur kemur einnig fram milli mælitímabila og áður, það er, skriðaurinn mælist meiri árið 2001 en 2000 og eins er meiri framburður. Eini munurinn er að árið 2000 mælist minni framburður í júlí en ágúst. Eins og áður er sett fram líkan af magni skriðaurs á forminu $q_s = a \cdot Q^b$ er fellt að öllum mælihópunum. Besta líkanið gefur $a = 3{,}41 \cdot 10^{-8}$, og $b = 3{,}59$. Skriðaurslykill á þessu formi er sýndur á Mynd 10 sem svört þykk lína. Línan þræðir milli áranna tveggja og fellur vel að október mælihópunum. Einnig fellur hún í meirihluta tilfella innan öryggismarka fyrir mælihópana. Frávik líkansins eru sýnd á Mynd 11 og gefur dreifing frávikanna ekki tilefni til að hafna slíku líkani af magni skriðaurs. Aftur er vakin athygli á því að skriðaursmælingarnar voru gerðar við rennslis frá um 150 m^3/s upp í tæpa 500 m^3/s. Þetta rennslisbil er aðeins neðri helmingur af því svið sem rennslismælingarnar við Hjarðarhaga spanna, en mesta mælda rennsli við Hjarðarhaga er um 1000 m^3/s. Mynd 12 varpar ljósi á hvernig lykillinn hagar sér við hærri rennsli.



Mynd 10: Mælihópar skriðaursmælinganna í stöðvum 20–30 ásamt öryggismörkum. Sýndar eru leitnilínur fyrir hvert mælitímabil ásamt heildarskriðaurslykli.



Mynd 11: Frávik skriðaurslykils fyrir stöðvar 20–30.



Mynd 12: Skriðaurslykill fyrir stöðvar 20–30 yfir allt rennslissviðið við Hjarðarhaga.

3.2.1 Heildarmagn skriðaurs

Út frá þessari greiningu er heildarbotnskrið Jökulsár á Dal við Hjarðarhaga reiknað. Skriðaurslyklunum er beitt á rennslisraðir Vatnaskila frá 1950–1994 (Vatnaskil, 2000). Niðurstöður reikninganna er að finna í Töflu 2. Meðal árlegur skriðaursframburður reynist vera rúmlega 400 þús. tonn á ári.

Tafla 2: Niðurstöður útreikninga á heildarskriðaur.

Stöð	Breidd (m)	Árlegt botnskrið (þús. tonn)	Hlutfall skriðaursframburðar við rennsli < 100 m^3/s % (fj. daga í %)	Hlutfall skriðaursframburðar við rennsli á bilinu 100-500 m^3/s % (fj. daga í %)	Hlutfall skriðaursframburðar við rennsli > 500 m^3/s % (fj. daga í %)
40–80	50	402			
20–30	20	15	1 (57)	66 (39)	33 (4)
Samtals	70	417			

Til að varpa ljósi á við hvaða rennslisaðstæður skriðaurinn berst fram þá er hlutfall botnskriðs á mismunandi rennslisbilum sýnt. Eins og búast mátti við berst óverulegur hluti skriðaursins (um 1%) fram við rennsli minna en 100 m^3/s, en um 57% af tímanum er rennslið undir 100 m^3/s. Jafnvel þó engar skriðaursmælingar séu til fyrir rennsli undir 100 m^3/s þá gefa október mælingarnar 2001 það til kynna að engin ástæða sé til að efast um að botnskriðið sé óverulegt fyrir slíkt rennsli. Við rennsli frá 100 til 500 m^3/s (um 39% af tímanum) berst um 66% af aurnum fram. Þetta rennslisbil er það sem mælingarnar ná yfir og eru því gögnin áreiðanlegust fyrir þetta tímabil. Fyrir rennsli hærra en 500 m^3/s (um 4% af tímanum) berst um 33% af skriðaurnum fram. Engar skriðaursmælingar eru til fyrir þetta rennslisbil en mesta rennsli samkvæmt rennslisröðum Vatnaskila er tæplega 1000 m^3/s. Þar sem engar skriðaursmælingar eru til fyrir rennsli meira en 500 m^3/s þá ríkir ákveðin óvissa um hvort lengja megi lykillinn eins og Mynd 9 sýnir. Það er hugsanlegt að áin beri fram minna magn heldur en reiknað er fyrir þetta rennslisbil þar sem lenging á lyklinum gerir ráð fyrir að engin takmörk séu á framboði af efni, en líklegt er að við mjög hátt rennsli takmarkist botnskriðið af aurframboði. Ekki hefur verið unnt að mæla botnskrið við hærra rennsli en tæplega 500 m^3/s þar sem áin er þá einfaldlega of straumhörð fyrir sýnatökubúnaðinn. Því verður útreikningurinn að ofan notaður, en líklegt má telja að hann sé varfærinn með tilliti til magns, það er, líklegt er að magnið sé frekar ofmetið á efsta rennslisbilinu.

3.2.2 Samanburður inntaksopa á sýnatökum

Mælingarnar árið 2000 voru gerðar með skriðaurssýnataka sem hefur 7 x 7 cm^2 inntaksop. Eftir mælingarnar það sumar fór fram umræða um hvort þetta op væri of lítið til að ná öllum skriðaurnum, það er, að skriðaurslagið væri þykkara en 7 cm. Því var ákveðið að nota einnig sýnataka með 15 x 15 cm^2 inntaksopi sumarið 2001 og bera mælingar með honum saman við minni sýnatakann. Þetta var gert á kerfisbundinn hátt, það er, tekin voru sýni til skiptis með sýnatökunum.

Tölfræðigreining var gerð á tveimur mælisyrpum, alls um 40 sýni, til að meta hvort munur væri til staðar. Greiningin byggir á að setja fram þá kenningu að meðaltal beggja hópanna sé það sama og síðan athugað með t-prófi hvort hafna eigi slíkri kenningu. Í stuttu máli þá leiddi tölfræðiathugunin í ljós að ekki var hægt að hafna því að meðaltölin væru þau sömu. Niðurstaðan er því sú að ekki skiptir máli hvor sýnatakinn er notaður. Þetta bendir því til þess að skriðaurslagið sé almennt ekki þykkara en 7 cm eða þá að dreifni mælinganna af öðrum ástæðum yfirgnæfi muninn á milli sýnatakanna. Það er þó rétt að vekja athygli á því að í báðum samanburðarhópunum var fervikið umtalsvert lægra fyrir stærri mælinn sem bendir til að dreifni mælinganna sé minni þegar hann er notaður.

3.2.3 *Umhverfismat Kárahnjúkavirkjunar*

Þegar mat á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar var gert var aðeins búið að mæla botnskrið sumarið 2000. Þessi skýrsla var þá aðeins tilbúin í drögum og vitnað var í hana sem slíka. Niðurstöður um magn botnskriðs voru notaðar m.a. í skýrslum um Aurburð og setmyndun í lónum (VST, 2001a) og um rof strandarinnar við Héraðsflóa (VST, 2001b). Miðað við þau gögn sem til staðar voru á þeim tíma þótti rétt að meta skriðaurinn á mjög varfærinn hátt þannig að áhrif þess að halda aurnum eftir í Hálslóni yrðu ekki vanmetin. Þetta átti til dæmis við um hörfun strandarinnar við Héraðsflóa, fyllingartíma Hálslóns og fleira. Niðurstaðan var að gera ráð fyrir rúmlega 3 milljónum tonna af botnskriði á ári og með því var tryggt að náttúran nyti vafans í mati á botnskriði í umhverfismatinu.

Í ljósi þeirrar uppfærðu greiningar sem rakin er hér að framan (byggir á mælingum fyrir árin 2000 og 2001) er ljóst að matið á skriðaurnum í umhverfismatinu var mjög varfærið. Líklegasta matið á skriðaur samkvæmt ofangreindum mælingum er tæplega hálf milljón tonn á ári. Með tilliti til óvissunnar í aurburðarmælingunum þá væri varfærið mat á skriðaur um 1 milljón tonn á ári, sem er um tvisvar sinnum meira en reiknuð niðurstaða hér að framan, en aðeins þriðjungur þess sem notað var í umhverfismatinu. Afleiðing þessarar minnkunar botnskriðs eru heldur minni umhverfisáhrif en fram koma í mati á umhverfisáhrifum Kárahnjúkavirkjunar. Til dæmis myndi þetta þýða, lauslega reiknað, að Hálslón fyllist af aur á rúmlega 500 árum (helmingunartími rúmlega 250 ár) í stað þess að í umhverfismatinu var reiknað með að fylling þess tæki um 400 ár (helmingunartími um 200 ár).

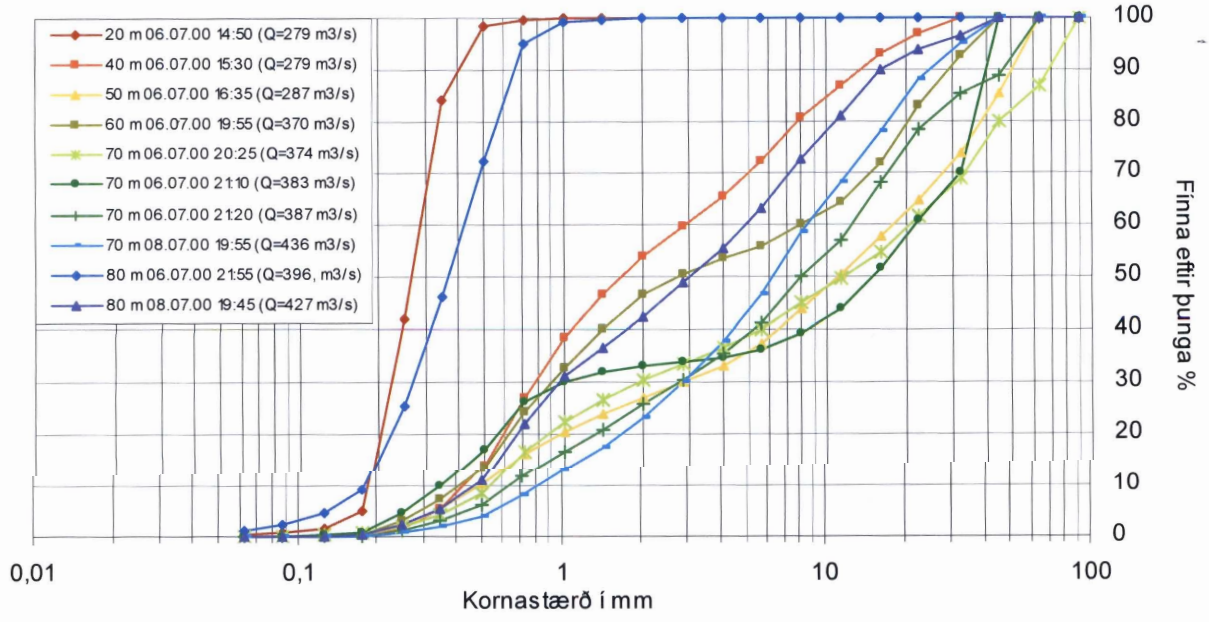
3.2.4 *Kornastærðargreining skriðaurssýna*

Sýni voru tekin af skriðaur til kornastærðargreiningar og var reynt að taka sýni bæði við lág- og hárennsli. Árið 2000 voru 10 sýni tekin í júlí og 8 sýni í ágúst, en árið 2001 voru 9 sýni tekin í júní, 14 sýni í ágúst og 6 sýni í október. Öll sýnin voru kornastærðargreind á aurburðarstofu Vatnamælinga. Sýnasyrpan frá ágúst 2000 var sigtuð með öðru hverju sigti (heil phi gildi) og sýnir Tafla 3 stærðir sigtanna, en öll önnur sýni voru sigtuð með öllum sigtunum. Í töflu 3 má einnig sjá samanburð á kornastærð í mm annars vegar og phi (ϕ) gildum hins vegar, en tengsl þessara breyta er lýst með $\phi = -\log_2(d)$ þar sem d er þvermál korna í mm.

Tafla 3: Stærð sigta sem voru notuð til þess að sigta skriðaur. Öll sigti voru notuð við sigtun allra sýna nema ágústsýna frá árinu 2000 þegar aðeins feitletruð sigti voru notuð.

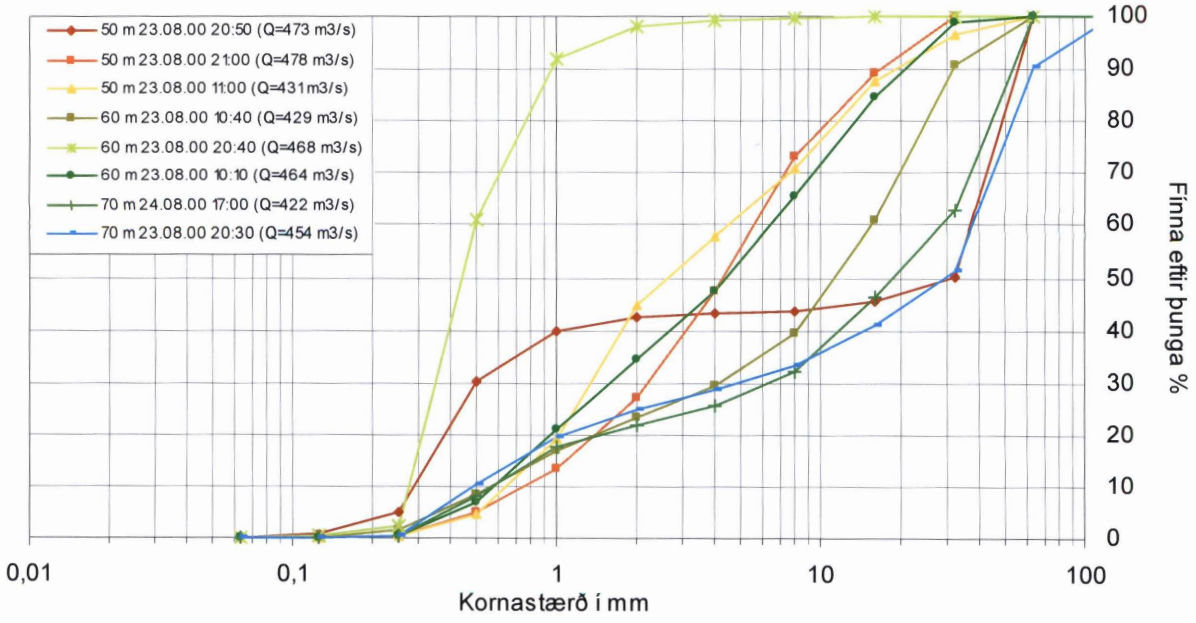
Stærð sigtis mm	phi (ϕ)	Stærð sigtis mm	phi (ϕ)
128	**-7,0**	**2,00**	**-1,0**
90,5	-6,5	1,40	-0,5
64,0	**-6,0**	**1,00**	**0,0**
44,8	-5,5	0,70	0,5
32,0	**-5,0**	**0,50**	**1,0**
22,4	-4,5	0,35	1,5
16,0	**-4,0**	**0,250**	**2,0**
11,2	-3,5	0,177	2,5
8,00	**-3,0**	**0,125**	**3,0**
5,60	-2,5	0,088	3,5
4,00	**-2,0**	**0,063**	**4,0**
2,80	-1,5	<0,063	4,5

Mynd 13 sýnir safntíðnirit fyrir júlí sýni 2000 og sést að stöðvarnar í miðjunni, 50, 60, 70 m, hafa hlutfallslega grófasta efnið sem samræmist vel niðurstöðum um skriðaursframburð sem sýna að flutningur á efni er mestur á þessum stöðvum. Sýnið frá stöð 20 m inniheldur fínasta efnið enda er það sýni einnig tekið við tiltölulega lágt rennsli. Sýnið frá stöð 80 m er einnig mjög fínt jafnvel þó að rennslið sé tiltölulega hátt í því tilfelli (427 m^3/s). Á Mynd 13 sést að magn skriðaurs frá stöð 80 var lítið í flestum júlí sýnum sem bendir til þess að straumur við botn hafi verið tiltölulega lítill á þessari stöð en það útskýrir fíngerða efnið í greinda sýninu.

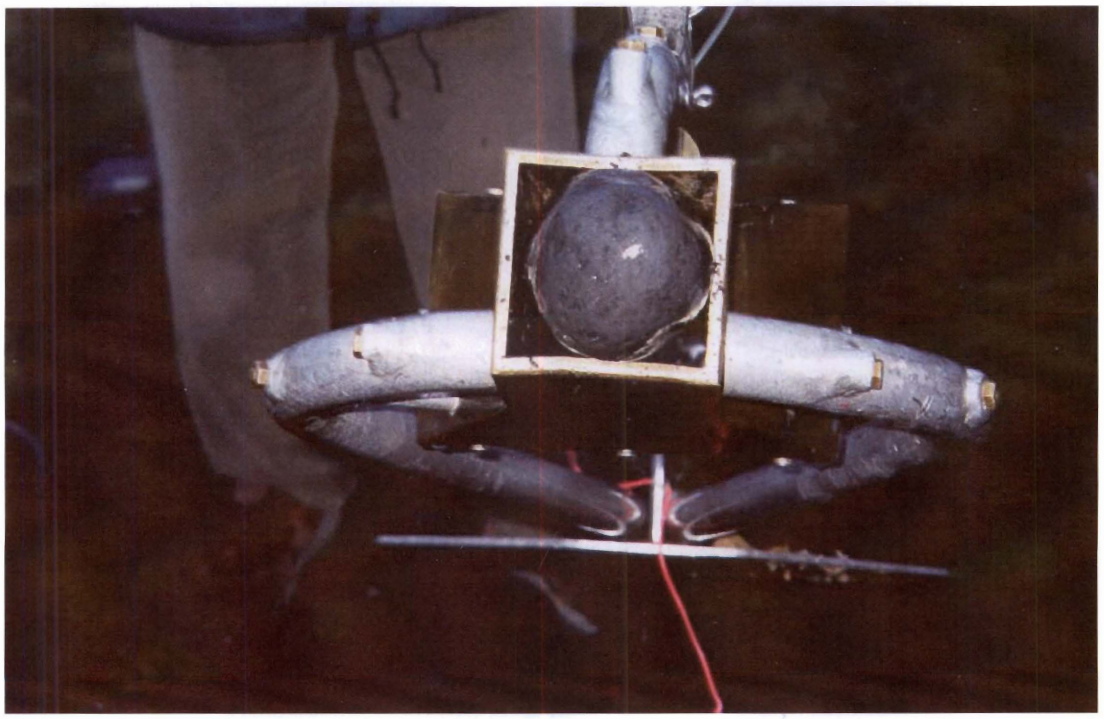


Mynd 13: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í júlí 2000.

Mynd 14 sýnir kornastærðardreifinguna fyrir sýnin sem voru tekin í ágúst 2000. Myndin sýnir svipaða dreifingu efnis og júlí sýnin en þó er dreifingin innan miðjustöðvanna þriggja talsverð. Fíngerðasta sýnið, stöð 60 m við tiltölulega hátt rennsli, sýnir að möguleikar á að fá sýni sem er langt utan meðaltalsins eru fyrir hendi, enda sýna flestar skriðaursrannsóknir að skriðaur ferðast ekki samfellt niður ár. Mjög gróft efni kom stundum í sýnatakann og má sem dæmi nefna 1 kg stein sem kom við eina mælinguna 70 m frá bakka (Mynd 15). Steinninn var um 7 x 7 x 11 cm^3 en op sýnatakans er 7,62 x 7,62 cm^2. Algengt var að fá 200–500 g steina í sýnataka í stöðvum 40, 50, 60 og 70 m.

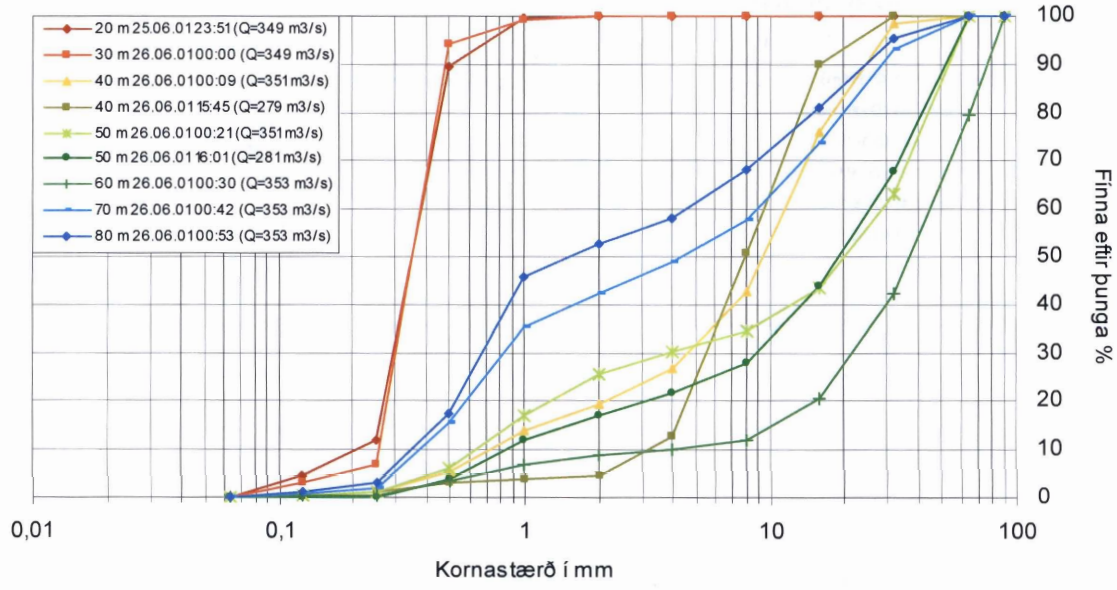


Mynd 14: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í ágúst 2000.



Mynd 15: Ljósmyndin sýnir 1 kg steininn í kjafti skriðaurssýnatakans.

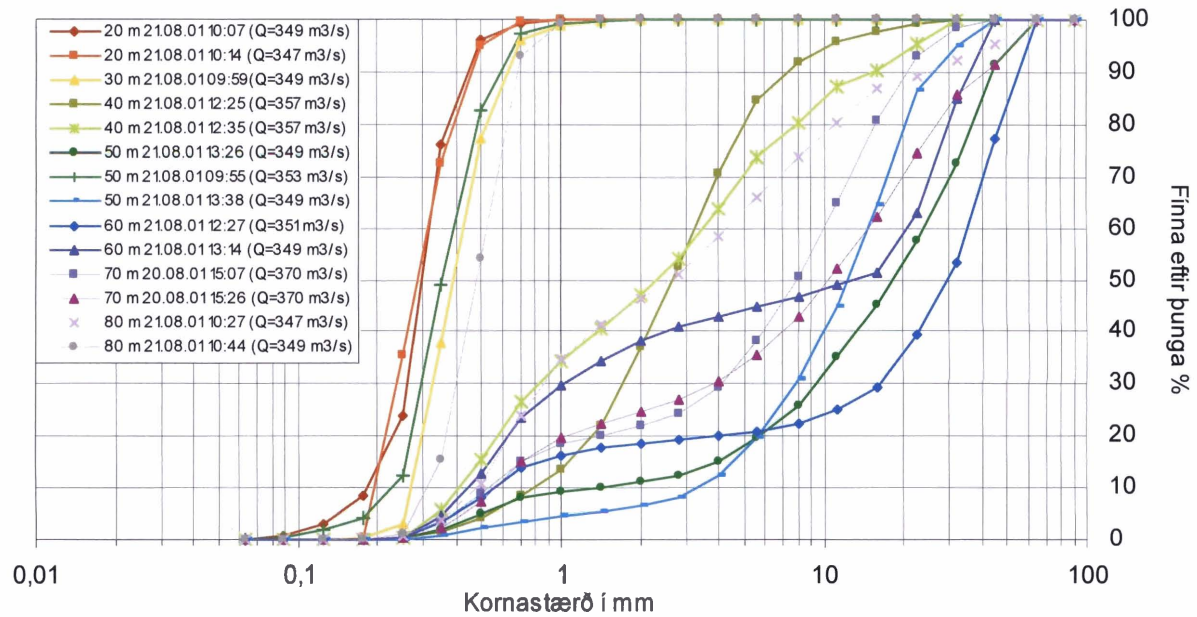
Á Mynd 16 sjást safntíðniferlar fyrir sýni sem tekin voru 25. og 26. júní 2001. Tvö sýni skera sig sérstaklega út, þ.e. sýni sem tekin voru á stöðvum 20 og 30 m. Grófasta sýnið var hins vegar tekið í stöð 60 m. Ekki virðist vera áberandi munur á milli sýna sem tekin voru á sömu breiddum við mismunandi rennsli eins og sést á sýnum frá stöðvum 40 og 50 m sem tekin voru annars vegar við um 280 m^3/s og hins vegar við rennsli í kringum 350 m^3/s.



Mynd 16: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í júní 2001.

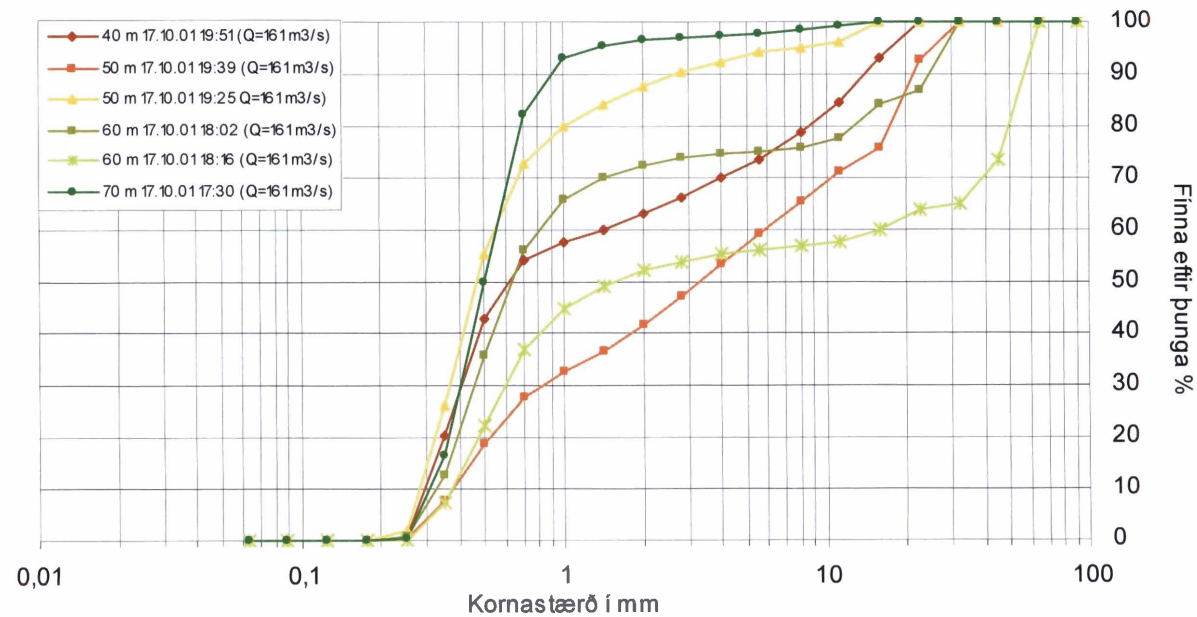
Kornastærðardreifing sýna sem tekin voru í ágúst 2001 er sýnd á Mynd 17. Sýnin af 20 og 30 m stöðvunum eru fíngerðust ásamt einu sýni af 50 m og öðru af 80 m. Önnur sýni

af 50 og 80 m eru hins vegar mun grófari. Þessi mismunandi grófleiki sýna frá sömu stöð sýnir vel hversu breytilegt efnið er sem ferðast niður ána sem skriðaur.



Mynd 17: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í ágúst 2001.

Safntíðnirit fyrir októbersýnin frá 2001 eru sýnd á Mynd 18. Það er áberandi að í þeim vantar fíngerðasta hlutann (<0,2 mm) sem er til staðar í öllum hinum skriðaurssýnunum. Þetta sýnir væntanlega að jökulleysing með tilheyrandi fínefni hefur verið mjög lítil enda er rennsli mun minna en í fyrri ferðum. Efnið er einnig að jafnaði fíngerðara á stöðvum 40–70 m en í fyrri ferðum, hins vegar voru ekki tekin sýni á 20, 30 og 80 m þar sem fíngerðustu sýnin hafa oftast verið tekin.



Mynd 18: Safntíðnirit kornastærðar fyrir skriðaurssýni tekin í október 2001.

Halli ferlanna á safntíðniritunum gefur til kynna hversu vel sýnin eru aðgreind, og hafa best aðgreindu sýnin bröttustu ferlana. Þar eru fíngerðustu sýnin sér á parti enda vantar í þau alla möl og steina sem finnst í öðrum sýnum og minnkar aðgreiningu sýnanna.

Afleiddir setfræðilegir eiginleikar sýnanna, s.s. meðalgildi (mean) og aðgreining (sorting) voru reiknuð út frá sigtunargögnunum. Þessi gildi voru reiknuð út samkvæmt vægjum kornastærðardreifingarinnar, þ.e. með svokallaðri "móment" aðferð (Krumbein og Pettijohn, 1938):

$$\text{Meðalgildi} \qquad \bar{x}_\phi = \frac{\sum fm}{n}$$

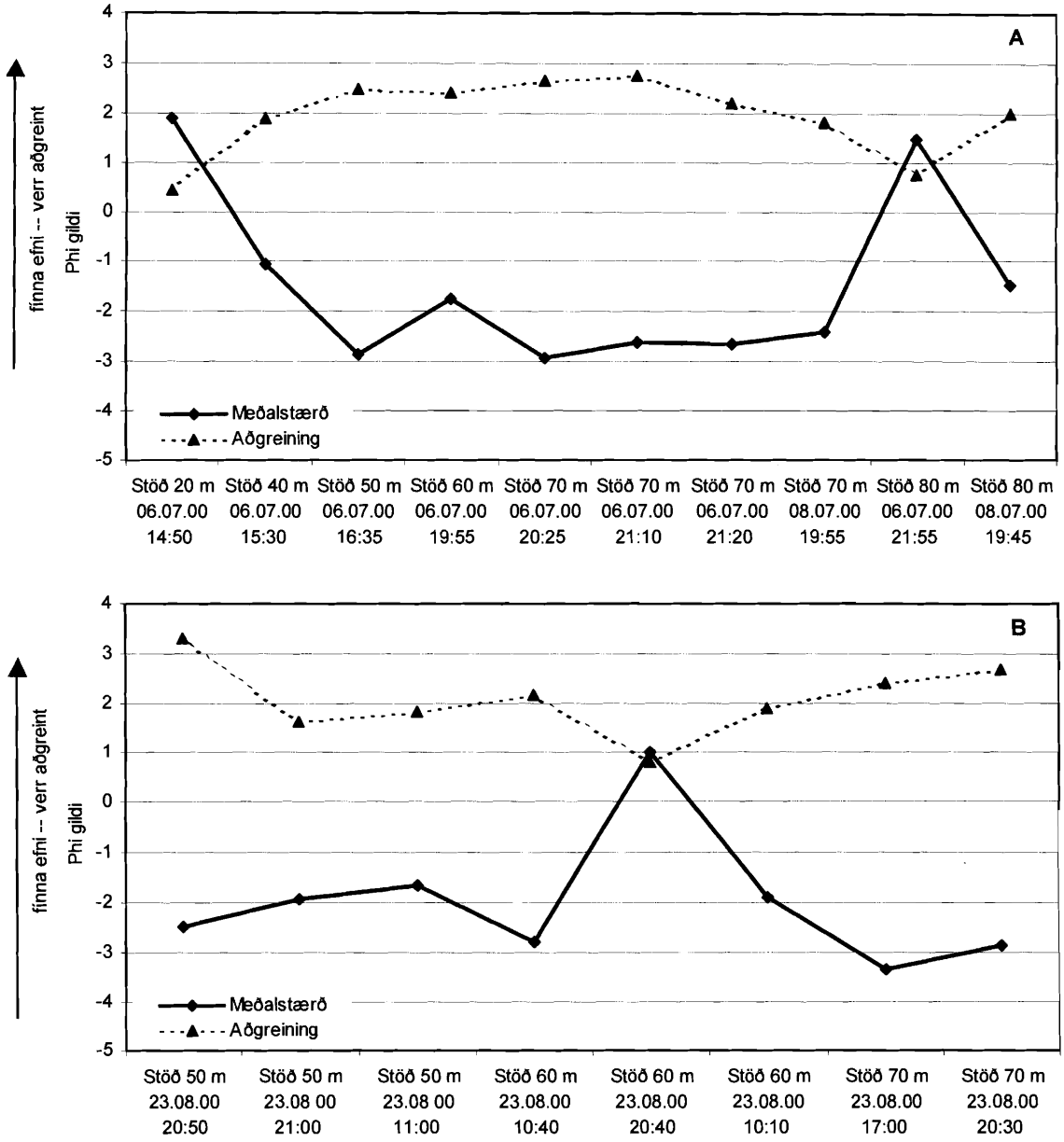
$$\text{Aðgreining} \quad \sigma_\phi = \sqrt{\frac{\sum f\left(m - \bar{x}_\phi\right)^2}{100}}$$

þar sem f lýsir prósentuhluta hvers kornastærðarflokks og m miðju hvers kornastærðarflokks í ϕ (sjá töflu 3 fyrir mm gildi hvers ϕ flokks).

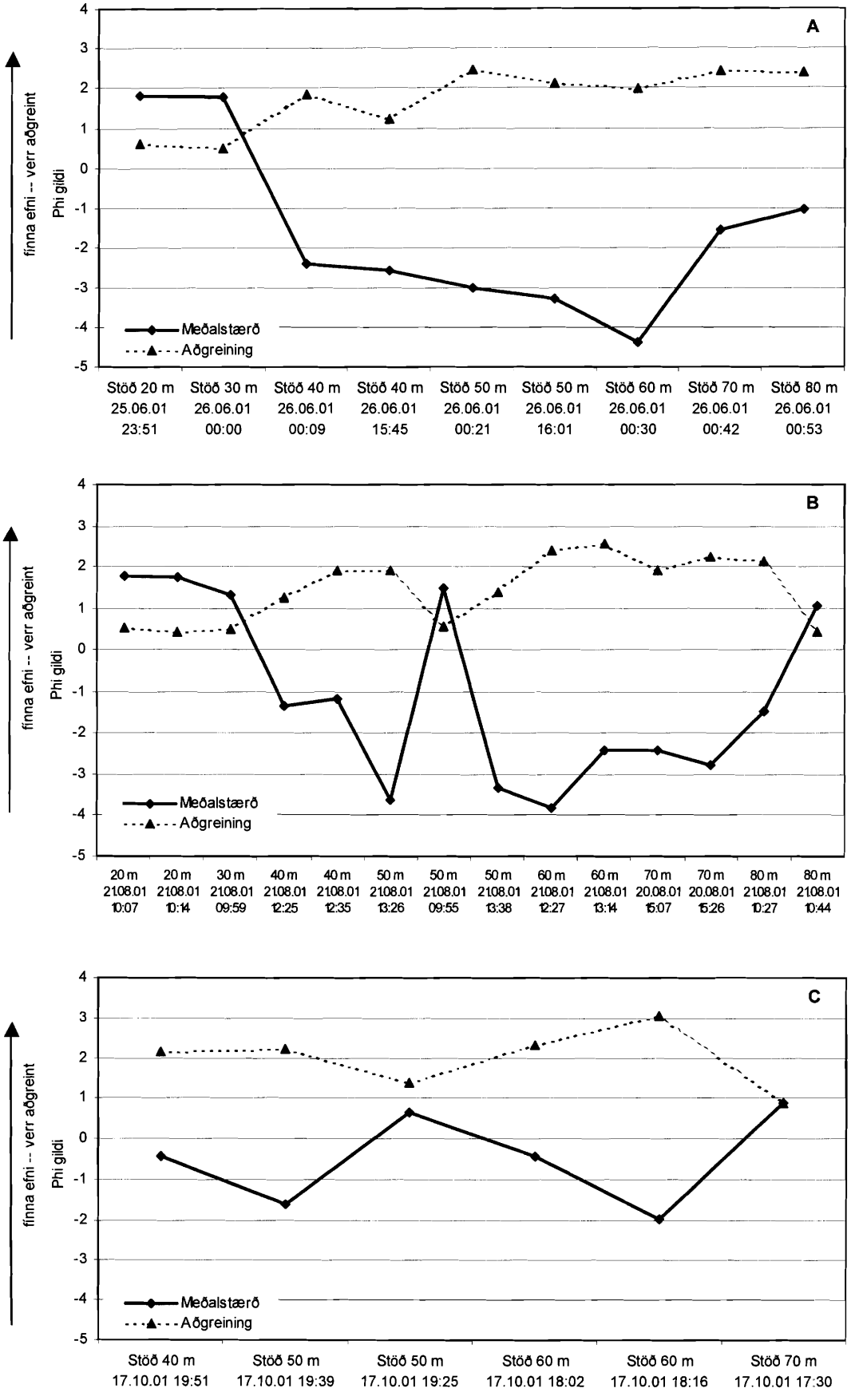
Afleiddir eiginleikar kornastærðarmælinganna eru sýndir á myndum 19 (árið 2000) og 20 (árið 2001). Fyrir sýni frá árinu 2000 sést að meðalstærð, sem hér er sýnd í phi gildum (hærri tölur tákna minni kornastærð), er fyrir flest sýnin á bilinu -1 til -3 ϕ (2–8 mm), en júlí sýnin frá stöðvum 20 og 80, og ágúst sýnið frá stöð 60 (kl. 20:40) hafa minnstu meðalkornastærð. Ágúst sýnin frá stöð 70 eru grófust. Aðgreining ágúst sýnanna er hins vegar í flestum tilfellum heldur betri en júlí sýnanna (lægra gildi, Mynd 19B), sem líklega tengist betri skolun fínefna úr skriðaurnum við hærra rennsli.

Afleiddir kornastærðareiginleikar sýna frá 2001 (Mynd 20) sýna svipaðar niðurstöður og hægt er að lesa út frá safntíðniritunum (Myndir 16, 17 og 18), þar sem fíngerðustu sýnin (hærri ϕ-gildi) eru einnig þau sýni sem eru best aðgreind (lægri ϕ-gildi). Meðalkornastærð er hins vegar heldur meiri hjá einstaka sýnum en frá árinu áður og er t.d. meðalstærð eins júní sýnis >-4 ϕ (>16 mm). Sýnin næst bökkunum eru jafn sem áður flest töluvert fíngerðari en sýni nær miðju árinnar.

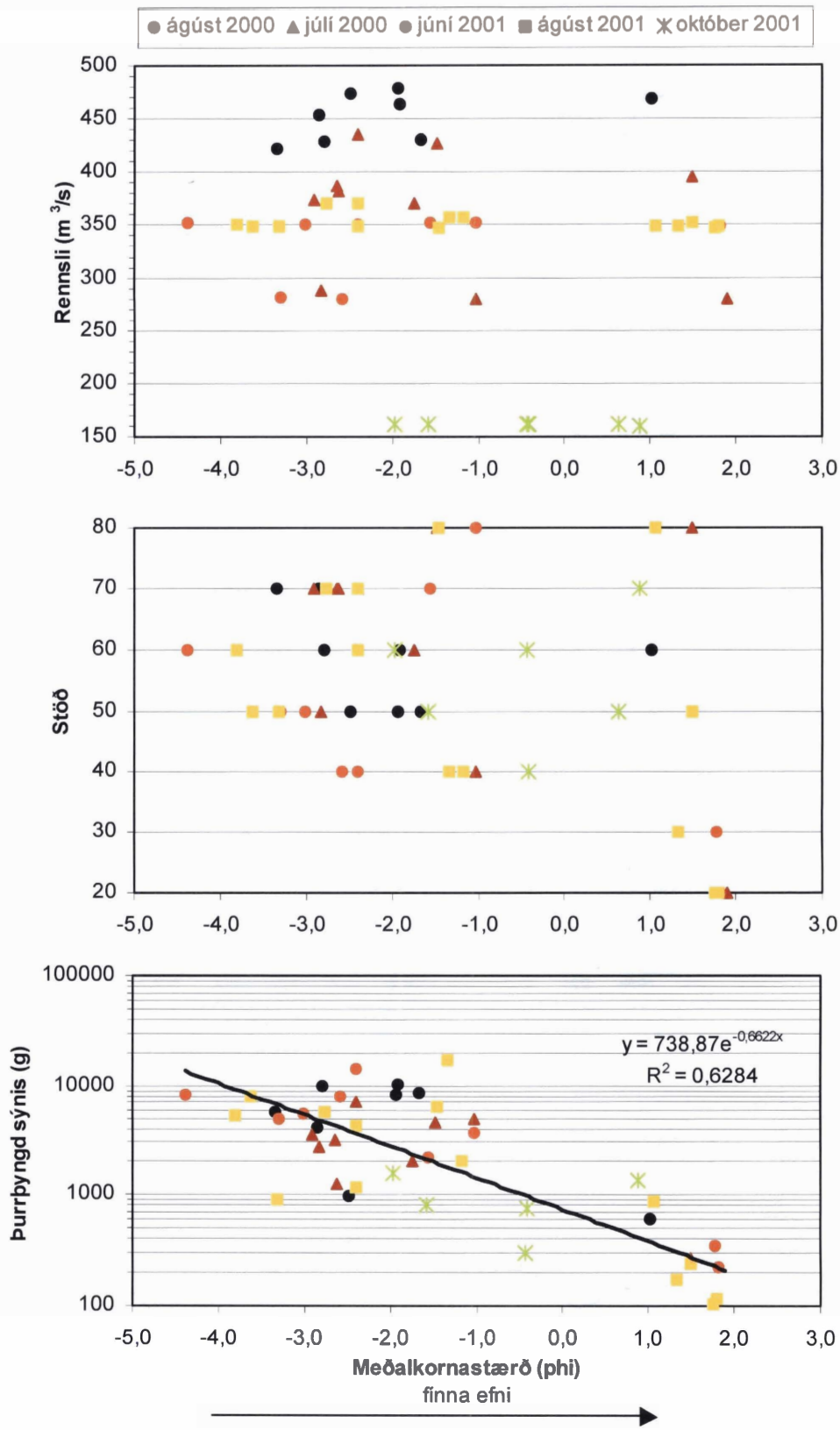
Á Mynd 21 er meðalkornastærð allra sýnanna borin saman við aðra þætti, s.s. rennsli, stöð og þurrþyngd sýnanna. Myndin sýnir að engin fylgni er á milli meðalkornastærðar og rennslis en töluverð fylgni er á milli sýnastærðar og meðalkornastærðar, þar sem meðalkornastærð minnkar með minni sýnum. Hins vegar virðist meðalkornastærð vera almennt háð því á hvaða stöð sýnið er tekið og sést að grófustu sýnin eru yfirleitt tekin á stöðvum 50, 60 og 70, eða þar sem straumurinn er mestur. Greinilegt er þó, eins og fram kom á safntíðniritum á myndum 13, 14, 16, 17 og 18 að mikill breytileiki er á kornastærð sýna frá sömu stöð.



Mynd 19: Meðalkornastærð og aðgreining júlí (A) og ágúst (B) sýna frá árinu 2000.



Mynd 20: Meðalkornastærð og aðgreining júní (A), ágúst (B) og október (C) sýna frá árinu 2001.



Mynd 21: Rennsli (A), stöð (B) og þurrþyngd (C) sem fall af meðalkornastærð.

3.3 Niðurstöður svifaursmælinga

Þegar svifaurssýni er tekið með punktsýnataka (P61) af rafdrifna kláfnum við Hjarðarhaga er sýnatakinn látinn síga niður í ána þar til hann nemur við botn og þá er inntakstúturinn opnaður með rafboðum og sýnatakinn híföur upp. Með þessu næst heildað svifaurssýni frá um 10 cm hæð yfir botni og að yfirborði, en stærð sýnatakans hindrar að hann komist alveg niður á botn. Þessi sýni eru tekin á 30, 40, 50, 60 og 70 m frá húsi á vinstri bakka árinnar. Sýni sem tekin eru af brúnni um 2 km ofan við rafdrifna kláfinn eru aftur á móti tekin á einum stað með S49 sýnataka en þá er inntaksstúturinn opinn allan tímann. Sýnatakinn er látinn síga eins djúpt og hægt er, en iðuköst og straumþungi hindra yfirleitt sýnatakann í því að ná til botns.

Í töflu 4 eru sýndar niðurstöður kornastærðarmælinga svifaurssýna sem tekin voru á svipuðum tíma og skriðaurssýnatakan fór fram og er tekið fram hvort sýnin voru tekin á kláfnum eða á brúnni. Auk skiptingar í kornastærðarflokka sést heildarmagn svifaurs og uppleystra efna og stærð stærsta korns í sýninu. Því meiri sem straumhraðinn er, geta stærri korn lyfst upp og ferðast um í vatnsbolnum í stað þess að skoppa eftir botninum. Kornastærðarmælingar á skriðaurnum sýndu að nær ekkert af efninu var fínna en 0,063 mm, þ.e. fínna en grófmór, ef notuð er nafngiftin í töflu 4. Fínna efnið er því að mestu leyti upphrært í vatnsbolnum á því rennslisbili sem skriðaursmælingarnar voru gerðar við. Hinsvegar var töluvert um grófmó og sand (0,06–2 mm) í skriðaurnum, en efni af sömu kornastærð telst vera á bilinu 5 til 46 % af þunga svifaurssýnanna (Tafla 4). Þetta er því sá hluti aursins sem ýmist skoppar eftir botninum eða er borinn uppi í vatninu.

Í þeim sýnum sem tekin voru á skriðaursmælitímanum var stærsta korn sem fékkst í svifaurssýnatakann 2,6 mm stórt. Straumhraði og iðuköst voru því nógu mikil til þess að halda uppi kornum allt að 2,6 mm stórum í 10 cm hæð yfir botni. Nokkur munur var þó á milli ára á kornastærð svifaurssýnanna og voru sýnin frá 2000 heldur grófari og innihéldu meiri heildarsvifaur. Þessi munur er væntanlega að mestu leyti til kominn vegna mismunandi rennslis á tökutíma sýnanna, svo og vegna þess að sýnin frá 2001 voru tekin í upphafi og í lok jökulleysingartímans, ekki á miðju tímabilinu eins og sýnin frá 2000.

Tafla 4: Niðurstöður kornastærðarmælinga svifaurssýna sem tekin voru á tímabili botnskriðsmælinga.

Sýnatökutími		Sandur %	Grófmór %	Fínmór %	Méla %	Leir %	Heildar-magn	Uppleyst efni	Stærsta korn	Sýna-staður
		>0,2 mm	0,2-0,06 mm	0,06-0,02 mm	0,02-0,002 mm	<0,002 mm	mg/l	mg/l	mm	
2000.07.08.	11:45	13	19	12	33	23	762	40	1,8	kláfur
2000.07.08.	11:40	10	20	14	31	25	715	50	1	brú
2000.07.08.	16:30	9	19	13	34	25	1050	49	1,5	kláfur
2000.08.22.	13:36	14	14	16	40	16	1064	38	2,6	kláfur
2000.08.22.	13:10	8	15	21	38	18	889	39	1,1	brú
2000.08.22.	16:22	12	15	19	37	17	932	69	1	kláfur
2000.08.22.	16:20	8	14	18	40	20	873	53	1,1	brú
2000.08.24.	20:03	25	21	23	23	8	2440	49	1,1	kláfur
2000.08.24.	19:30	9	22	28	30	11	1942	48	1,3	brú
2001.06.22.	13:00	3	16	23	42	16	269	52	0,5	kláfur
2001.06.22.	13:20	4	13	23	41	19	267	51	0,9	brú
2001.06.22.	16:35	5	15	18	39	23	248	45	0,9	kláfur
2001.06.22.	16:40	4	11	20	40	25	258	45	0,9	brú
2001.06.22.	23:40	12	21	24	33	10	887	52	1	kláfur
2001.06.22.	23:45	4	18	32	34	12	803	45	0,5	brú
2001.06.23.	11:40	4	18	25	40	13	438	59	0,5	kláfur
2001.06.23.	11:50	3	21	25	36	15	463	41	0,5	brú
2001.06.23.	15:10	6	20	21	37	16	349	49	0,9	kláfur
2001.06.23.	15:20	6	21	22	39	12	353	50	0,6	brú
2001.10.16.	19:29	7	10	17	43	23	435	33	0,9	kláfur
2001.10.16.	19:40	3	10	19	48	20	400	49	1	brú
2001.10.17.	08:31	3	7	10	46	34	350	39	1	kláfur
2001.10.17.	08:40	2	5	11	50	32	400	52	0,7	brú
2001.10.17.	13:18	2	7	10	43	38	356	48	0,8	kláfur
2001.10.17.	13:25	2	3	8	42	45	332	50	0,8	brú
2001.10.17.	18:30	3	8	11	39	39	374	76	1,1	kláfur
2001.10.17.	18:40	2	8	15	37	38	389	72	0,7	brú

Frekari upplýsingar um svifaursmælingar sem gerðar voru við Hjarðarhaga árin 2000 og 2001 má finna í skýrslu Ásgeirs Gunnarssonar o.fl. frá 2001 og skýrslu Jórunnar Harðardóttur og Ásgeirs Gunnarssonar frá 2002, en í þeim má einnig finna samanburð svifaursmælinga við samtíma rennslismælingar.

Árið 2000 var magn svifaursframburðar í Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga endurmetið af Svani Pálssyni og fleirum (2000), og taldist það vera um 5,8 milljón tonn á ári fyrir árin 1970–99. Ef talin eru með árin 1965–69 er svifaursframburðurinn hinsvegar um 6,7 milljón tonn á ári vegna tímabundinnar aukningar framburðar í kjölfar framhlaups Brúarjökuls árin 1963–64.

4 Lokaorð

Botnskriðsmælingar í Jökulsá á Dal voru fyrst gerðar sumarið 2000 en skipulegar svifaursmælingar hafa verið gerðar í ánni síðan 1963. Það er því ljóst að gögnin sem byggt er á við mat á botnskriði í ánni eru mun takmarkaðri en gögnin varðandi svifaur. Mælingarnar á botnskriði sem gerðar voru sumrin 2000 og 2001 eru þó talsvert umfangsmiklar (yfir 500 sýni tekin) og eru taldar gefa tiltölulega gott mat á botnskriði í ánni. Það er þó engu að síður nauðsynlegt að gera fleiri mælingar til að skjóta styrkari stoðum undir þær niðurstöður sem hér eru settar fram. Í fyrsta lagi er nauðsynlegt að fá fleiri mæligildi yfir hásumarið til að reyna að minnka öryggismörkin á mælingunum, því að á því tímabili er mesti aurburðurinn. Haustmælingin 2001 sýnir að við lágt rennsli er botnskriðið mjög lítið og því er sennilega óþarfi að mæla frekar við lágt rennsli. Hins vegar væri æskilegt að fá mæligildi á botnskriði í vorflóðum.

Heildarframburður Jökulsá á Dal við Hjarðarhaga er um 7,1 milljón tonn á ári. Framburðurinn skiptist þannig að svifaur er um 94% (um 6,7 milljón tonn á ári ef miðað er við svifaurslykla frá 1965–99) og skriðaur um 6% (um 0,4 milljón tonn á ári). Þetta er minna magn af skriðaur heldur en búist var við í upphafi og í ljósi óvissu í mati á skriðaur er mælt með því að þessi tala verði notuð með varúð eftir því í hvaða tilgangi nota á skriðaursmagnið, eins og bent er á í túlkun gagnanna hér að framan.

Langstærsti hluti aursins á upptök sín undir Brúarjökli en aðeins lítill hluti úr farveginum og vatnasvæðinu utan jökuls. Þetta á sérstaklega við um stærri kornastærðirnar sem berast fram sem skriðaur. Ef miðað er við að allur aurinn komi undan Brúarjökli má gera ráð fyrir að landið undir honum lækki um tæpa 2 mm á ári að jafnaði.

Heimildaskrá

Ásgeir Gunnarson, Jórunn Harðardóttir, Árni Snorrason og Svanur Pálsson 2001. *Mælingar á rennsli og svifaur í Jökulsá á Dal 2000.* Orkustofnun, OS-2001/078, 24 s.

Jórunn Harðardóttir og Ásgeir Gunnarsson 2002. *Mælingar á rennsli og svifaur í Jökulsá á Dal árið 2001.* Orkustofnun, OS-2002/034, 23 s.

Krumbein, W. C. og Pettijohn, F. J. 1938. *Manual of sedimentary petrography.* Appleton-Century Crofts, New York, 549 s.

Svanur Pálsson og Guðmundur H. Vigfússon 1996. *Gagnasafn aurburðarmælinga 1963-1995.* Orkustofnun, OS-96032/VOD-05 B, 270 s.

Svanur Pálsson, Jórunn Harðardóttir, Guðmundur H. Vigfússon og Árni Snorrason 2000. *Reassessment of suspended sediment load of river Jökulsá á Dal at Hjarðarhagi.* Orkustofnun, OS-2000/070, 30 s.

Vatnaskil, 2000. *Kárahnjúkavirkjun. Rennslisraðir.* Reykjavík: Vatnaskil.

VST, 2001a. *Kárahnjúkavirkjun. Aurburður og setmyndun í lónum.* Reykjavík: VST, 2001-0304/02.

VST, 2001b. *Kárahnjúkavirkjun. Héraðsflói erosion study.* Reykjavík: VST, 2001-0304/04.

VIÐAUKI
Mæligögn

Tafla V-1: Skriðaursframburður í stöðvum 40–80 árið 2000.

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
2000-1	06.07.00	12:15	40	294	443	
		12:30	50	290	133	
		12:50	60	290	263	
		12:50	70	290	791	
		13:00	80	290	10	
		15:30	40	279	1069	Sýni tekið
		15:50	40	279	73	
		16:05	40	279	300	
		16:15	40	279	1405	Yfirfylltist
		16:35	50	287	625	Sýni tekið
2000-2	06.07.00	19:35	60	366	941	
		19:55	60	370	457	Sýni tekið
		20:05	60	370	236	
		20:15	60	374	524	
		20:25	70	374	783	Sýni tekið
		21:00	70	378	316	
		21:10	70	383	276	Sýni tekið
		21:20	70	387	712	Sýni tekið
		21:40	80	391	60	
		21:55	80	396	40	
		22:30	70	387	124	
		22:35	40	404	255	
		22:45	50	396	631	
		23:05	70	391	857	
		23:15	80	396	111	
		23:55	60	396	937	
2000-3	07.07.00	09:45	40	287	369	
		09:55	40	287	10	
		10:05	40	287	47	
		10:15	40	283	881	
		10:25	40	283	959	
		10:30	40	279	626	
		10:35	40	279	15	
		10:45	50	279	1915	Yfirfylltist
		10:55	50	279	290	
		11:05	50	279	691	
		12:20	50	276	1850	Yfirfylltist
		12:30	50	276	286	
		12:40	50	276	381	

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
		12:50	60	276	1475	Yfirfylltist
		13:00	60	276	398	
		13:10	60	276	166	
		13:20	60	276	432	
		13:30	60	276	787	
		13:40	70	276	339	
		13:50	70	276	37	
		14:00	70	276	224	
		14:05	70	276	55	
		14:15	70	279	161	
		14:25	80	279	4	
		14:35	80	279	19	
		14:45	80	279	0	
2000-4	07.07.00	18:55	80	374	84	
		19:10	80	374	31	
		19:20	70	374	242	
		19:30	70	370	582	
		19:40	70	370	317	
		19:50	60	370	1443	
		20:00	60	370	1455	Yfirfylltist
		20:30	50	370	1770	Yfirfylltist
		20:40	50	370	221	
		20:50	40	370	1418	Yfirfylltist
		21:00	40	370	666	
		21:10	60	370	151	
		21:10	40	366	71	
		21:20	50	370	1808	Yfirfylltist
2000-5	08.07.00	12:45	80	244	21	
		13:20	70	241	138	
		13:30	70	241	78	
		13:40	70	241	49	
		13:50	70	241	72	
		14:00	70	241	77	
		14:10	60	241	1053	
		14:20	60	241	150	
		14:30	60	241	699	
		14:40	60	244	690	
		14:50	60	247	401	
		15:00	50	247	583	
2000-6	08.07.00	15:10	50	251	580	
		15:20	50	258	507	
		15:25	50	261	341	

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
		15:30	50	265	509	
		15:35	40	268	106	
2000-7	08.07.00	16:30	40	309	606	
		16:40	40	317	246	
		16:50	40	325	252	
		17:00	40	333	190	
2000-8	08.07.00	19:45	80	427	1038	Sp. hvort sýnataki hafi fyllst. Sýni tekið
		19:55	70	436	1586	Sýni tekið . Sp. hvort sýnataki hafi fyllst
2000-9	23.08.00	09:15	80	404	182	
		09:30	80	409	685	
		09:40	80	413	108	
		09:55	70	418	110	
		10:10	70	422	2300	Sýni tekið. Yfirfylltist
		10:20	70	427	550	
		10:30	60	429	985	
		10:40	60	429	1692	Sýni tekið. Sp. hvort sýnataki hafi fyllst
		10:50	60	431	145	
		11:00	50	431	1988	Sýni tekið
		11:10	50	431	17	
		11:20	50	431	189	
		11:30	40	431	61	
		11:40	40	431	26	
		11:50	40	431	514	
2000-10	23.08.00	14:00	80	387	195	
		14:10	80	383	541	
		14:20	70	383	39	
		14:30	70	383	120	
		14:40	60	378	359	
		14:50	60	378	161	
		15:00	50	376	136	
		15:10	50	376	2594	Yfirfylltist
		15:20	40	376	91	
		15:30	40	376	89	
2000-11	23.08.00	18:40	40	418	129	
		18:50	40	422	115	
		19:00	40	427	195	
		19:10	80	427	201	
		19:20	80	427	202	
		19:30	80	436	453	
		19:40	70	445	822	
		19:50	70	450	316	
2000-12	23.08.00	20:25	70	464	3322	

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
		20:30	60	468	433	
		20:40	60	473	51	
		20:50	50	478	100	
		21:00	50	480	946	Slettist upp úr sýnataka þegar hann var hífður upp
2000-13	24.08.00	08:30	80	345	179	
		08:40	80	341	179	
		08:50	80	341	359	
		09:00	70	341	229	
		09:10	70	339	49	
		09:20	70	339	196	
		09:30	60	337	50	
		09:40	60	333	518	
		09:50	60	333	83	
		10:00	50	333	198	
		10:10	50	333	182	
		10:20	50	333	662	
		10:30	40	329	197	
		10:30	40	329	87	
		10:35	40	329	119	
		11:05	60	325	178	
2000-14	24.08.00	12:10	80	321	241	
		12:20	80	321	141	
		12:30	80	321	146	
		12:40	70	321	153	
		13:00	70	321	83	
		13:10	70	321	154	
		13:20	60	325	104	
		13:30	60	329	638	
2000-15	24.08.00	13:40	60	333	194	
		13:50	50	333	466	
		14:00	50	337	926	
		14:10	50	341	102	
		14:20	40	345	76	
		14:30	40	349	221	
		14:40	40	353	264	
2000-16	24.08.00	17:00	70	454	2511	
		17:10	60	459	3207	
		17:20	50	459	31	
		17:30	70	466	2950	
		17:40	60	468	382	
		17:50	50	468	378	

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
		18:00	70	473	2482	
		18:10	60	483	147	
		18:20	50	473	361	
		18:30	40	473	684	
		18:50	80	473	1874	
		19:00	80	473	2557	

Tafla V-2: Skriðaursframburður í stöðvum 40–80 árið 2001.

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
2001-1	25.06.01	13:10	40	290	67		15x15
		13:20	40	290	1390		15x15
		13:30	40	288	3835		15x15
		14:00	50	288	487	7x6 cm stærsti steinn	15x15
		14:07	50	288	423	9x5,5 cm stærsti steinn	15x15
		14:25	50	288	320		15x15
		14:35	60	288	3282	12x10 cm stærsti steinn	15x15
		14:48	60	288	1312	7,5x9,5 cm ss. Poki smelltist hálfur af ekkert sást þó fara úr honum	15x15
		14:59	60	288	920	9x9 cm stærsti steinn	15x15
		15:12	70	288	694	8x5,5 cm stærsti steinn	15x15
		15:22	70	288	1073		15x15
		15:30	70	288	2012	6,5x6 cm stærsti steinn	15x15
		15:45	80	288	147		15x15
		15:57	80	290	216	4x2,5 cm stærsti steinn	15x15
		16:14	80	290	935	3x2 cm stærsti steinn	15x15
2001-2	25.06.01	22:09	40	331	1215	6x3,5 Sandur + fínmöl	15x15
		22:17	40	333	2923	5x4 cm stærsti steinn	15x15
		22:26	50	333	1577	12x8 cm stærsti steinn	15x15
		22:34	50	337	7177	9,5x9 cm stærsti steinn	15x15
		22:54	60	337	1302	10x9 cm stærsti steinn	15x15
		23:05	60	341	2108	11x6,5 cm stærsti steinn	15x15
		23:14	70	343	2096	8,5x10,5 cm stærsti steinn	15x15
		23:24	70	343	3988	9,5x7,5 cm stærsti steinn	15x15
		23:35	80	347	463	4x3,5 cm stærsti steinn	15x15
		23:45	80	347	274	4,5x3 cm stærsti steinn	15x15
		0:09	40	351	3297	Sýni	15x15
		0:21	50	351	1266	Sýni	15x15
		0:30	60	353	1912	10,5x9 cm stærsti steinn	15x15
		0:42	70	353	549		15x15
		0:53	80	353	893		15x15

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
2001-3	26.06.01	10:47	40	287	1947		15x15
		10:54	40	287	1258		15x15
		11:02	50	285	1785	7x5,5 cm stærsti steinn	15x15
		11:09	50	285	1222	8,5x7,5 cm stærsti steinn	15x15
		11:19	60	283	1027	9x7 cm stærsti steinn	15x15
		11:29	60	283	820	108x8 cm stærsti steinn	15x15
		11:40	70	281	2374	7,5x7 cm stærsti steinn	15x15
		11:50	70	281	1230	10x7 cm stærsti steinn	15x15
		12:00	80	281	82	2,5x2 cm stærsti steinn	15x15
		12:10	80	279	259	2,5x3 cm stærsti steinn	15x15
2001-4	26.06.01	13:52	40	276	471	4,5x3 cm stærsti steinn	15x15
		14:00	40	276	737	4x2 cm stærsti steinn	15x15
		14:08	50	276	843	8x5 cm stærsti steinn	15x15
		14:15	50	276	2587	9x8,5 cm stærsti steinn	15x15
		14:25	60	276	364	6,5x5,5 cm stærsti steinn	15x15
		14:38	60	276	1890	8,5x7 cm stærsti steinn	15x15
		14:47	70	276	682	5x4,5 cm stærsti steinn	15x15
		14:55	70	277	369	4,5x3,5 cm stærsti steinn	15x15
		15:05	80	279	1095	9,5x5 cm stærsti steinn	15x15
		15:16	80	279	57	5x3,5 cm stærsti steinn	15x15
		15:45	40	279	1778	Fín möl	15x15
		15:54	40	281	224	3x1,5 cm stærsti steinn	15x15
		16:01	50	281	1117		15x15
		16:11	50	283	1453	4x5 cm stærsti steinn	15x15
		16:19	60	283	1036	7,5x10 cm stærsti steinn	15x15
		16:28	60	285	1372	9x9 cm stærsti steinn	15x15
		16:36	70	287	979	8x7 cm stærsti steinn	15x15
		16:46	70	290	3011	6,5x4 cm stærsti steinn	15x15
		16:58	80	290	1941	6x3,5 cm stærsti steinn	15x15
		17:07	80	294	690	4,5x5,5 cm stærsti steinn	15x15
2001-5	20.08.01	12:20	40	357	363	5,5x4,5 cm stærsti steinn	15x15
		12:25	40	359	1981	Sýni	15x15
		12:35	40	357	501	Sýni	7x7
		12:43	40	357	351	4,6x3,7 cm stærsti steinn	7x7
		13:55	50	359	676	6x4,6 cm stærsti steinn	15x15
		14:03	50	357	1261	10x7,5 cm stærsti steinn	15x15
		14:13	50	357	5162	9x7x4,5 cm stærsti steinn, poki yfirfylltist	7x7
		14:18	50	357	1518	8,2x7,5 cm stærsti steinn	7x7
		14:23	60	357	241	3,2x2,2 cm stærsti steinn	15x15
		14:35	60	357	2585	11,5x8 cm stærsti steinn	15x15
		14:40	60	357	3169	7,9x6,2 cm stærsti steinn	7x7
2001-6	20.08.01	14:47	60	361	949	6x4,5 cm stærsti steinn	7x7

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
		15:07	70	366	981	Sýni	15x15
		15:19	70	368	1185	9,5x6,5 cm stærsti steinn	15x15
		15:26	70	370	2640	Sýni	7x7
		15:35	70	374	1076	4,2x3,3 cm stærsti steinn	7x7
		15:45	80	376	19	Sandur	15x15
		15:53	80	378	889	6x5 cm stærsti steinn	15x15
		16:00	80	378	22	Sandur	7x7
		16:12	80	383	37	Sandur	7x7
2001-7	20.08.01	17:13	40	404	59	4,8x3,6 cm stærsti steinn	15x15
		17:20	40	409	1437	6,4x3,8 cm stærsti steinn	15x15
		17:24	40	409	389	3,3x2,9 cm stærsti steinn	7x7
		17:28	40	409	282	6,5x5,4 cm stærsti steinn	7x7
2001-8	20.08.01	21:20	70	445	7046	9,5x9,5 cm stærsti steinn	15x15
		21:32	70	445	1728	6,5x4,5 cm stærsti steinn	15x15
		21:42	70	452	846	7,7x6 cm stærsti steinn	7x7
		21:52	70	454	588	6,5x5 cm stærsti steinn	7x7
2001-9	21.08.01	8:28	60	357	1334	8x6 cm stærsti steinn	15x15
		8:37	60	357	410	Sandur	15x15
		8:45	60	355	317	8x6,5 cm stærsti steinn	7x7
		8:52	60	355	1566	6,2x5,2 cm stærsti steinn	7x7
		8:58	50	353	744	11,5x11,0 cm stærsti steinn	15x15
		9:06	50	351	1382	20x10 cm 2 kg steinn	15x15
		9:11	50	349	1776	12x7,5 cm stærsti steinn	7x7
		9:18	50	349	1839	10,5x8 cm stærsti steinn	7x7
		9:25	40	349	796	6,7x5 cm stærsti steinn	15x15
		9:31	40	349	1901	4,2x4 cm stærsti steinn	15x15
		9:38	40	349	2684	5x4,7 cm stærsti steinn	7x7
		9:44	40	349	526	9,2x7 cm stærsti steinn	7x7
		10:27	80	347	1567	Sýni	15x15
		10:34	80	347	139	Sandur	15x15
		10:44	80	349	494	Sýni	7x7
		10:53	80	349	129	Sandur	7x7
		11:04	70	349	880	5x4 cm stærsti steinn	15x15
		11:11	70	349	864	9x7,2 cm stærsti steinn	15x15
		11:17	70	349	656	6x5,6 cm stærsti steinn	7x7
		11:25	70	349	197	5,6x3 cm stærsti steinn	7x7
2001-10	21.08.01	12:57	60	351	1260	7,5x6,2 cm sýni tekið	15x15
		13:07	60	353	2524	11x8 cm stærsti steinn	15x15
		13:14	60	349	573	Sýni	7x7
		13:20	60	349	1210	11,5x7 cm stærsti steinn	7x7
		13:26	50	349	1853	Sýni	15x15
		13:33	50	349	1129	8,3x7,1 cm stærsti steinn	15x15

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
		13:38	50	349	416	Sýni	7x7
		13:46	50	349	805	4,5x4 cm stærsti steinn	7x7
		13:51	40	349	733	6,4x4,6 cm stærsti steinn	15x15
		13:56	40	349	1420	7,5x7,2 cm stærsti steinn	15x15
		14:01	40	349	2343	6,8x6,8 cm stærsti steinn	7x7
		14:06	40	349	157	Sandur	7x7
2001-11	21.08.01	14:49	80	353	180	2,7x1,6 cm stærsti steinn	15x15
		14:58	80	357	184	6,5x4,5 cm stærsti steinn	15x15
		15:05	80	357	297	Sandur	7x7
		15:12	80	361	212	Sandur	7x7
		15:20	70	366	401	7,5x6,8 cm stærsti steinn	15x15
		15:30	70	370	702	8,5x7,1 cm stærsti steinn	15x15
		15:40	70	374	1050	7,2x5,5 cm stærsti steinn	7x7
		15:50	70	378	2692	8,1x4,6 cm stærsti steinn	7x7
2001-12	16.10.01	14:22	40	213	92	Sandur með möl 2x2 cm	7x7
		14:28	40	211	86	Sandur með möl 3x1,5 cm	7x7
		14:34	40	209	476	Grófur sandur+fín möl 4x2,5 cm	15x15
		14:40	40	209	329	Grófur sandur+fín möl 4x3,5 cm	15x15
		14:46	50	208	40	Sandur og fíngerð möl	7x7
		14:52	50	208	399	Gróf möl og sandur 6x5,5 cm	7x7
		14:58	50	206	216	Möl 4,5x3,5	15x15
		15:04	50	205	201	Sandur+ 1 steinn 1 kg 10x9 cm	15x15
		15:10	60	203	280	Möl 7,5x6 cm	7x7
		15:16	60	203	47	Sandur+1 steinn 4x3 cm	7x7
		15:22	60	202	71	Sandur+fínmöl 4,5x3 cm	15x15
		15:28	60	202	834	Möl 7,5x6 cm poki hafði losnað að neðan	15x15
2001-13	16.10.01	15:34	70	199	178	3,5x2,5 cm	7x7
		15:34	70	199	141	5x4,5cm sandur með nokkrum steinum	7x7
		15:43	70	196	57	Milligrófur sandur með steinum 2x3 cm	15x15
		15:51	70	194	156	Fínn sandur	15x15
		16:00	80	192	30	Fínn sandur	7x7
		16:09	80	192	39	Sandur	7x7
		16:19	80	191	37	Fínn sandur	15x15
		16:29	80	189	138	Sandur með einstaka stein 1x2 cm	15x15
2001-14	16.10.01	17:48	80	184	73	Fínn sandur	15x15
		17:57	80	181	45	Fínn sandur	7x7
		18:05	70	181	149	3,5x2 cm sandur+fín möl	15x15
		18:11	70	181	75	Fínn sandur	7x7
		18:18	60	181	151	6x4 cm fínn sandur+gróf möl	15x15
		18:25	60	179	167	5x2,5 cm grófur sandur+fín möl	7x7
		18:31	50	178	124	5,5x3,5 cm möl	15x15
		18:37	50	178	686	Hrein möl	7x7

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
		18:43	40	178	55	2,5x2 cm möl + sandur	15x15
		18:50	40	178	117	2,5x2,5 cm	7x7
2001-15	17.10.01	10:04	40	149	31	3x2,5 cm sandur	7x7
		10:11	40	149	9	Sandur	7x7
		10:16	40	149	20	Sandur	15x15
		10:23	40	149	40	Sandur	7x7
		10:28	50	149	10	Sandur+mjög fínmöl	7x7
		10:36	50	149	16	Sandur+fínmöl	7x7
		10:40	50	149	9	Sandur	15x15
		10:46	50	149	23	Sandur	15x15
		10:54	60	150	21	Sandur	7x7
		11:01	60	150	15	Sandur	7x7
		11:08	60	150	30	3,5x3,5 cm sandur+fínmöl	15x15
		11:15	60	150	117	4x3 cm fínmöl með steinum	15x15
		11:23	70	150	35	Grófur sandur 1x1 cm	7x7
		11:30	70	150	21	Sandur	7x7
		11:37	70	150	53	Grófur sandur	15x15
		11:50	80	150	24	Grófur sandur	15x15
		11:56	70	150	56	Grófur sandur	15x15
		12:04	80	150	10	Sandur + 1 steinn 1x1 cm	15x15
		12:13	80	150	25	Sandur	7x7
		12:21	80	150	4	Sandur	7x7
2001-16	17.10.01	14:29	80	153	13	Sandur	7x7
		14:40	80	153	12	Sandur	7x7
		14:47	80	154	5	Sandur	15x15
		14:57	80	154	43	Sandur	15x15
		15:04	70	155	164	5x4,5 cm 1 steinn sandur	7x7
		15:12	70	155	24	Sandur	7x7
		15:18	70	155	34	Sandur	15x15
		15:28	70	155	81	1,5x1,5 cm sandur + nokkrir steinar	15x15
		15:35	60	157	43	Fínn sandur	7x7
		15:42	60	158	24	Sandur	7x7
		15:50	60	158	41	Sandur	15x15
		15:59	60	158	46	1 steinn, 2x1 cm sandur	15x15
		16:04	50	158	28	3x2,5 cm gróf möl	7x7
		16:12	50	158	225	3x3 cm sandur/fínmöl	7x7
		16:18	50	158	55	Möl 6x4,5 cm	15x15
		16:25	50	158	13	Sandur	15x15
		16:30	40	158	26	Sandur	7x7
		16:35	40	158	20	Sandur	7x7
		16:42	40	158	26	Sandur	15x15
		16:46	40	158	38		15x15

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
		17:30	70	158	63	Sandur, sýni	7x7
		17:39	70	158	71	Sandur, sýni	7x7
		17:47	70	158	97	Sandur, sýni	15x15
		17:54	70	158	41	Sandur, sýni	15x15
		18:02	60	158	52	4x4 cm + sandur, sýni	7x7
		18:09	60	158	28	4x4 cm + sandur, sýni	7x7
		18:16	60	158	67	4x4 cm + sandur, sýni	15x15
		18:23	60	158	150		15x15
		19:25	50	158	12		7x7
		19:32	50	158	14		7x7
		19:39	50	158	84		15x15
		19:45	50	158	29		15x15
		19:51	40	158	19		7x7
		19:56	40	159	32		7x7
		20:02	40	159	40		15x15
		20:08	40	159	0		15x15

Tafla V-3: Skriðaursframburður í stöðvum 20–30 árið 2000.

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
2000-1	06.07.00	11:50	20	294	20	
		12:00	30	279	4	
		14:30	20	279	18	
		14:40	20	279	18	
		14:50	20	279	26	Sýni tekið
		15:10	30	279	0.22	
		15:17	30	279	0.22	
		15:22	30	279	3	
2000-2	07.06.00	22:15	20	400	36	
		22:25	30	400	20	
2000-3	07.07.00	8:55	20	287	23	
		9:05	20	287	17	
		9:15	20	287	23	
		9:25	30	287	2	
		9:30	30	287	0.22	
		9:35	30	287	23	
2000-4	07.07.00	21:10	30	366	30	
		21:15	30	366	17	
		21:20	20	366	38	
		21:30	20	366	26	

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemdir
2000-5	08.07.00	17:05	30	337	13	
		17:10	30	345	18	
		17:15	30	349	33	
		17:25	20	337	33	
		17:35	20	345	31	
		17:35	20	349	35	
2000-6	23.08.00	12:00	30	431	108	
		12:10	30	431	90	
		12:20	30	431	256	
		12:30	20	431	96	
		12:40	20	431	49	
		12:50	20	431	65	
2000-7	23.08.00	15:40	30	376	50	
		15:50	30	376	133	
		16:00	20	374	24	
		16:10	20	374	36	
2000-8	23.08.00	17:40	20	413	31	
		17:50	20	413	83	
		18:00	20	413	65	
		18:10	30	413	43	
		18:20	30	418	83	
		18:30	30	418	112	
2000-9	24.08.00	10:40	30	329	19	
		10:45	30	333	12	
		10:50	30	337	7	
		10:55	20	325	26	
		11:00	20	325	29	
		11:40	20	321	93	
2000-10	24.08.00	14:50	30	361	10	
		15:00	30	366	59	
		15:10	20	370	42	
		15:20	20	370	78	
2000-11	24.08.00	18:35	30	473	181	
		18:40	20	478	391	

Tafla V-4: Skriðaursframburður í stöðvum 20–30 árið 2001.

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
2001-1	25.06.01	12:05	20	290	7		15x15
		12:25	20	290	13		15x15
		12:35	20	290	12		15x15
		12:45	30	290	26		15x15
		12:55	30	290	30		15x15
		13:00	30	290	28		15x15
2001-2	25.06.01	21:45	20	327	32	Sandur	15x15
		21:50	20	327	56	Sandur	15x15
		21:56	30	329	49	Sandur	15x15
		22:02	30	329	50	Sandur	15x15
		23:51	20	349	73	Sýni	15x15
		0:00	30	349	164	Sýni	15x15
2001-3	26.06.01	10:20	20	287	19		15x15
		10:28	20	287	12		15x15
		10:32	30	287	45		15x15
		10:38	30	287	26		15x15
2001-4	26.06.01	13:18	20	276	10	Sandur	15x15
		13:26	20	276	13	Sandur	15x15
		13:35	30	274	27	Sandur	15x15
		13:41	30	274	40	Sandur	15x15
		15:23	20	279	17	Fínn sandur	15x15
		15:28	20	279	3	Fínn sandur	15x15
		15:33	30	279	28	Fínn sandur	15x15
		15:38	30	279	27	Fínn sandur	15x15
2001-5	20.08.01	11:17	20	366	42	Sandur	15x15
		11:25	20	366	36	Sandur	15x15
		11:31	20	366	25	Sandur	7x7
		11:36	20	366	72	Sandur	7x7
		11:47	30	361	30		15x15
		11:58	30	357	44		15x15
		12:02	30	361	81		7x7
		12:10	30	357	126	Sandur	7x7
2001-6	20.08.01	16:32	20	389	85	Sandur	15x15
		16:38	20	393	118	Sandur	15x15
		16:42	20	396	116	Sandur	7x7
		16:46	20	400	94	Sandur	7x7
		16:54	30	400	106	Sandur	15x15
		16:59	30	404	98	Sandur	15x15
		17:04	30	404	195	Sandur	7x7
		17:08	30	409	249	Sandur	7x7

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
2001-7	21.08.01	9:50	30	349	1054	Sandur	15x15
		9:55	30	349	83	Sýni tekið	15x15
		9:59	30	349	109	Sýni tekið	7x7
		10:03	30	349	107	Sandur	7x7
		10:07	20	349	37	Sýni tekið	15x15
		10:11	20	347	44	Sandur	15x15
		10:14	20	347	48	Sýni tekið	7x7
		10:17	20	347	52	Sandur	7x7
2001-8	21.08.01	14:12	30	349	78	Sandur	15x15
		14:17	30	349	36	Sandur	15x15
		14:21	30	349	63	Sandur	7x7
		14:26	30	353	11	Sandur	7x7
		14:30	20	349	33	Sandur	15x15
		14:34	20	349	39	Sandur	15x15
		14:37	20	349	31	Sandur	7x7
		14:41	20	349	28	Sandur	7x7
2001-9	16.10.01	13:34	20	217	3	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	7x7
		13:40	20	217	2	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	7x7
		13:46	20	216	5	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	15x15
		13:52	20	216	4	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	15x15
		13:58	30	216	15	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	7x7
		14:04	30	214	17	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	7x7
		14:10	30	214	32	Nánast ekkert efni, mjög fínn sandur	15x15
		14:16	30	214	6	Sandur, lítið magn	15x15
2001-10	16.10.01	18:55	30	178	10	Fínn sandur	15x15
		19:01	30	176	3	Fínn sandur	7x7
		19:05	20	176	2	Fínn sandur	15x15
		19:09	20	176	2	Fínn sandur	7x7
2001-11	17.10.01	9:21	20	149	0	Nær tómur	7x7
		9:27	20	147	1	Nær tómur	7x7
		9:33	20	147	2	Nær tómur	15x15
		9:38	20	147	2	Nær tómur	15x15
		9:43	30	149	3	Nær tómur	7x7
		9:49	30	149	2	Nær tómur	7x7
		9:55	30	149	4	Nær tómur	15x15
		10:00	30	149	2	Nær tómur	15x15
2001-12	17.10.01	16:51	30	158	1	Sandur	7x7
		16:57	30	158	55	Sandur ~/3x2 cm	7x7
		17:01	30	158	3	Sandur	15x15
		17:06	30	158	5	Sandur	15x15
		17:10	20	158	0	Sandur, nánast ekkert í poka	7x7
		17:14	20	158	3	Sandur, nánast ekkert í poka	7x7

Hópur	Dags.	Tími	Stöð	Rennsli m^3/s	Skriðaurs-framb. g/s/m	Athugasemd	Stærð ops (cm)
		17:19	20	158	2	Sandur	15x15
		17:24	20	158	2	Sandur	15x15
2001-13	17.10.01	20:12	30	158	2		7x7
		20:20	20	158	0		7x7

Tafla V-5. Tölfræði fyrir alla mælihópana.

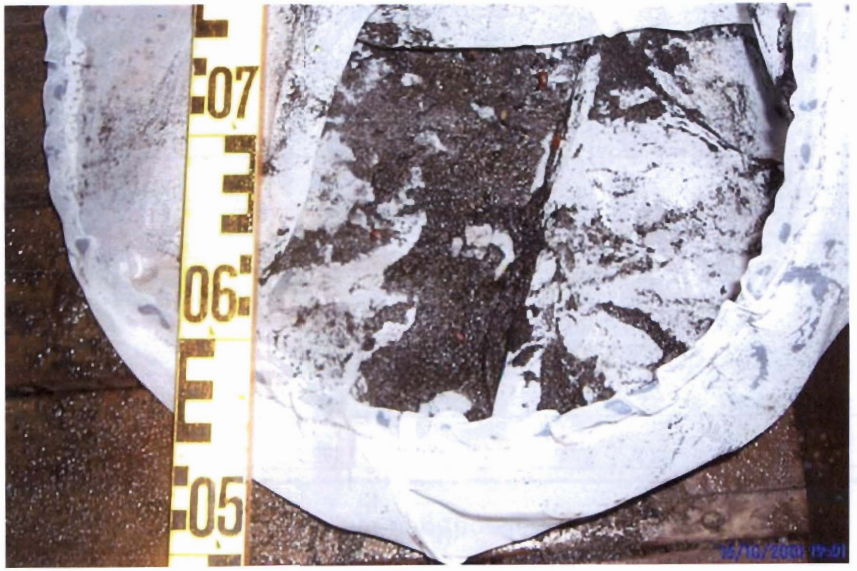
Ár 2000	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst
Stöðvar 40-80	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Mesta rennslisbreyting	5%	10%	4%	2%	3%	7%	7%	2%	6%	3%	7%	3%	6%	2%	6%	6%
Fjöldi mælinga	10	16	26	14	12	5	4	2	15	10	8	5	16	8	7	12
Tímalengd	4:20	4:20	5:00	2:25	2:15	0:25	0:30	0:10	2:35	1:30	1:10	0:35	2:35	1:20	1:00	2:00
Meðal rennsli	286	385	279	370	242	261	321	431	425	380	431	473	335	322	341	469
Meðal skriðursframburður	511	454	478	733	334	408	323	1312	637	433	304	970	217	208	321	1464
Staðalfrávik	459	320	549	686	343	190	190	388	763	774	236	1362	167	180	296	1232
Öryggismörk (90%)	328	170	222	396	218	236	303	3485	422	554	197	1691	89	151	273	783

Ár 2001 - Stöðvar 40-80	Júní	Júní	Júní	Júní	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Okt.	Okt.	Okt.	Okt.	Okt.
Stöðvar 40-80	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Mesta rennslisbreyting	1%	6%	3%	6%	1%	6%	1%	2%	3%	1%	7%	5%	5%	3%	1%	4%
Fjöldi mælinga	15	15	10	20	11	9	4	4	20	12	8	12	8	10	20	36
Tímalengd	3:04	2:44	1:23	3:15	2:20	1:25	0:15	0:32	2:57	1:09	1:01	1:06	0:55	1:02	2:17	5:39
Meðal rennsli	289	343	283	281	358	373	408	449	351	350	365	207	194	180	149	157
Meðal skriðursframburður	1141	2070	1200	1135	1619	867	542	2552	1010	1202	715	256	97	164	28	49
Staðalfrávik	1121	1768	714	785	1529	824	612	3035	709	739	855	232	62	188	25	47
Öryggismörk (90%)	621	979	511	368	1027	633	974	4830	332	470	715	148	52	135	12	16

Ár 2000	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Júlí	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst
Stöðvar 20-30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mesta rennslisbreyting	5%	0%	0%	0%	3%	0%	1%	1%	5%	2%	1%
Fjöldi mælinga	8	2	6	4	6	6	4	6	6	4	2
Tímalengd	3:32	0:10	0:40	0:20	0:30	0:50	0:30	0:50	1:00	0:30	0:05
Meðal rennsli	281	400	287	366	344	431	375	415	328	367	476
Meðal skriðursframburður	11	28	15	28	27	111	61	69	31	47	286
Staðalfrávik	10	12	11	9	9	74	49	30	32	29	148
Öryggismörk (90%)	9	106	11	14	10	78	78	31	33	46	1331

Ár 2001	Júní	Júní	Júní	Júní	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Ágúst	Okt.	Okt.	Okt.	Okt.	Okt.
Stöðvar 20-30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Mesta rennslisbreyting	0%	6%	0%	2%	2%	5%	1%	1%	1%	1%	1%	0%	0%
Fjöldi mælinga	6	6	4	8	8	8	8	8	8	4	8	8	2
Tímalengd	0:55	2:15	0:18	2:20	0:53	0:36	0:27	0:29	0:42	0:14	0:39	0:33	0:08
Meðal rennsli	290	335	287	277	362	399	348	350	216	177	148	158	158
Meðal skriðursframburður	19	71	25	21	57	133	192	40	11	4	2	9	1
Staðalfrávik	10	48	14	12	34	58	350	21	10	4	1	19	2
Öryggismörk (90%)	10	50	23	10	28	49	292	18	9	6	1	16	14

Mynd V-1: Sýni 2001-9 (13:46) tekið 16. október í stöð 20.



Mynd V-2: Sýni 2001-10 (18:55) tekið 16. október í stöð 30.

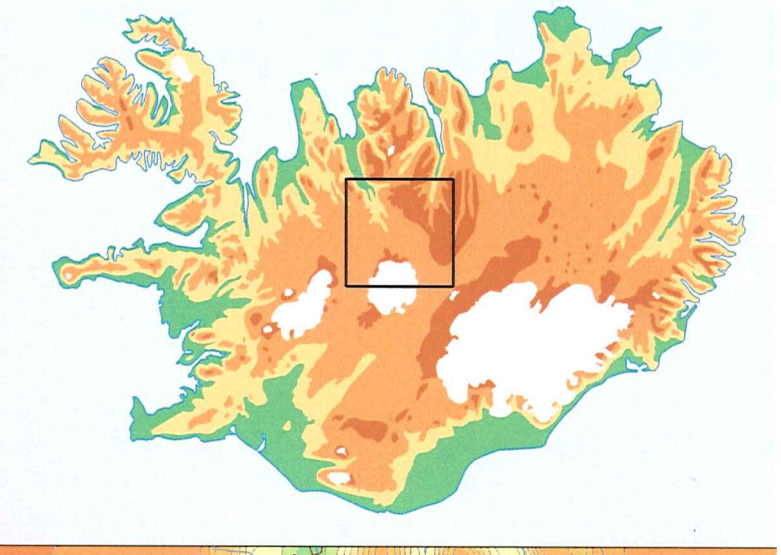
Mynd V-3: Sýni 2001-12 (14:40) tekið 16. október í stöð 40.

Mynd V-4: Sýni 2001-12 (14:58) tekið 16. október í stöð 50.

Mynd V-5: Sýni 2001-12 (15:28) tekið 16. október í stöð 60.

Mynd V-6: Sýni 2001-15 (11:56) tekið 17. október í stöð 70.

Mynd V-7: Sýni 2001-13 (16:29) tekið 16. október í stöð 80.



Yfirlit yfir framkvæmdasvæði norðan Hofsjökuls (Landslag, örnefni, virkjanir)

Lindir skv. Orkustofnun/Freysteini Sigurðssyni

ORKUSTOFNUN

Fyrirhuguð lón
Stöðvarhús
Stífla
Breyting á vatnsrennsli vegna stíflanna

Skurður Göng
Skatastaðavirkjun
Fossárveita

Lindasvæði
Vetrarrennsli [m³/sek]
< 1
1-2
2-5
5-10

Ár, lækir, vötn
Skáli, sæluhús
Vegur nr. 1
Vegur
Núverandi slóðar
Gamlir slóðar
Náttúruminjar (nr 413 og 414 skv. Náttúru-minjaskrá)

0 - 100 m
100 - 200 m
200 - 300 m
300 - 400 m
400 - 500 m
500 - 600 m
600 - 700 m
700 - 800 m
800 - 900 m
900 - 1000 m
1000 - 1100 m
1100 - 1200 m
1200 - 1300 m
1300 - 1400 m

1000 - 1100 m
1100 - 1200 m
1200 - 1300 m
1300 - 1400 m
1400 - 1500 m
1500 - 1600 m
1600 - 1700 m

N

Mynd 1

1 : 250.000

0 2 4 6 8 10 km

Kortagrunnur: Landmælingar Íslands

ORION RÁÐGJÖF EHF

Landslag ehf

ORKUSTOFNUN

Jarðmyndanir

Heimild: Ingibjörg Kaldal

- Jökulgarðar
- Fornt jökulárset
- Fornt jökulárset, þunnt
- Nútímahraun
- Jarðhiti með jaðarsvæði
- Verndarsvæði í kringum jarðminjar (skv. Náttúrufræðistofnun)
- Ár, lækir, vötn
- Fyrirhuguð lón
- Núverandi slóði
- Gamall slóði
- Náttúruminjar

Hæðir

- 300 - 400 m
- 400 - 500 m
- 500 - 600 m
- 600 - 700 m
- 700 - 800 m
- 800 - 900 m
- 900 - 1000 m
- 1000 - 1100 m
- 1100 - 1200 m
- 1200 - 1300 m
- 1300 - 1400 m

N

Mynd 2

1:100.000

0 1 2 3 4 5 km

Kortagrunnur: Landmælingar Íslands

ORION RÁÐGJÖF EHF.

Landslag ehf.

Hofsafrétt

Nýjabæjar-afrétt

Bleikáluháls

Illviðra-hnjúkar

Laugafellshnjúkur

Langihryggur

Hofsjökull

Stafnsvatnarústir

Stafnsvötn

Giljamýrar

Hildarsel

Bergland

Fossá

Miðmundargil

Lambá

Sandfell

Lambárfell

Miðhlutardrög

Hraunbúfudrög

Hraunbúfuá

Hraunbúfugil

Ruhukvísl

F72

Keldudalur

Hölkná (Höfðá)

Reyðarfell

Stórihvammur

Gráni (Sesseljubúð)

Réttarhvammur

Reyðarvatn

Rústakofi

Miðkvíslar

Pollagil

Orravatns-rústir

Rústakvísl

Eyfirðingavað

Austari pollar

Orravatn

Hraunlækur

Bleikálupollar

Austurbugur

Pollakvísl

Eyfirðingavegur

Miðkvísl

Svörturústir

Bleikálukvísl

Klofnahæð

Grænatjörn

Ásbjarnarvötn

Vestari pollar

Strangilækur

Hnjúkskvísl

F78

Laugafellsskáli

Vesturbugur

Laugakvísl

Ingólfsskáli

Ásbjarnar-fell

Vestara Lamba-hraun

Austara Lamba-hraun

Austari-Jökulsá

Kvísla-hraun

Eyfirðingahólar

Krókafell

Sáta

ORKUSTOFNUN

Reyðarfell
Stórihvammur
Reyðarvatn
Réttarhvammur
Miðkvíslar
Pollagil
Orravatns-
rústir
Rústakvísl
Austari pollar
Geldingsá
Geldingsárdrög
Orravatn
Eyfirðingavað
Eyfirðingavegur
Hrafntinnuás
Bleikálu-
pollar
Pollakvísl
Austurbugur
Lambalækur
Vestari pollar
Bugakvísl
Austari Jökulsá
Strangilækur
Laugakvísl
Hnjúkskvísl
Vesturbugur
Laugafell
Laugafellshnjúkur

Vistir

(Heimild: Náttúrfræði-stofnun Íslands, 2000)

- Melavist
- Eyravist
- Flóavist
- Giljamóavist
- Holtamóavist
- Héluvist
- Móavist
- Mýrarvist
- Rekjuvist
- Rústavist
- Vatnavist
- Óvíst
- Mörk könnunarsvæðis
- Ár, lækir, vötn
- Fyrirhugað lón
- Náttúruminjar
- Lónstaða 714 m
- Lónstaða 708 m
- Lónstaða 704 m
- Gamall slóði

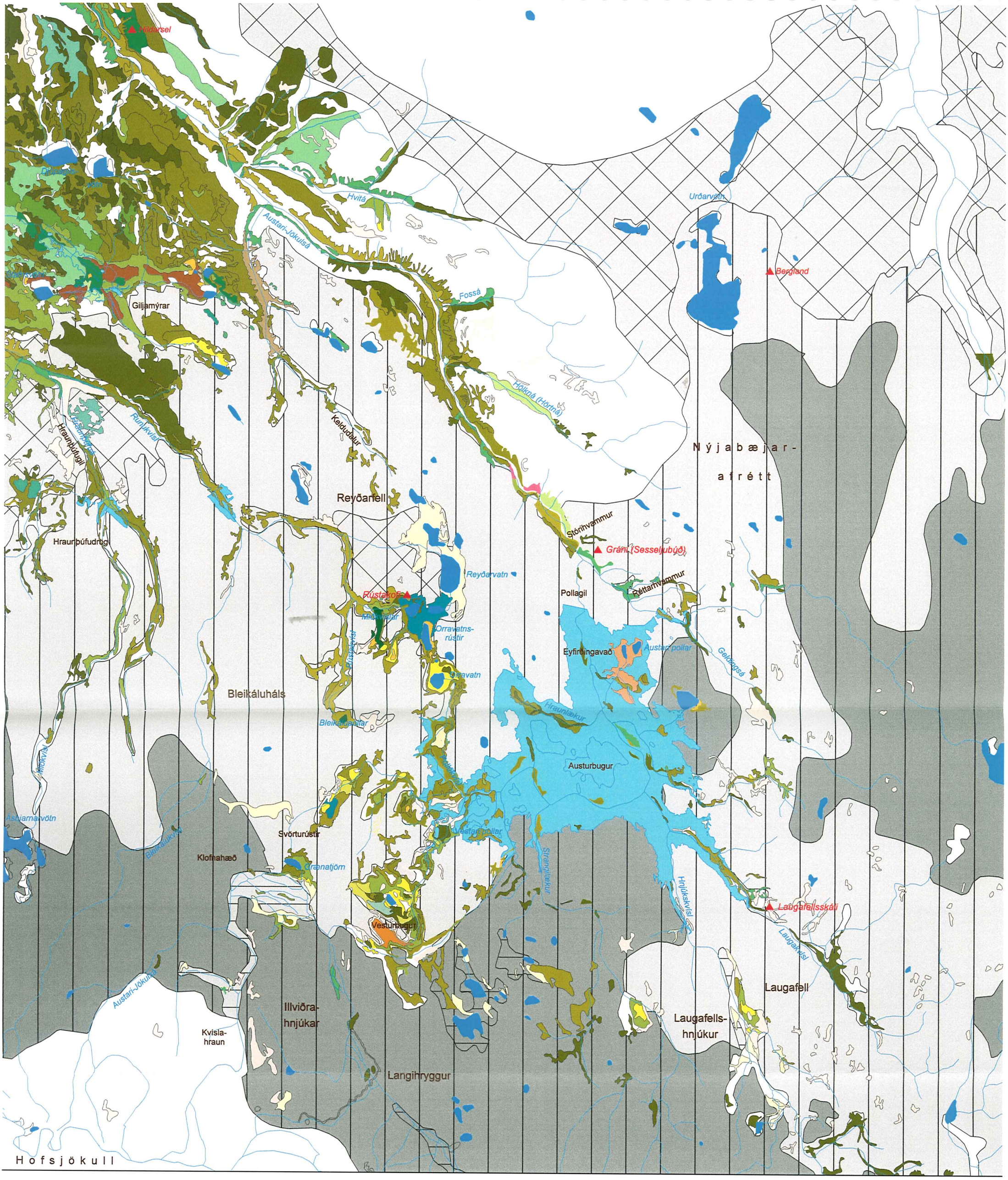
N

1:50.000

0 0,5 1 1,5 2 2,5 km

Mynd 3

Rof og gróður



Gróður (skv. upplýsingum Náttúrufræðistofnunar)

A	Mosagróður	I	Snjódæld	A/B	B/H	C/L	G/U
B	Lyngmói	J	Fléttumói	A/B/H	B/J	D/G	G/U/V
C	Fjalldrapamói	L	Blómlendi	A/C	B/K	D/G/U/V	G/V
D	Viðimói og kjarr	R	Ræktað land	A/G	B/U	E/G	T/U
E	Þursaskeggsmói	T	Hálfdeigja	A/I	B/U/V	E/H	T/V
F	Móasef	U	Mýri	A/U/V	B/V	F/H	U/V
G	Starmói	V	Flói	B/E	C/E	G/H	
H, K	Graslendi			B/G	C/H	G/T	

Rofmyndir á auðnum (skv. upplýsingum frá RALA)

- Urðir í hlíðum
- Sendnir melar
- Grýttir melar
- Fjall- og brattlendi

Rofkvarði

- 3 Talsvert rof
- 4 Mikið rof

- Ár, lækir, vötn
- Fyrirhugað lón

ORKUSTOFNUN

N

Mynd 4

1 : 100.000

0 1 2 3 4 5 km

ORION RÁÐGJÖF EHF.

Landrist ehf

Gróður á svæðum sem Hraunþúfu- og Giljamúlaveita fara um

ORKUSTOFNUN

Gróður (skv. upplýsingum Náttúrufræðistofnunar)

A	Mosagróður	I	Snjódæld	A/B	B/H	C/L	G/U
B	Lyngmói	J	Fléttumói	A/B/H	B/J	D/G	G/U/V
C	Fjalldrapamói	L	Blómlendi	A/C	B/K	D/G/U/V	G/V
D	Viðimói og kjarr	R	Ræktað land	A/G	B/U	E/G	T/U
E	Þursaskeggsmói	T	Hálfdeigja	A/I	B/U/V	E/H	T/V
F	Móasef	U	Mýri	A/U/V	B/V	F/H	U/V
G	Starmói	V	Flói	B/E	C/E	G/H	
H, K	Graslendi			B/G	C/H	G/T	

Rofkvarði (skv. upplýsingum frá RALA)

- 3 Talsvert rof
- 4 Mikið rof
- Minna en 1/3 hluti gróinn

- Fyrirhugað lón
- Stífla

Skurður Göng

- Skatastaðavirkjun
- Fossárveita

N

Mynd 5

1 : 100.000

0 1 2 3 4 5 km

ORION RÁÐGJÖF EHF.

Landvist ehf.