

Heildarframburður í neðri hluta Þjórsár árin 2001–2010

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2013-135

Dags: Desember 2013

Fjöldi síðna:
77+viðaukar

Upplag: 25

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
☒ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Heildarframburður neðri hluta Þjórsár árin 2001–2010

Höfundar/fyrirtæki: Esther Hlíðar Jensen, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Snorri Zóphóníasson, Sigríður Magnea Óskarsdóttir / Veðurstofa Íslands

Verkefnisstjóri: Helgi Jóhannesson verkefnisstjóri Landsvirkjunar
Jórunn Harðardóttir verkefnisstjóri Veðurstofu Íslands

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Í skýrslunni er sett fram samantekt yfir allar aurburðarferðir sem farnar voru á tímabilinu 2001–2010 í neðri hluta Þjórsár. Tekin voru 305 svifaurssýni (þar af 121 punktsýni) og 3282 skriðaurssýni, en af þeim voru 408 þeirra kornastærðargreind. Ekki er fjallað um punktsýni í þessari skýrslu. Kornastærðareiginleikar voru skoðaðir fyrir bæði svifaur og skriðaur og framburðarlyklar reiknaðir. Mest berst fram af fingerðum svifaur (<0,02 mm) en mjög lítill hluti svifaurs (ca. 10%) er af stærðinni 0,02–0,06 mm. Hlutur sands (0,06–2 mm) er mjög lítill við Miðtanga en við Krók og Urriðafoss er hlutur sands um og yfir 30% af heildarframburði svifaurs. Heildarframburður við Miðtanga reiknast 0,73 milljónir tonna á ári en við Krók 1,63 milljónir tonna. Hlutur skriðaurs af heildarframburði reiknast við Miðtanga um 9% en um 13% við Krók.

Lykilorð: Þjórsá, Krókur, Miðtangi, Kaldárholt, Urriðafoss (vhm30), sýnataka, svifaursstyrkur, svifaurslykill, svifaursframburður, skriðaursstyrkur, skriðaurslykill, skriðaursframburður, heildarframburður, kornastærðarmælingar

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Helgi Jóhannesson

Heildarframburður neðri hluta Þjórsár árin 2001–2010

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



Skýrsla VÍ-2013/007
ISSN 1670-8261

Efnisyfirlit

EFNISYFIRLIT.....	5
MYNDASKRÁ.....	5
TÖFLUSKRÁ	8
1 INNGANGUR.....	9
1.1 Nánari upplýsingar um vatnasviðið.....	10
2 AURBURÐARSÝNATAKA OG ÚRVINNSLA.....	13
2.1 Svifaurssýni.....	14
2.1.1 Sýnataka og kornastærðargreining	14
2.1.2 Svifaursslyklar.....	15
2.2 Skriðaurssýni	16
2.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining	16
2.2.2 Skriðaurssútreikningar.....	18
3 NIÐURSTÖÐUR AURBURÐARMÆLINGA Í NEÐRI HLUTA ÞJÓRSÁR	19
3.1 Niðurstöður svifaursmælinga.....	23
3.1.1 Svifaursframburður.....	23
3.1.2 Kornastærðargreiningar svifaurs	38
3.1.3 Svifaurslyklar einstakra kornastærðarflokka	42
3.1.4 Samanburður kornastærðar í sýnum teknum við Urriðafoss og Krók	50
3.1.4.1 Sýni af kláfi við Krók og kláfi við Urriðafoss.....	50
3.1.4.2 Sýni af kláfi við Urriðafoss og handsýni frá Urriðafossi	52
3.1.4.3 Sýni af kláfi við Krók og handsýni frá Urriðafossi	53
3.2 Niðurstöður skriðaursmælinga	55
3.2.1 Framburður skriðaur.....	55
3.2.2 Kornastærðargreiningar skriðaur.....	64
3.3 Samanburður svifaurs og skriðaur	69
4 SAMANTEKT	73
5 HEIMILDIR	76
VIÐAUKAR. TÖLUR OG TALNAEFNI	78

Myndaskrá

Mynd 1. Kort af neðri hluta Þjósár þar sem færðir eru inn helstu sýnatökustaðir	9
Mynd 2. Vatnasvið Þjósár með mismunandi kortagögnum.	12
Mynd 3. Myndir frá sýnatökustöðum.....	18

Mynd 4.	Langæi dagsmeðalrennslis á tímabilinu 2001–2010 ásamt hæstu og lægstu rennslisgildum sumar- og vetrarlykla.	20
Mynd 5.	Augnabliksgildi rennslis á móti dagsmeðalrennslis fyrir alla sýnatökustaði í neðri hluta Þjórsár.	20
Mynd 6.	Rennslisröð fyrir Þjórsártún (V320) ásamt rennslis um botnlokur og styrk heildarsvifaus úr öllum sýnatökuferðum á tímabilinu.....	22
Mynd 7.	Yfirlit yfir hitastig og úrkomu/snjó fyrir vatnasvið Þjórsár.	23
Mynd 8.	Vensl rennslis og svifausstyrks fyrir alla staði eftir árum.	24
Mynd 9.	Vensl svifausstyrks fínefna (méla+leir (mg/l)) á móti rennslis (m^3/s)	25
Mynd 10.	Sýnatökustaður Miðtangi. Réttmynd í mælikvarða 1:5000.	26
Mynd 11.	Árslykill svifaurssýna fyrir Miðtanga á tímabilinu 2005–2010.....	27
Mynd 12.	Árstíðalykill svifaurssýna frá Miðtanga sem tekin voru að vetrarlaga (október–júní) á árunum 2005–2010.....	27
Mynd 13.	Árstíðalykill svifaurssýna frá Miðtanga sem tekin voru að sumarlagi (júlí–september) á árunum 2005–2010.....	27
Mynd 14.	Sýnatökustaður: Kaldárholt. Réttmynd í mælikvarða 1:10.000.	29
Mynd 15.	Árslykill svifaurssýna frá Kaldárholti fyrir tímabilið 2007–2010.	30
Mynd 16.	Árstíðalykill svifaurssýna frá Kaldárholti sem tekin voru að vetrarlaga (október–júní) á árunum 2007–2010.	30
Mynd 17.	Sýnatökustaður: Krókur. Réttmynd í mælikvarða 1:5000.	32
Mynd 18.	Árslykill svifaurssýna frá Króki fyrir tímabilið 2001–2010.	33
Mynd 19.	Árstíðalykill svifaurssýna frá Króki sem tekin voru að vetrarlaga (október–júní) á árunum 2001–2010.	33
Mynd 20.	Árstíðalykill svifaurssýna frá Króki sem tekin voru að sumarlagi (júlí – september) á árunum 2001–2010.....	33
Mynd 21.	Sýnatökustaður: Urriðafoss. Réttmynd í mælikvarða 1:5000.....	35
Mynd 22.	Árslykill svifaurssýna af kláfi við Urriðafoss á tímabilinu 2002–2010.....	36
Mynd 23.	Árstíðalykill svifaurssýna sem tekin voru af kláfi við Urriðafoss að vetrarlaga (október–júní) á árunum 2002–2010.	36
Mynd 24.	Árstíðalykill svifaurssýna sem tekin voru af kláfi við Urriðafoss að sumarlagi (júlí–september) á árunum 2002–2010.	37
Mynd 25.	Sýnatökustaður: Urriðafoss brú. Réttmynd í mælikvarða 1:5.000.	38
Mynd 26.	Kassagröf, eitt fyrir hvern kornastærðarflokk sem sýna svifausstyrk mismunandi sýnatökustaða.	39
Mynd 27.	Miðtangi. Gröf sem sýna vensl svifausframburðar við rennslis fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilinum.	42
Mynd 28.	Kaldárholt. Gröf sem sýna vensl svifausframburðar við rennslis fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilinum.	44
Mynd 29.	Krókur. Gröf sem sýna vensl svifausframburðar við rennslis fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilinum.	46
Mynd 30.	Urriðafoss, kláfur. Gröf sem sýna vensl svifausframburðar við rennslis fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilinum.	48

Mynd 31. Þversnið Þjórsár við kláf ofan við Urriðafoss og af kláfi við Krók.	50
Mynd 32. Hlutfall heildarsvifaurssstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá kláfi við Urriðafoss og kláfi við Krók.	51
Mynd 33. Hlutfall svifaurssstyrks á mælistöðvum (Ukláfur-Krókur/Krókur) á móti rennsli.. ..	51
Mynd 34. Hlutfall heildarsvifaurssstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá kláfi við Urriðafoss og kláfi við Krók.	52
Mynd 35. Hlutfall styrks á mælistöðvum (Ubrú-Ukláfur/Ukláfur) á móti rennsli.....	53
Mynd 36. Hlutfall heildarsvifaurssstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá brú við Urriðafoss og kláfi við Krók.	54
Mynd 37. Hlutfall styrks á mælistöðvum (Ubrú-Krókur/Krókur) á móti rennsli.	54
Mynd 38. Heildarframburður skriðaus í ferðum að Miðtanga á tímabilinu 2005–2010... ..	55
Mynd 39. Heildarframburður skriðaus úr ferðum að Króki á tímabilinu 2001–2010.	56
Mynd 40. Kassagraf sem sýnir meðalskriðausflutning við Miðtanga.....	56
Mynd 41. Kassagraf sem sýnir meðalskriðausflutning við Krók.....	57
Mynd 42. Árslykill skriðaurssýna frá Miðtanga tímabilið 2005–2010.	58
Mynd 43. Árslykill skriðaurssýna frá Króki tímabilið 2001–2010.	59
Mynd 44. Árslykill skriðaurssýna frá Króki tekin við 10% af dagsmeðalrennsli á tímabilinu 2001–2010, þ.e. rennsli herra en 515 m ³ /s.	60
Mynd 45. Rennslislyklar fyrir neðri og efri rennslisstig fyrir skriðaurssýni frá Króki.	61
Mynd 46. Árstíðarlyklar skriðaurssýna frá Króki frá árunum 2001–2010.....	61
Mynd 47. Myndir úr farvegi Þjórsár.	63
Mynd 48. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá Miðtanga.	65
Mynd 49. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá Króki.	66
Mynd 50. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) og skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í öllum skriðaurssýnum frá Miðtanga	67
Mynd 51. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) og skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í öllum skriðaurssýnum frá Króki.	68
Mynd 52. Hlutfall svifaus og skriðaus af mældum heildaraurburði í þeim sýnum sem tekin voru samtímis við Miðtanga.	71
Mynd 53. Hlutfall svifaus og skriðaus af mældum heildaraurburði í þeim sýnum sem tekin voru samtímis við Krók.	72
Mynd 54. Samanburður svifauslykla á fjórum mælistöðvum við Þjórsá.....	73
Mynd 55. Reiknaður svifausframburður (rauðleitar súlur) og skriðausframburður (bláar súlur) við Miðtanga, Kaldárholt, Krók, Urriðafoss brú og kláf.	74
Mynd 56. a-f. Miðtangi. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornast.fl.....	96
Mynd 57. a-f. Kaldárholt. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornast. fl. ...	98
Mynd 58. a-f. Krókur. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornast.fl.....	100
Mynd 59. a-f. Urriðafoss kláfur. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum.	102

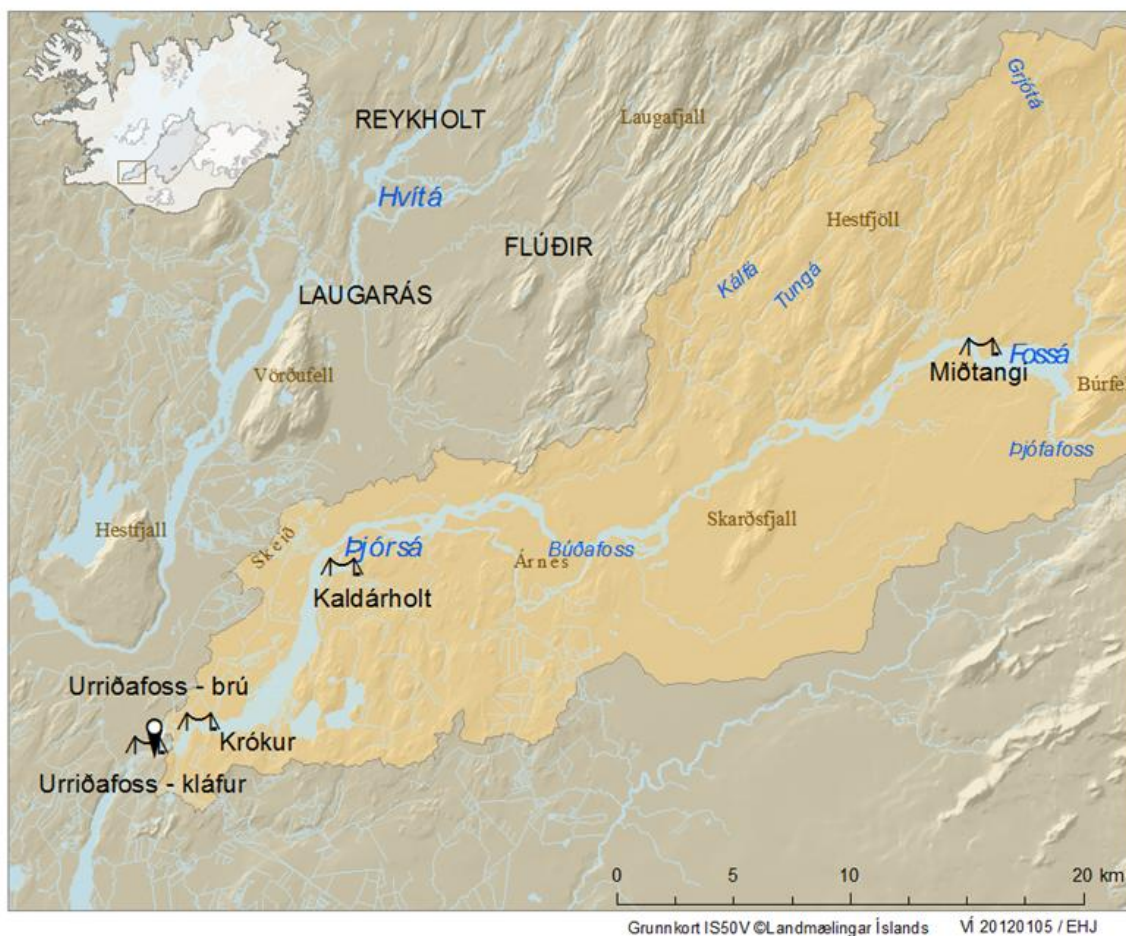
Töfluskrá

Tafla 1.	Yfirlit yfir sýnatöku í aurburðarferðum á neðra Þjórsársvæðið.....	13
Tafla 2.	Kornastærðarflokkar svifaurssýna.	14
Tafla 3.	Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.....	16
Tafla 4.	Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslyklanna frá Miðtanga.	28
Tafla 5.	Framburður svifaurs við Miðtanga 2005–2010.	28
Tafla 6.	Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslykla frá Kaldárholti.	31
Tafla 7.	Framburður svifaurs við Kaldárholt 2007–2010.	31
Tafla 8.	Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslykla fyrir Krók.	34
Tafla 9.	Framburður svifaurs við Krók 2001–2010.	34
Tafla 10.	Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslykla frá Urriðafossi, kláfur.....	37
Tafla 11.	Framburður svifaurs við Urriðafoss, kláfur 2002–2010.	37
Tafla 12.	Niðurstöður útreikninga á dreifingu skriðausstyrks flokkaðar eftir kornastærð og sýnatökustöðum.	40
Tafla 13.	Miðtangi, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum	43
Tafla 14.	Framburður svifaurs eftir kornastærð við Miðtanga árin 2005–2010.....	43
Tafla 15.	Kaldárholt, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum.	45
Tafla 16.	Framburður svifaurs eftir kornastærð við Kaldárholt árin 2007–2010.....	45
Tafla 17.	Krókur, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum.	47
Tafla 18.	Framburður svifaurs eftir kornastærð við Krók árin 2001–2010.....	47
Tafla 19.	Urriðafoss kláfur, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum	49
Tafla 20.	Framburður svifaurs eftir kornastærð við Urriðafoss kláf árin 2002–2010.....	49
Tafla 21.	Skriðausframburður við Miðtanga, sumar, vetur og ársgildi.	58
Tafla 22.	Tölfræði gagna frá Króki, sumar, vetur og ársgildi.	59
Tafla 23.	Skriðausframburður á ári fyrir Miðtanga og Krók,	62
Tafla 24.	Svifaurs- og skriðausframburður á ári fyrir Miðtanga.....	69
Tafla 25.	Svifaurs- og skriðausframburður á ári fyrir Krók.	69
Tafla 26.	Samanburður á lyklum frá öllum mælistöðvum í neðri hluta Þjórsár.....	73
Tafla 27.	Heildarframburður svifaurs á mælistöðvum niður eftir Þjórsá.	74
Tafla 28.	Meðalframburður svifaurs og skriðaus í Neðri Þjórsá.	75
Tafla 30.	Miðtangi. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki og styrkur efnis í hverjum flokki	97
Tafla 31.	Kaldárholt. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki og styrkur efnis í hverjum flokki	99
Tafla 32.	Krókur. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki og styrkur efnis í hverjum flokki.	101
Tafla 33.	Urriðafoss, kláfur. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki og styrkur efnis í hverjum flokki	103

1 Inngangur

Þjorsá er ein af stærstu ám landsins, með vatnasvið við Þjorsártún (V320) að stærð 7380 km² (mynd 1), þar af eru u.þ.b. 935 km³ þaktir jökli. Fyrir tímabilið 1971–2010 (40 ár), er ársmeðalrennsli 353 m³/s. Nokkrar vatnsaflsvirkjanir hafa verið reistar á efra Þjorsársvæðinu á síðustu áratugum og hafa þær jafnað að hluta til árstíðabundnar sveiflur sem verða annars vegar vegna sumarbráðnunar Hofsjökuls og Vatnajökuls og hins vegar vegna flóða á vatnasviðinu. Þó dregið hafi úr minni háttar flóðum er stærð stærstu flóða þó svipuð. Síðustu tíu ár hefur hlýnandi veðurfar aukið og breytt rennslinu meira en miðlanirnar. Á þessum árum hefur snjór verið minni á hálendinu utan jökla en áður og vorflóðin minni. Sömuleiðis olli öskufall á jökla árin 2010 og 2011 meiri jökulbráð en veðurfar gefur tilefni til. Langæislína Þjorsár líkist því nú langæislínu Ölfusár en Ölfusá er með mun jafnara rennsli en dæmigerð jökulá vegna þess hve mikill hluti vatnsins kemur úr lindum.

Flutningur sets neðan stóru uppistöðulónanna í efri Þjorsá hefur minnkað verulega í kjölfar byggingar vatnsaflsvirkjananna en mest allt gróft efni sest til í lónunum. Árið 1982 áætlaði Haukur Tómasson svifaursframburð hafa lækkað úr um 3 milljónum tonna í 1,7 milljónir tonna í neðri hluta Þjorsá, en síðan þá hafa fleiri lón verið byggð í efri Þjorsá.



Mynd 1. Kort af neðri hluta Þjorsár þar sem færðir eru inn helstu sýnatökustaðir niður eftir ánni.

Landsvirkjun hefur endurnýjað aldargamlar hugmyndir um byggingu vatnsaflsvirkjana í neðri hluta Þjórsár. Þrjár virkjanir eru fyrirhugaðar, þ.e. Hvammsvirkjun, Holtavirkjun og Urriðafossvirkjun. Alhliða þekking á flutningi sets og rennsli er nauðsynleg fyrir mat á umhverfisáhrifum slíkra framkvæmda, sem og fyrir hönnun vatnsaflsvirkjananna, þ.m.t. mati á endurnýjunartíma uppistöðulóna.

Rennsli hefur verið mælt í neðri hluta Þjórsár í yfir 50 ár með vatnshæðarmælum við Krók (vhm030, V030) og Þjórsártún (vhm030, V320) (mynd 1). Hins vegar voru heildstæðar upplýsingar um aurframburð mjög takmarkaðar þar til Landsvirkjun hóf árið 2001 víðtæka vöktun á aurburði í neðri hluta Þjórsár. Meginmarkmið þeirra rannsókna er að meta framburð svifaurs og skriðaus í neðri hluta Þjórsár. Veðurstofa Íslands (áður Vatnamælingar Orkustofnunar) hefur séð um þessar mælingar og hafa verið gefnar út skýrslur um niðurstöður sýnatöku árána 2001 til 2004 (Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir 2002, 2003, 2004, 2005). Í þessari skýrslu er sett fram heildaryfirlit yfir mælingarnar frá 2001 til 2010 í neðri hluta Þjórsár, auk þess sem heildarframburður svifaurs og skriðaus er metinn. Sett er fram yfirlit yfir kornastærðargreiningar svifaurs- og skriðaurssýna sem tekin voru á þessum árum, en frekari upplýsingar um einstök sýni er að finna aftast í viðauka og í fyrri skýrslum um aurburðarsýnatöku í Þjórsá (Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir, 2002; 2003; 2004; 2005).

1.1 Nánari upplýsingar um vatnasviðið

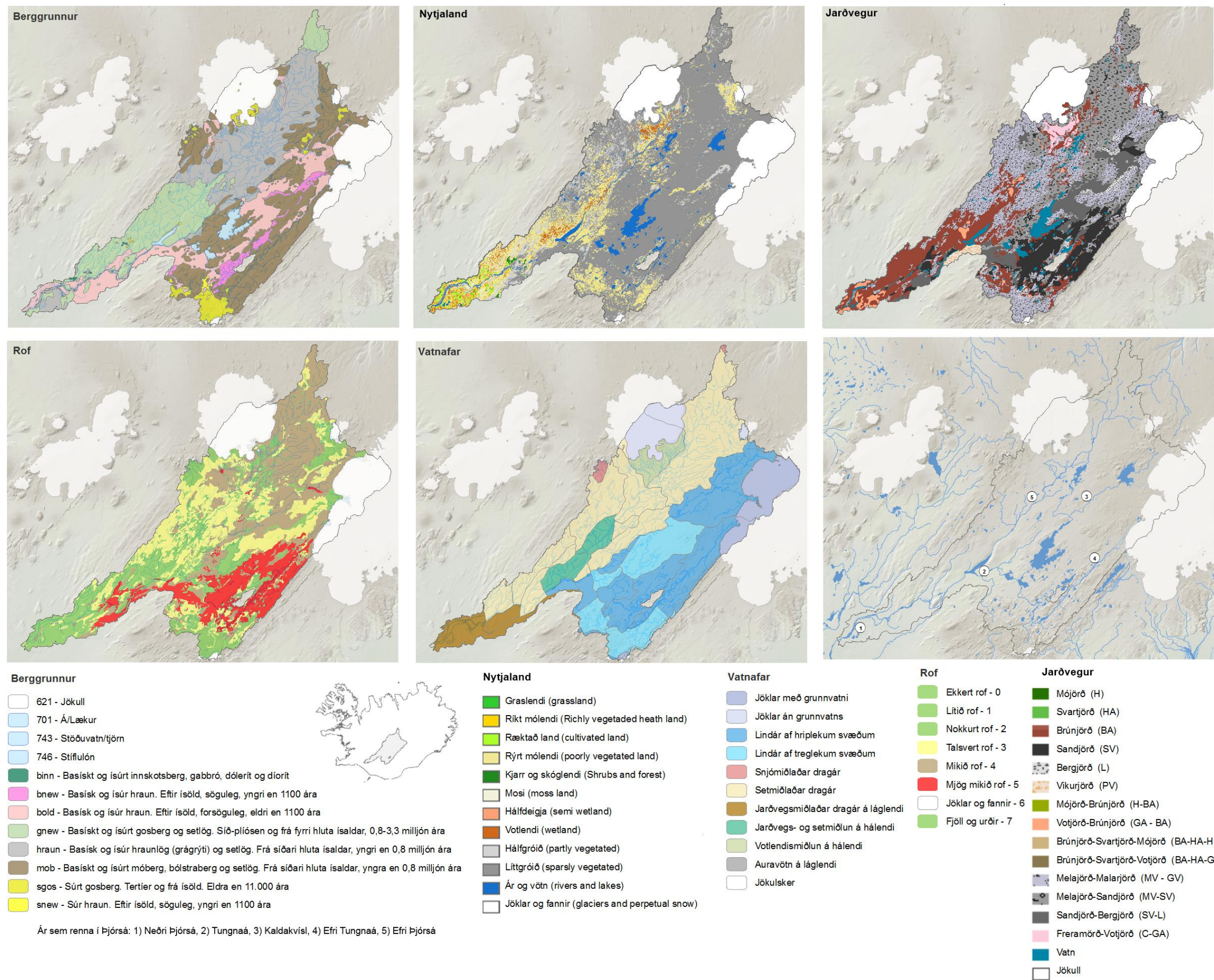
Mynd 2 sýnir vatnasvið Þjórsár þar sem búið er að klippa út úr heildarkortum af Íslandi berggrunnskort, nytjalandskort, jarðvegskort, rofkort og vatnafarsflokkun. Með því að skoða öll kortin má sjá hvernig berggrunnurinn hefur áhrif á vatnafarið og þar með á jarðveg, gróðurfar og rof, en allir þessir þættir hafa m.a. áhrif á aurburð. Í fljótu bragði má sjá skiptingu Þjórsár sem Haukur Tómasson fjallar um í skýrslu sinni „Áhrif virkjanaframkvæmda á aurburð í Þjórsá“ frá 1982. Þar skiptir hann ánni í höfuðgreinar þ.e. (1) Neðri Þjórsá sem nær frá sjó og að ármótum við Tungnaá en þar greinist hún í (5) Efri Þjórsá og (2) Tungnaá. Tungnaáin skiptis síðan nokkru ofar í (3) Köldukvísl og (4) Efri Tungnaá.

Efri Tungnaá og Kaldakvísl koma úr vestanverðum Vatnajökli en efri Þjórsá kemur úr Hofsjökli. Eins og sjá má á berggrunnskortinu rennur Tungnaá á eldvirka beltinu þar sem nýleg og forsöguleg hraun og móberg eru meginundirstaðan. Vatnasvið hennar er að mestu lítt gróið skv. nytjalandskortinu og er stór hluti jarðvegarins sandjörð eða bergjörð. Þar er líka mesta rofið af heildarvatnasviði Þjórsár og vatnafarsflokkunin sýnir að til viðbótar við jökulættað vatn úr vestanverðum Vatnajökli bætist við lindavatn af hriplekum svæðum.

Til viðbótar við jökulþátt Köldukvísar bætist við lindavatn í töluverðu mæli. Berggrunnur vatnasviðsins er nýleg hraun og móberg þakinn jökulruðningi og er líttgróin sandjörð, bergjörð eða melajörð (jökulurð) í yfirborði vatnasviðsins. Þar er samt sem áður minna rof en á Tungnaársvæðinu.

Berggrunnur vatnasviðs efri Þjórsá er aðallega grágrýti og basískt og ísúrt gosberg frá fyrri hluta ísaldar (0,8–3,3 milljónir ára), einnig þakið jökulruðningi. Jarðvegurinn er mun fjölbreyttari en á fyrrnefndum svæðum þar sem finna má mela-malarjörð og mela-sandjörð (jökulurð), en einnig frerajörð-votjörð ásamt brúnjörð og jafnvel brúnjörð-votjörð sem er jarðvegur gróinna svæða. Þetta endurspeglast á nytjalandskortinu þar sem votlendi og ríkt mólendi er stærri þáttur en í hinum vatnasviðunum. Það vatn sem bætist við jökulvatn úr

Höfsjökli flokkast því sem setmiðlað dragavatn með votlendismiðlun og að hluta snjómiðlun og á neðri hluta vatnasviðsins bætist við dragavatn með jarðvegs- og setmiðlun á hálendi. Í neðri hluta Þjórsár koma allar þessar ár saman eftir að hafa farið sína leið í gegnum virkjanir og manngerðar miðlanir og hefur því hefur vatnsfallið mjög blandaða eiginleika þegar þangað er komið.



Mynd 2. Vatnasvið Þjórsár með mismunandi kortagögnum. Berggrunnskort (Náttúrufræðistofnun Íslands, 2009), nytjalandskort (Landbúnaðarháskóli Íslands, 2012), jarðvegskort (Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson, 2009), rof kort (Ólafur Arnalds o.fl., 1997) og vatnafarsflokkun (Freysteinn Sigurðsson o.fl., 2006) ásamt helstu ám.

2 Aurburðarsýnataka og úrvinnsla

Sýnataka í neðri hluta Þjórsár á tímabilinu 2001–2010 fór fram á fimm stöðum. (mynd 1). Efsti mælistaðurinn er við Miðtanga og nokkru neðan við Árnes er mælistaður við Kaldárholt. Kláfur við Krók er staðsettur u.þ.b. 3 km ofan við brú á Þjóðvegi 1 og kláfur við Urriðafoss er staðsettur miðja vegu milli gamla og nýja Þjóðvegarins. Einnig hafa verið tekin handsýni við brúna á gamla Þjóðveginum. Yfirlit yfir mæliferðir á tímabilinu má sjá í töflu 1 en í henni sést einnig að sýnataka á hverjum stað nær yfir mislangan tíma.

Tafla 1. Yfirlit yfir sýnatöku í aurburðarferðum á neðra Þjórsársvæðið árin 2001 til 2010.

	Svifaurssýni Krókur	Skríðaurssýni Krókur	Greind skríðaurssýni Krókur	Svifaurssýni Urriðafoss brú	Svifaurssýni Urriðafoss kláfur	Punktsýni Krókur	Svifaurssýni Miðtangi	Skríðaurssýni Miðtangi	Greind skríðaurssýni Miðtangi	Svifaurssýni Kaldárholt
2001	10	754	76	16		73				
2002	1(6)*	517	41	9	3	48				
2003	5	307	37	14	5					
2004	5	315	36	12	4			23	7	
2005	2	127	38	9	2		4	177	24	
2006	2	194	28	5	2		4	209	13	
2007	1	90		7	3		3	90	28	3
2008	1			6			1			1
2009	2	77	7	7	1		4	68	13	4
2010	4	144	23	7	3		6	190	37	6
Samtals	33	2525	286	92	23	121	22	757	122	14

*Sex punktsýni voru reiknuð saman sem eitt heildarsýni

2.1 Svifaurssýni

2.1.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Svifaurssýnin hafa verið tekin með þremur sýnatökum og er misjafnt á milli staða hvernig sýnatöku er háttað. Hefðbundin svifaurssýni eru tekin með því að dýfa opnum S49 sýnataka frá yfirborði árinna og niður á botn og hífa hann aftur á yfirborð. Ef sýnin eru tekin á þremur eða fleiri stöðum yfir þversnið árinna flokkast slík sýni sem S1 sýni, en annars sem S2 sýni. Svifaurssýnin frá Miðtanga og kláfi við Urriðafoss eru flest tekin á þennan hátt. Við Krók voru flest heilduð sýni tekin með S49 sýnataka af strengjabraut á 40, 50, 60, 65, 70 80, 100 og 140 m miðað við að 0 m séu við kláfspil sem staðsett er 14–17 m (mismunandi eftir rennsli) frá vinstri bakka. Miðað er við að vinstri bakki sé á vinstri hönd þegar horft er niður eftir ánni.

Á árunum 2001 til 2003 voru einnig tekin punktsýni (svokölluð SD sýni) með P61 sýnataka af kláflum við Krók. Sýnin voru tekin á fyrirfram ákveðnu dýpi í hverju sniði, en hægt er að stjórna inntaksopi (4,5 mm í þvermál) sýnatakans með rafboðum. Eitt heildað sýni frá botni og upp að yfirborði (100%-0% dýpi) átti einnig að taka með P61 sýnataka í hverju sniði í tengslum við punktmælingarnar. Í þessari skýrslu verður ekki fjallað frekar um punktsýnin enda var þeim gerð góð skil í fyrri skýrslum (Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir, 2002; 2003; 2004).

Af brúnni við Urriðafoss hafa verið tekin sýni með DH48 handsýnataka og flokkast þau sem S3 sýni. Þau eru borin saman við S1 sýni frá Urriðafossi aftar í skýrslunni. Í einstaka tilfellum var sami handsýnataki notaður við sýnatöku við Kaldárholt og Miðtanga en þá voru sýni tekin á þremur eða fleiri stöðum yfir þversniðið. Þau sýni eru sambærileg S1 sýnum teknum með hefðbundnum svifaurssýnataka að gæðum. Í viðauka 1 sem sýnir niðurstöður greininga á sýnunum kemur fram gerð sýnanna.

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

Niðurstöður kornastærðargreininga svifaurssýna eru settar fram í fimm kornastærðarflokkum (tafla 2). Hafa þarf í huga við túlkun kornastærðargagnanna að um hundraðshlutaögn er að ræða þannig að ef hlutfall eins kornastærðarflokksins er hátt lækkar hlutfall eins eða fleiri af hinum flokkunum. Því er oftast best að bera hundraðshlutaögnin saman við heildarstyrk svifaurssýnisins þegar gögnin eru túlkuð.

Tafla 2. Kornastærðarflokkar svifaurssýna.

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

2.1.2 Svifaurislyklar

Til að reikna út hve mikið berst fram af svifaur á sýnatökustað á tilteknu tímabili eru búnir til svokallaðir svifaurislyklar, þ.e. sambandið milli rennslis og svifaurssframburðar er fundið. Lykillinn er á eftirfarandi formi þar sem q_s er svifaurssframburður í kg/s, Q er rennsli í m^3/s , en k og n eru aðhvarfsstuðlar; k hlutfallsstuðull og n veldisvísir:

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

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

- Lyklar eru almennt því betri sem sýnin, sem þeir byggja á, eru fleiri. Annars er hætt við, að sýnin séu ekki nægilega marktækt úrtak. Samband rennslis og svifauris er í rauninni töluvert breytilegt, því að margs konar ytri skilyrði önnur en rennsli hafa áhrif á aurinn. Sýnin þurfa m.a. helst að dreifast sem jafnast yfir árið, sérstaklega þann hluta ársins sem framburður er mestur. Sýnin ættu varla að vera færri en sjö ef nota á þau til ályktunar, en þá þurfa skilyrðin sem talin eru hér á eftir að vera vel uppfyllt.
- Best er að sýnin hafi verið tekin á breiðu rennslisbili, helst allt frá því að vera nærri hæsta dagsmeðalrennsli tímabilsins sem lykillinn gildir fyrir, niður í nokkuð lágt rennsli. Ennfremur er æskilegt að sýnin dreifist sem jafnast á rennsli.
- Fylgnin (r) þarf að vera sem hæst. Hún telst góð ef hún er 0,90 eða hærri, mjög góð ef hún er 0,95 eða hærri, en léleg ef hún er undir 0,80.
- Lyklar með hærri veldisvísi en 3 eru varasamir því þeim hættir til að gefa of mikinn aur við hárennsli og of lítinn aur við lágrennsli. Algengt er að veldisvísirinn sé nálægt 2 í góðum lykllum. Trúverðugir veldisvísar eru á bilinu 1,5–3.
- Óheppilegt er að einstakir mælipunktur skeri sig mjög úr, sérstaklega þegar lykillinn byggist á fáum sýnum. Slíkum punktum gæti verið rétt að sleppa í sumum tilfellum.

Lyklarnir eru notaðir til að reikna svifaurinn fyrir hvern dag fyrir sig út frá meðalrennsli dagsins. Þannig á að vera unnt að reikna svifaur sem berst fram á einu ári eða nokkurra ára tímabili ef lyklarnir eru nægilega góðir og upplýsingar liggja fyrir um dagsmeðalrennsli. Lyklar sem byggðir eru á sýnum frá öllum árstímum eru kallaðir árslyklar. Ef sýnafjöldi leyfir er sýnunum skipt niður í árstíðir og reiknaðir sérstakir árstíðalyklar fyrir hvora eða hverja árstíð fyrir sig.

Talsverð vinna var lögð í að velja sýni til lyklagerðar þar sem nokkuð var um útgildi sem meta þurfti hvort væru hæf í lyklagerð. Í Þjórsá er margt sem hefur áhrif á svifaurssframburð, annars vegar er uppruni vatnsins margbreytilegur (sjá t.d. Freystein Sigurðsson o.fl., 2006) og hins vegar eru áhrif virkjana og annarra framkvæmda veruleg. Þess vegna eiga útgildi í gögnunum sér oft „eðlilegar“ skýringar og þar af leiðandi ekki rétt að sleppa þeim við gerð svifaurislykils. Það hins vegar hefur þau áhrif að fylgni milli rennslis og aurburðar getur verið heldur léleg. Þegar þannig háttar er þörf á að vita hvernig öryggismörk dreifingarinnar liggja. Í þessari skýrslu er farin sú leið að reikna 95% öryggismörk leitnilínunnar og teikna upp ásamt leitnilínu gagnanna. Í þessum útreikningum er gengið út frá því að gögnin séu normaldreifð og því verða til gildi fyrir öryggismörk sem eru minni en núll sem ekki er raunhæft. Dreifing gagnanna er ekki þekkt og sýnafjöldi býður ekki upp á að hægt sé að greina hana með öruggum hætti. Á myndum eru ekki sett fram neikvæð öryggismörk né farið út í frekari leiðréttingar eða greiningar á öryggismörkum.

Sýni sem tekin eru í flóði geta innihaldið hærri styrk í upphafi flóðs en í lok þess þótt að þau séu tekin við sama rennsli. Þetta stafar m.a. af framboði aurs í farveginum. Svifaursstyrkur og kornastærð getur því verið misjöfn þrátt fyrir sambærilegt rennsli.

2.2 Skriðaurssýni

2.2.1 Sýnataka og kornastærðargreining

Skriðaurssýni voru tekin af kláfnum við Krók og ýmist frá báti eða kláfi við Miðtanga með Helley-Smith sýnataka (mynd 3). Sýnatakinn vegur um 48 kg, hefur $7,6 \times 7,6$ cm sýnatökuop og 3,22 stækkunarhlutfall. Í ferðum að Króki voru sýni tekin á sömu sjö stöðvum og þar sem svifaurssýni voru tekin, þ.e. 40, 50, 60, 65, 70, 80 og 140 m. Viðbótarsýni voru stundum tekin á 100, 120, 160 og 180 m. Í ferðum að Miðtanga voru skriðaurssýni oftast tekin með 10 m millibili frá 15 til 115 m.

Á hverri stöð var Helley-Smith sýnatakinn settur niður á botn þar sem hann var látinn vera í 70 til 240 sekúndur áður en hann var dreginn upp aftur. Poki úr grófu efni með möskvastærð 250 μ m er festur á sýnatakann (mynd 3 efst til vinstri). Grófleiki efnisins gerir það að verkum að fínasti svifaurinn kemst í gegnum það.

Hvert sýni var vegið í sýnapokanum og þyngd pokans dregin frá heildarþyngd. Ef sýnið innihélt stærri korn en sand var langás stærsta korns mælt með reglustiku. Við Miðtanga kom sýnatökupokinn oft upp tómur á mörgum stöðvum nálægt árbakkanum þar sem enginn skriðaurframburður var til staðar.

Þau sýni sem tekin voru frá til kornastærðarmælinga voru flutt til Reykjavíkur og þurrkuð í ofni við 60°C áður en þau voru þurrsigtuð á aurburðarstofu Veðurstofu Íslands. Stærsta sigtið sem var notað var 64 mm og það minnsta 0,063 mm, en þar á milli hlupu sigtin á hálfri ϕ -stærð. ϕ (phi) kvarðinn er mikið notaður við útreikninga á afleiddum kornastærðareiginleikum enda einfaldar notkun hans tölfræðilega útreikninga (Boggs, 1995). Í þessari rannsókn er ϕ -kvarðinn notaður við útreikninga á kornastærð skriðaur og eru ϕ -gildi reiknuð á eftirfarandi hátt:

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

þar sem d er þvermál korna í mm.

Tafla 3. Samanburður stærða í mm og í ϕ -gildum og heiti kornastærðarflokka samkvæmt Udden-Wentworth kvarða.

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

Í fyrri skýrslum (Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir, 2002; 2003; 2004; 2005) hafa kornastærðargögnin verið sett fram sem safntíðniferlar á línulegum phi-kvarða og eru sömu gögn því ekki sýnd í þessari skýrslu. Tölfræðilegir eiginleikar sýnanna voru reiknaðir út með afleiðuaðferð (moment statistics) og er hér sýnt hvernig meðalstærð (mean), aðgreining (sorting) og skakki (skewness) eru reiknuð.

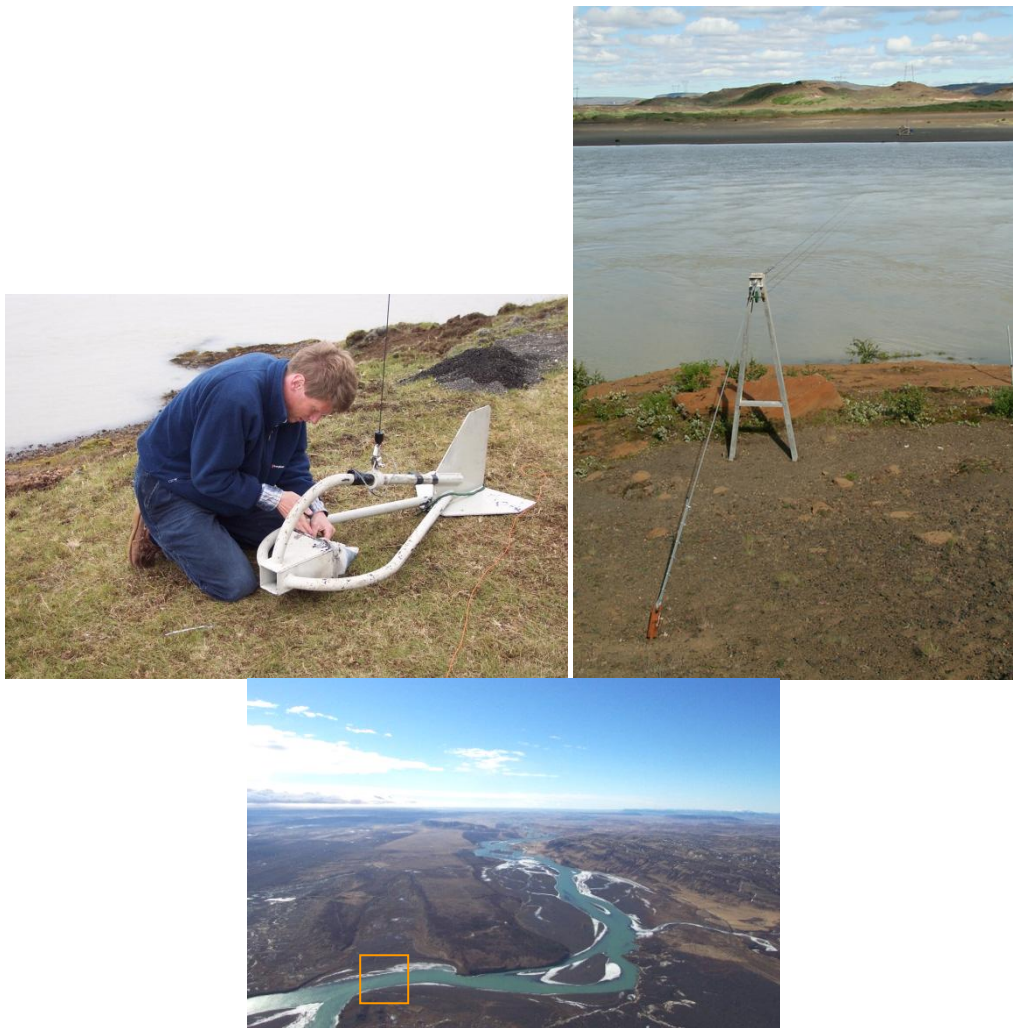
$$\text{Meðalstærð} \quad \bar{x}_{\phi} = \frac{\sum fm}{n}$$

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

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

þar sem f táknar þungaprósentu í hverjum kornastærðarflokki fyrir sig og m er miðja hvers kornastærðarflokks í ϕ . Afleiddir kornastærðareiginleikar voru eingöngu reiknaðir á efni stærra en 0,063 mm með forriti eftir þá Blott og Pye (2001), og því var efni sem kom í pönnu við sigtun sleppt. Í langflestum sýnum var þetta efni <2% af heildarþunga sýnisins.

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



Mynd 3. Efri mynd til vinstri: Skriðaurssýnataka af kláfnum við Krók, Þjórsá (Ljósmynd: Arndís Ólafsdóttir). Efri mynd til hægri: Kláfur við Miðtanga, horft til norðurs frá bakmastri á vinstri bakka. (Ljósmynd: Jórunn Harðardóttir). Neðri mynd: Staðsetning sýnatöku við Miðtanga (Ljósmynd: Jórunn Harðardóttir).

2.2.2 Skriðaurúsútreikningar

Skriðaurúsútreikningar voru gerðir með sama hætti og í skýrslum um sýnatöku árána 2001 til 2004 (Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorlákssdóttir, 2002; 2003; 2004; 2005). Blautþyngd sýnanna var notuð þrátt fyrir að hún geti verið önnur en þurrþyngd eins og kom í ljós þegar sum sýnanna voru kornastærðargreind. Munurinn var venjulega í kringum 30% en gat verið hærri fyrir minni sýnin (allt að 43%).

Heildarframburður skriðaurur var reiknaður í þrepum. Fyrst var meðalframburður á hverri stöð reiknaður á eftirfarandi hátt:

$$\text{Meðalframburður á stöð } j: q_{bj} = \frac{1}{n_j} \sum_{i=1}^{n_j} \frac{M_i}{t_i d}$$

þar sem M_i er massi sýnis i (í grömmum), t_i er söfnunartíminn (í sekúndum) fyrir sýni i , d er þvermál sýnatökuopsins (0,0762 m) og n_j er heildarfjöldi sýna á stöð j .

Heildarframburður skriðaus gegnum þversniðið var síðan reiknaður með eftirfarandi jöfnu:

Heildarframburður gegnum þversniðið:

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

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

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

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

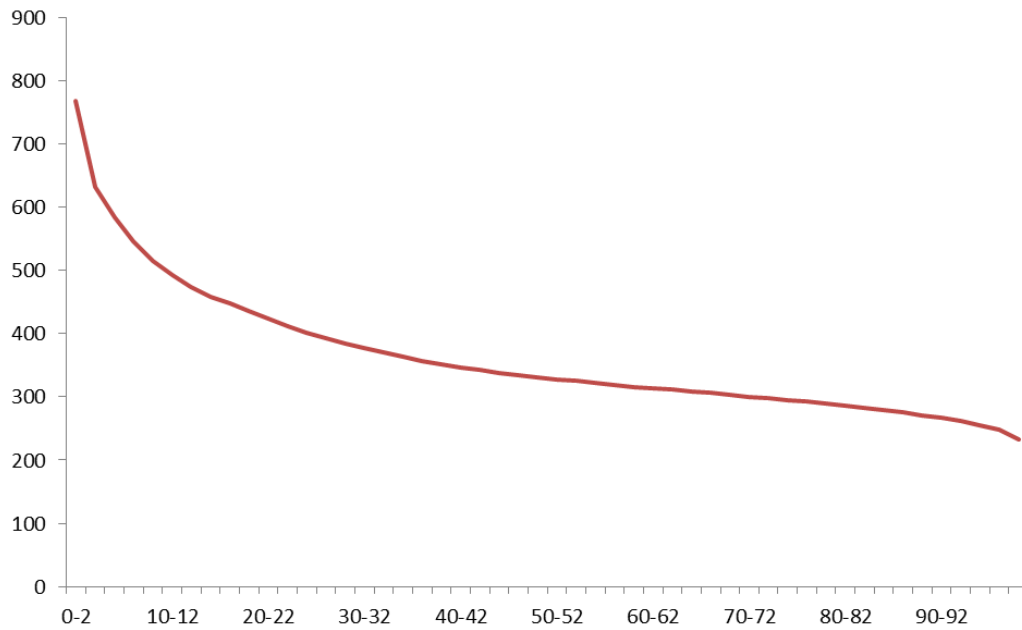
þar sem L_j er fjarlægð milli miðjupunkta á milli stöðva næst stöð j ; en fjarlægðin frá árbakka að ysta sýnatökustaðnum er helminguð. Summa þessara gilda þvert yfir þversniðið árinna er jöfn fyrirreiknuðu Q_b .

3 Niðurstöður aurburðarmælinga í neðri hluta Þjórsár

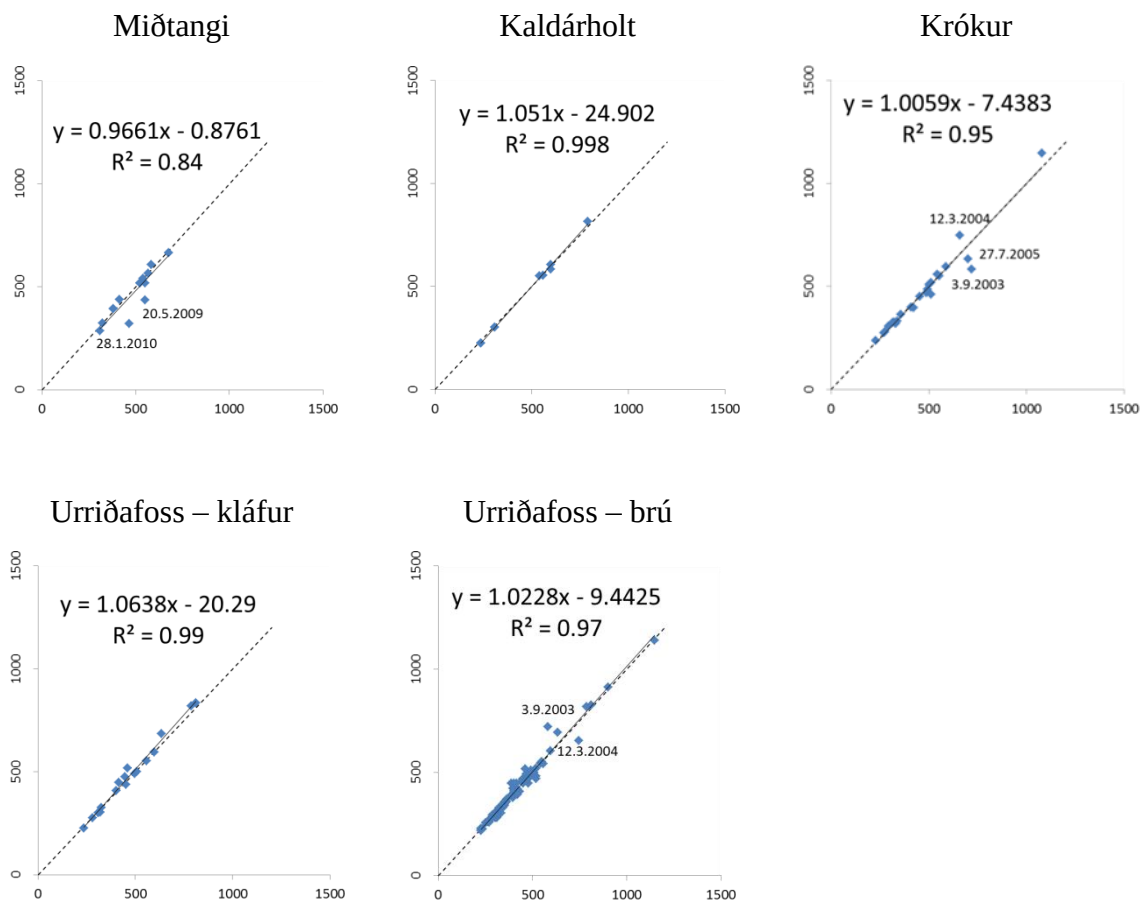
Við úrvinnslu gagnanna er stuðst að mestum hluta við aðferðir sem hafa verið notaðar við framburðarútreikninga í fyrri skýrslum gefnum út af Vatnamælingum Orkustofnunar (sjá m.a. Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (1997, 1998, 1999, Svanur Pálsson o.fl., 2000, 2001).

Til að reikna framburð aurs er nauðsynlegt að samfelld rennslisröð sé til fyrir það tímabil sem aurburðarlyklar eru gerðir fyrir. Við þessa útreikninga var notast við vatnshæðargögn frá V320 við Þjórsártún lykluð með lykli nr. 3 en það var sá lykill sem gildi við úrvinnslu gagnanna. Á mynd 4 er sýnd langæislína dagsmeðalrennslis við Þjórsártún fyrir tímabilið 2001–2010. Langæislínan sýnir hlutfall þess tíma sem tiltekið rennsli mælist. Dæmigert rennsli er það gildi sem 50% tímanns sýnir.

Rennslisröðin sem notuð er til að reikna út árgildi framburðar var borin saman við rennslismælingar sem gerðar voru við sýnatökuna. Mikilvægt er að sambandið sé gott til að draga úr óáreiðanleika aurburðar árgildanna. Talsverð óvissa er þegar til staðar vegna þess að sá fjöldi sýna sem er tiltækur nær aldrei að lýsa nákvæmlega hegðun árinna.



Mynd 4. Langæi dagsmeðalrennslis við V320 (lykill 3) á tímabilinu 2001–2010 ásamt hæstu og lágstu rennslisgildum sumar og vetrarlykla. Rennsli (m^3/s) er á y-ás og hlutfall (%) á x-ás.

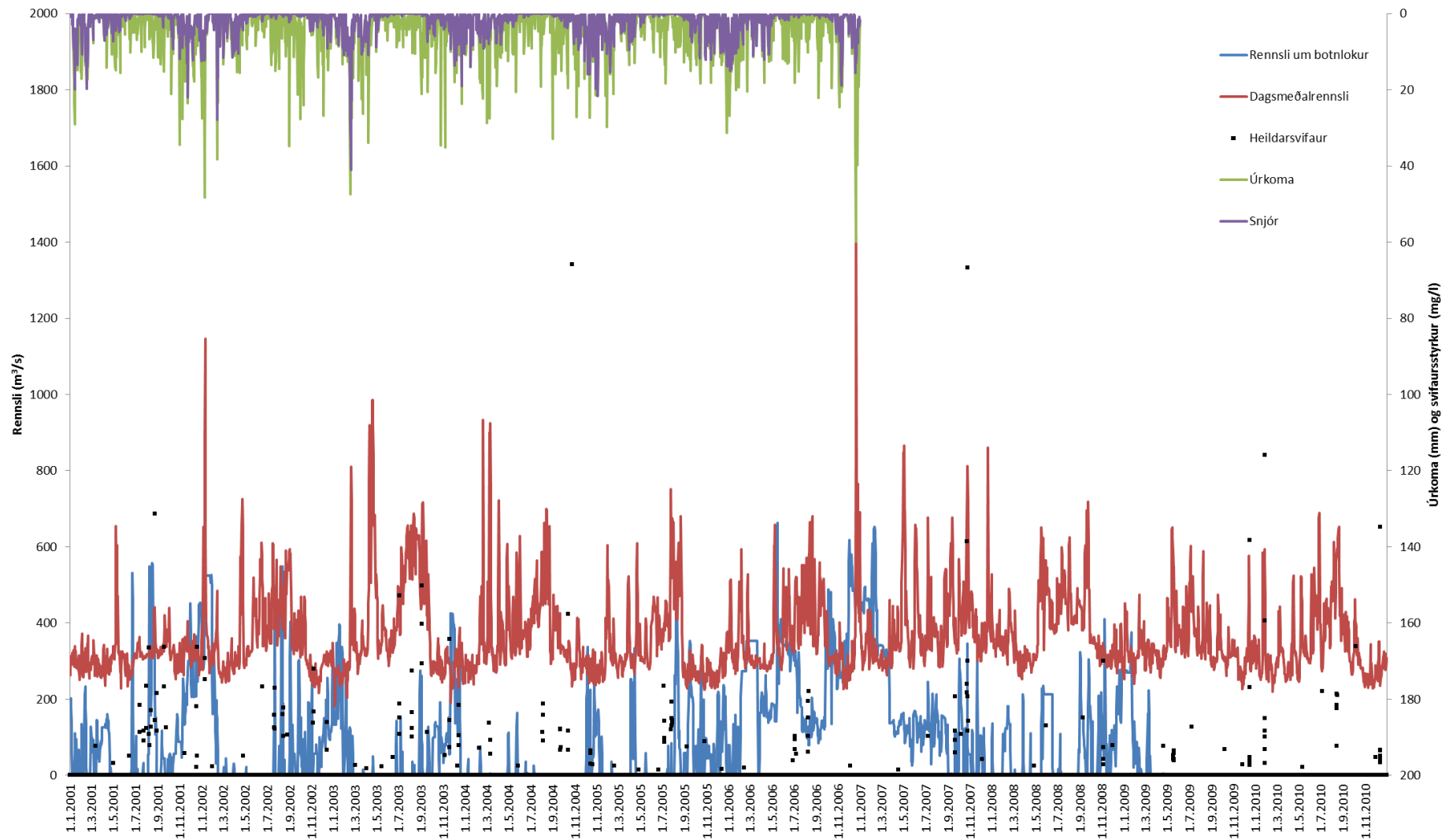


Mynd 5. Augnabliksgildi rennslis á móti dagsmeðalrennslis fyrir alla sýnatökustaði í neðri hluta Þjórsár.

Samband rennslis við sýnatöku og dagsmeðalgildi sýnatökudagsins (mynd 5) er alls staðar mjög gott en Miðtangi hefur lélegustu fylgnina $R^2 = 0,84$ sem er samt sem áður ágæt fylgni. Hafa þarf í huga að rennsli við Miðtanga og Kaldárholt er bakreiknað út frá rennsli við Þjórsártún miðað við 10 og 4 klst. tímamun milli staðanna. Þau gildi sem skera sig úr og eru merkt með dagsetningu eru öll flóðagildi. Rennsli sýnatökunnar er í þessum tilvikum ekki eins og dagsmeðalrennslið, enda eru sýnin ýmist tekin í upphafi, nálægt hápunkti eða undir lok flóðsins sem varir hugsanlega í 1–2 sólarhringa.

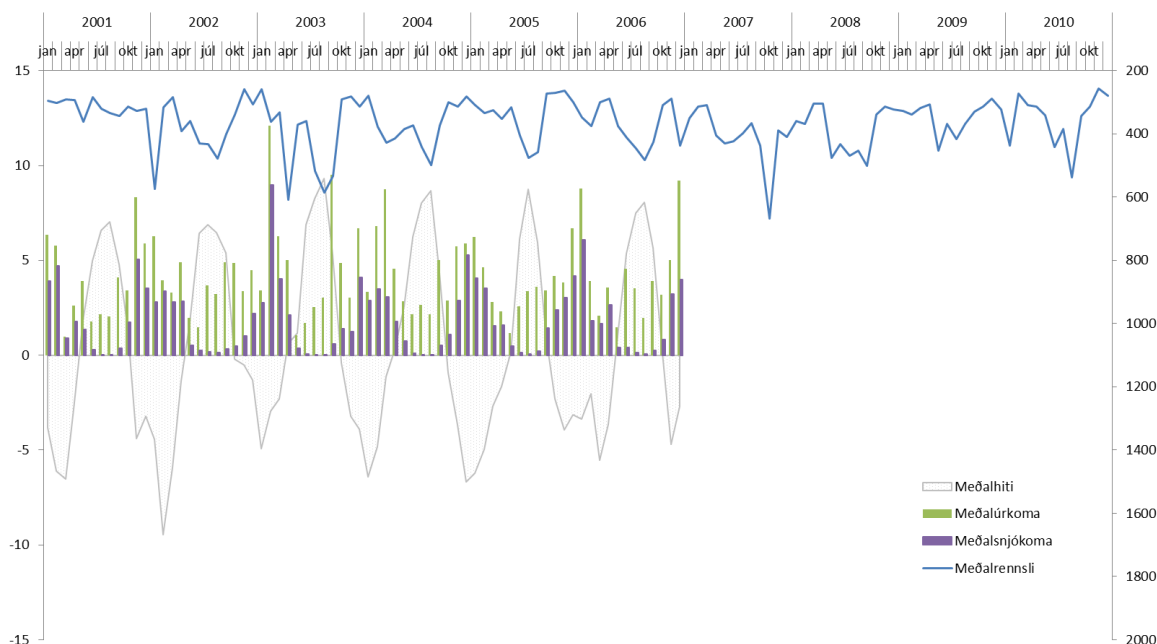
Eins og fram hefur komið hafa uppistöðulón á vatnasviði Þjórsár mikil áhrif á rennsli og aurburð í neðri hluta árinna. Stundum þarf að opna botnlokur lónanna af mismunandi ástæðum og því var skoðað hver áhrif opinna botnloka Sultartangalóni væru á svifaurstyrk (mynd 6, ath. rennslisgögn um botnlokur ná eingöngu til ársins 2009). Við skoðun gagnanna kom í ljós að betra samband er á milli rennslis og svifaurstyrks á flestum mælistöðvum þegar botnlokur Sultartangalóns eru opnar. Sömuleiðis kom í ljós betra samband milli allra staða þegar eingöngu var skoðað rennsli um botnlokur. Því er ekki talin ástæða til að taka þessa daga út úr safninu því það eina sem skolun lónanna gerir er að bæta samband rennslis og framburðar.

Á mynd 6 eru einnig sett úrkomugögn til samanburðar. Úrkoman er reiknuð með eðlisfræðilegu líkani sem felur í sér niðurskölun á ERA40 gögnum og líkani sem líkir eftir helstu þáttum sem áhrif hafa á úrkomu í flóknu landslagi með 1 km upplausn (Philippe Crochet, 2012). Úrkomugögnin eru til fyrir tímabilið 1958 til 2006 og með því að klippa út gögn sem þekja vatnasvið Þjórsár má reikna meðalúrkomu þess svæðis.



Mynd 6. Rennsliröð fyrir Þjórásartún (V320) ásamt rennsli um botnlökur og styrk heildarsvifurs úr öllum sýnatökuferðum á tímabilinu

Mynd 7 sýnir yfirlit yfir hitastig og úrkomu og er snjókoma sýnd sérstaklega. Snjókoma var töluvert minni seinni part vetrar árið 2001 en árin á eftir, sem gæti skýrt minna rennsli það ár. Leitað hefur verið eftir öðrum skýringum á afbrigðilega lágu rennsli ársins 2001 en þær hafa ekki fengist.



Mynd 7. Yfirlit yfir hitastig og úrkomu/snjó fyrir vatnasvið Þjórsár. Á vinstri y-ás sést mánaðarmeðaltal dagsmeðaltals hita ($^{\circ}\text{C}$) og meðalúrkomu (grænar súlur) og meðalsnjókoma (fjólubláar súlur) í mm. Á hægri y-ás, sést mánaðarmeðaltal dagsmeðalrennslis (m^3/s) við Þjórsártún (V320). Niðurstöður eru reiknaðar út frá gögnum Philippe Crochet (2012).

3.1 Niðurstöður svifaursmælinga

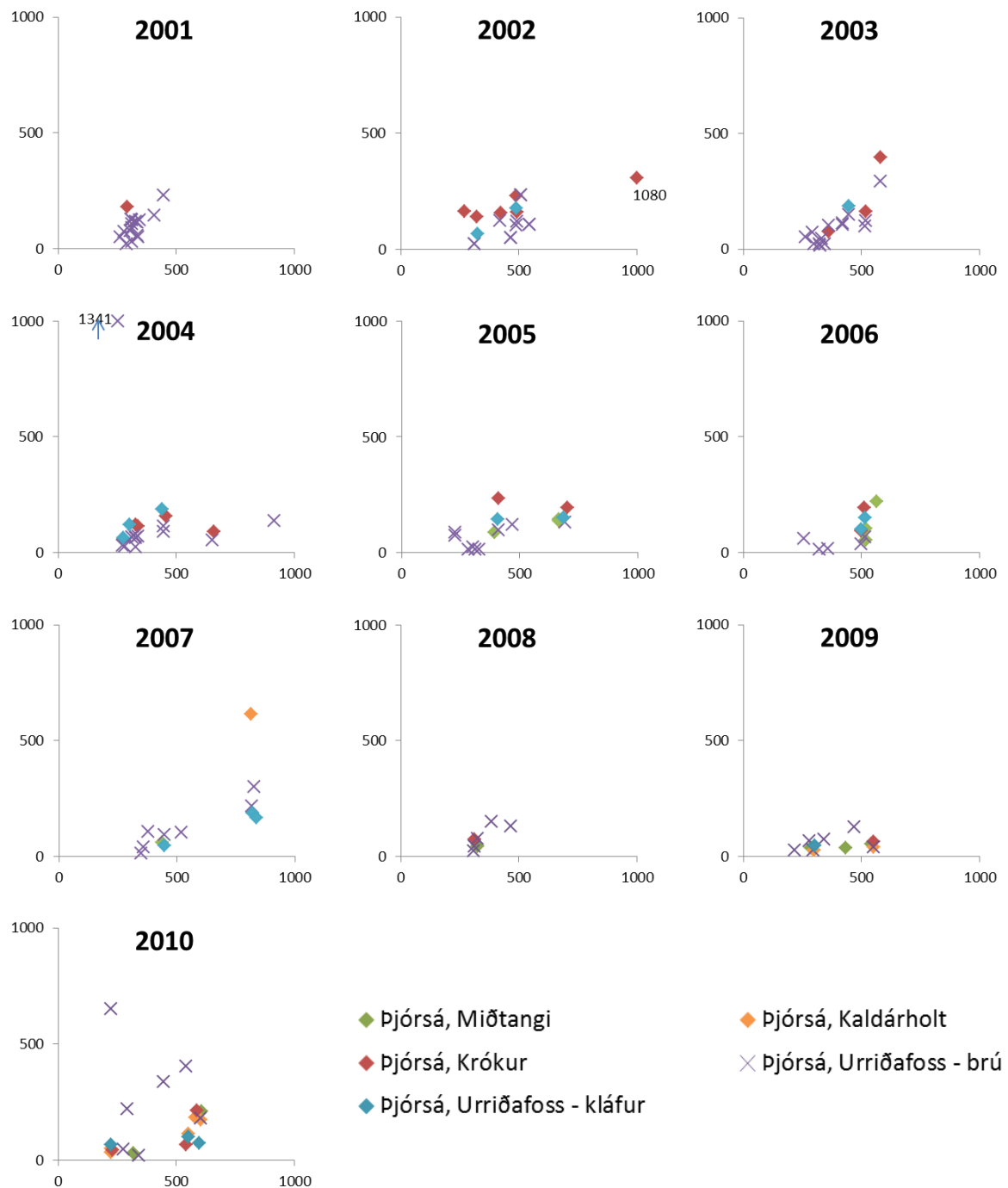
3.1.1 Svifaursframburður

Byrjað var á að skoða vensl svifaursstyrks og rennslis fyrir allar stöðvar (mynd 8). Við þessa fyrstu skoðun skáru nokkur sýni sig úr. Annars vegar var um að ræða útgildi svifaursstyrks sem fóru saman við útgildi rennslis og hinsvegar útgildi svifaursstyrks án sambærilegs útgildis í rennsli.

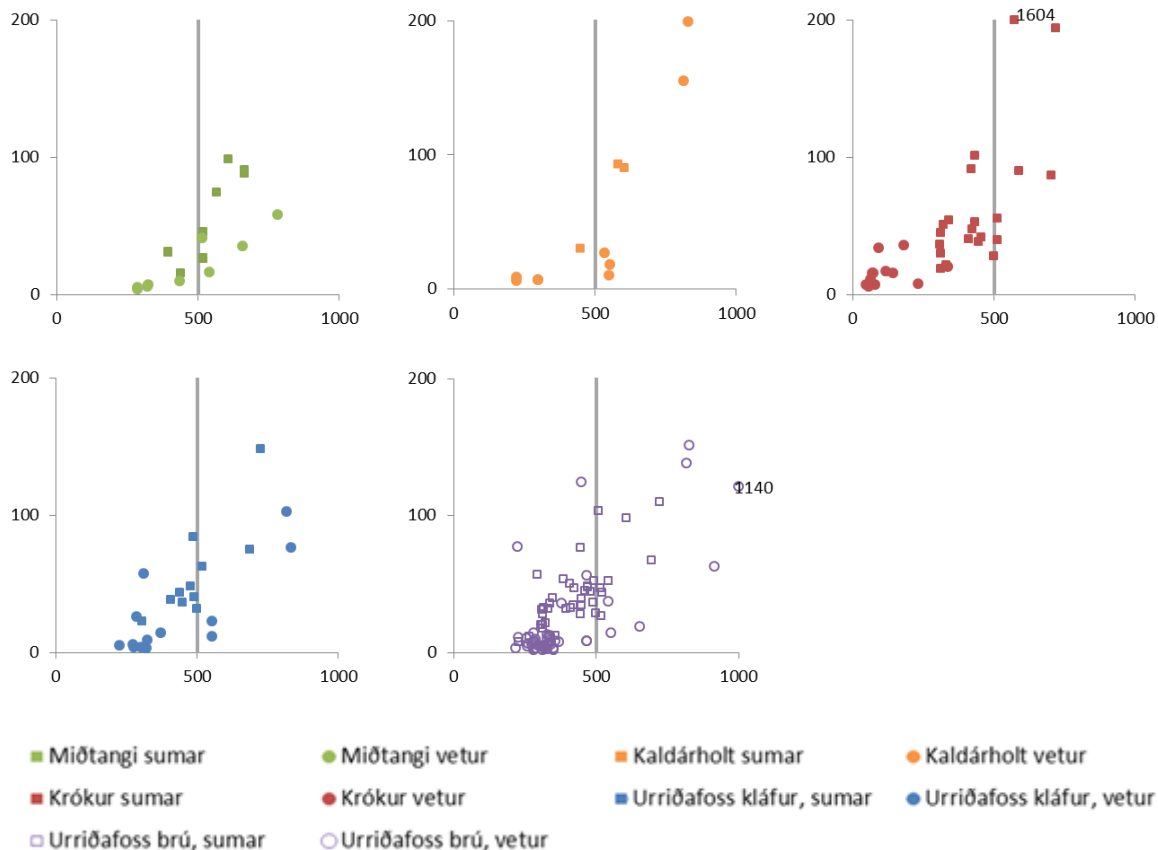
Sömuleiðis var hlutfall einstakra kornastærðarflokka borið saman við rennsli og var meginreglan sú að ef hlutfall einstaks kornastærðarflokks í sýninu var yfir 70% en rennsli ekki óeðlilegt, var sýnið talið athugavert. Þetta á sérstaklega við um hlutfall sands því við sýnatökuna getur skriðaur blandast í sýnið ef sýnataka fer of nálægt botni. Sandur fer ekki að berast um vatnsbolinn fyrr en hraði fer upp fyrir ákveðin mörk sem geta verið breytileg eftir aðstæðum á hverjum stað (Dade & Friend, 1998). Aðrir kornastærðarflokkar, s.s. leir eða méla, geta haft „óeðlilega“ há gildi við sérstakar aðstæður þegar einhverjar framkvæmdir hafa verið í eða við ána. Má þar nefna útskolun úr lónum eða annað rót sem ekki er hluti af náttúrulegri hegðun vatnsfallsins.

Styrkur fínefna (méla+leir) sést á mynd 9 þar sem lína er dregin til að afmarka D90 sem táknar að innan við 10% tímabilsins var dagsmeðalrennsli hærra en viðkomandi rennsli ($515 \text{ m}^3/\text{s}$). Ef sýni voru tekin við hærra rennsli er talað um flóðasýni. Styrkur fínefna er hærri í sumarsýnum en einnig í flóðasýnum sem mörg eru tekin að vetri til. Á öllum

stöðum nema við Kaldárholt og Urriðafossbrú eykst náttúrulegt hlutfall fínefna á sumrin með aukinni jökulbráðnum (mynd 9).



Mynd 8. Vensl rennslis og svifaurstyrks fyrir alla staði eftir árum. Smámyndirnar sýna allar rennslir (m^3/s) á x-ás á móti styrk svifaur (mg/l) á y-ás fyrir hvert ár sem sýnataka lykilsýna fór fram.



Mynd 9. Vensl svifaurstyrks fínefna (méla+leir (mg/l)) á y-ás á móti rennsli (m^3/s) á x-ás. Ferningar tákna sumarsýni, hringir tákna vetrarsýni. Gráa línun í miðjunni sýnir rennsli við $515 m^3/s$, sem er viðmið fyrir D90 (eða $<10\%$ dagsmeðalrennsli tímabilsins). Öll sýni sem falla hægra megin við línuna eru skilgreind sem flóðasýni.

Þegar búið var að fara í gegnum sýnin voru gerðir bæði árslyklar og árstíðalyklar ef sýni voru nógu mörg fyrir hvern stað fyrir sig. Almennt er talið að árslyklar gefi meiri framburð en árstíðarlyklar. Framburður ársins hefur tilhneigingu til að reiknast meiri í árslykli en árstíðarlykli þegar vetrarsýnin, sem árslykillinn byggist á, eru of fá miðað við sumarsýnin til þess að hlutfall þeirra sé sambærilegt við hlutfall heildarrennslis vetrarmánaðanna af ársrennslinu. Því er almenna reglan sú að treysta betur þeim niðurstöðum, sem árstíðarlyklarnir gefa. Í Þjórsá hefur sýnum verið safnað í nokkrum stórum flóðum að vetrarlagi. Vetrarsýni spanna því stærra rennslisbil og þess vegna eru vetrarlyklarnir áreiðanlegri en í mörgum öðrum vatnsföllum.

Hér á eftir verður fjallað um hvern sýnatökustað fyrir sig, svifaurslyklar þeirra settir fram ásamt töflu um svifaursframburð. Mæling á breidd þversniða var gerð á vef ja.is og birt hér með leyfi Samsýnar.

Sýnatökustaður: Miðtangi Þversnið – 173 metrar

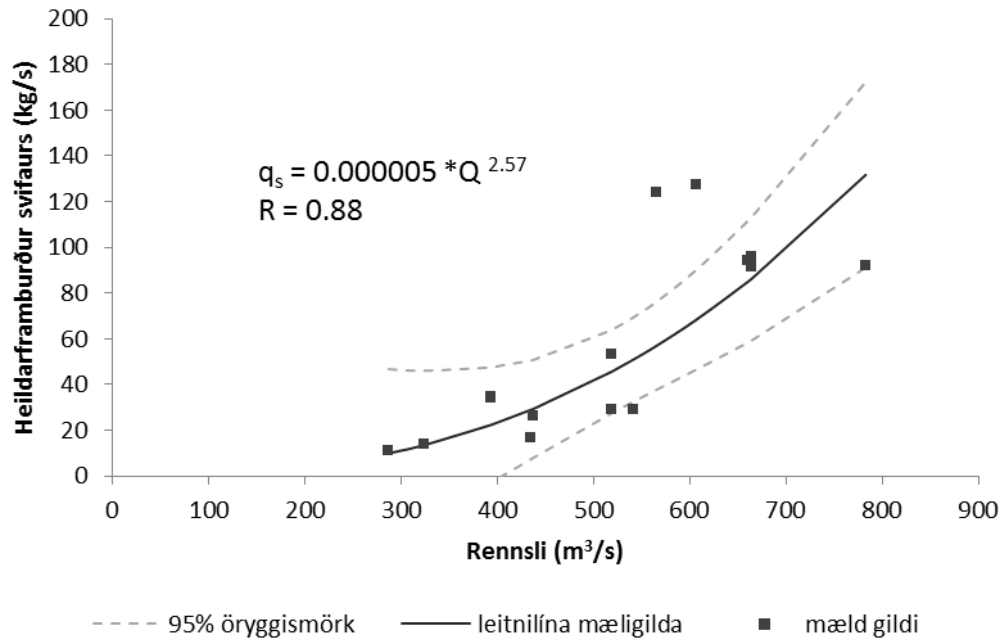
Bæði svif- og skriðaurssýni hafa verið tekin við Miðtanga frá árinu 2005. Sýnin voru upphaflega tekin af báti þar til kláfurinn var settur upp á svipuðum stað (mynd 10). Í báðum tilfellum var notaður hefðbundinn sýnataki (S49). Venjulega eru sýni tekin á sex stöðum á þversniðinu, þ.e. ein flaska á hverjum stað en aðeins er breytilegt eftir vatnsmagni hverju sinni á hvaða breiddum sýnin eru tekin. Þar sem hægri bakki árinna á þessum stað er mjög aflíðandi breiðkar áin mikið þegar vatnavextir verða og geta sýnatökustaðirnir orðið fleiri undir þeim kringumstæðum.

Sýnataka spannar rennslið 232–783 m³/s. Alls voru tekin 19 S1-sýni á tímabilinu en 17 voru notuð við lyklagerð. Árslykill og árstíðarlyklar svifaus eru sýndir á myndum 11–13, yfirlit yfir lyklana er sett fram í töflu 4 og helstu niðurstöður framburðarútreikninga í töflu 5. Sumarsýnin spanna ekki eins breitt rennslisbil og vetrarsýnin þ.a.l. er vetrarlykillinn áreiðanlegri ($R=0,96$) en sumarlykill sem hefur óásættanlega fylgni ($R=0,76$). Árslykillinn hefur ásættanlega fylgni ($R=0,88$) og byggja framburðarútreikningar á honum. Tafla 4 sýnir að sumarlykillinn ofáætlaframburð miðað við árslykillinn.

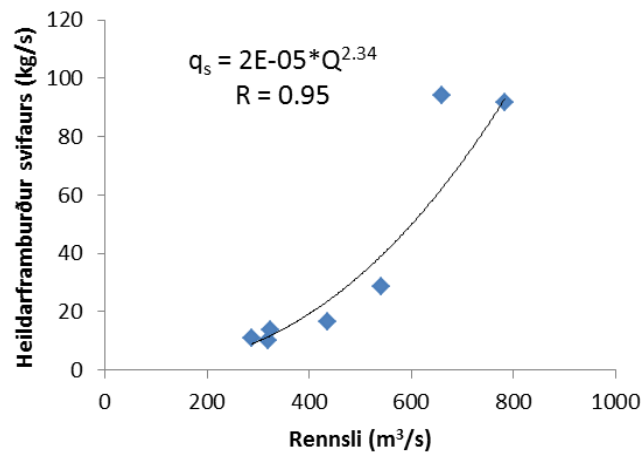
Tafla með niðurstöðum allra sýna er að finna í Viðauka 1.



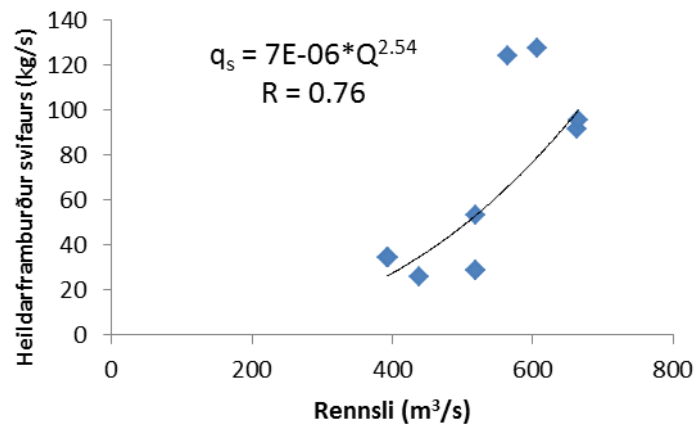
Mynd 10. Sýnatökustaður Miðtangi. Þversnið 173 metrar, réttmynd í mælikvarða 1:5000. (Loftmynd fengin af vef ja.is ©Samsýn ehf.).



Mynd 11. Árslykill svifaurssýna fyrir Miðtanga á tímabilinu 2005–2010.



Mynd 12. Árstíðalykill svifaurssýna frá Miðtanga sem tekin voru að vetrarlagi (október–júní) á árunum 2005–2010.



Mynd 13. Árstíðalykill svifaurssýna frá Miðtanga sem tekin voru að sumarlagi (júlí–september) á árunum 2005–2010.

Tafla 4. Yfirlit yfir helstu einkenni svifourslykla frá Miðtanga. H.r.l er hæsta rennsli lykils, H.dmr. er hæsta dagsmeðalrennsli og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Árstíð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Ár	783	1422	232	17	0,88	5	2,57
Sumar	665	752	393	10	0,76	7	2,54
Vetur	783	1422	232	7	0,95	20	2,34

Tafla 5. Framburður svifours við Miðtanga 2005–2010.

Ár	Meðalrennsli	Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
	m ³ /s	sumarlykli	vetrarlykli	sumar+vetur	árslykli
2005	339	0,32	0,33	0,65	0,59
2006	373	0,32	0,50	0,82	0,78
2007	393	0,25	0,63	0,88	0,86
2008	387	0,32	0,52	0,83	0,79
2009	346	0,22	0,40	0,62	0,57
2010	343	0,32	0,34	0,66	0,60
Summa allra ára		1,74	2,72	4,46	4,20
Svifoursframburður á ári		0,29	0,45	0,74	0,70

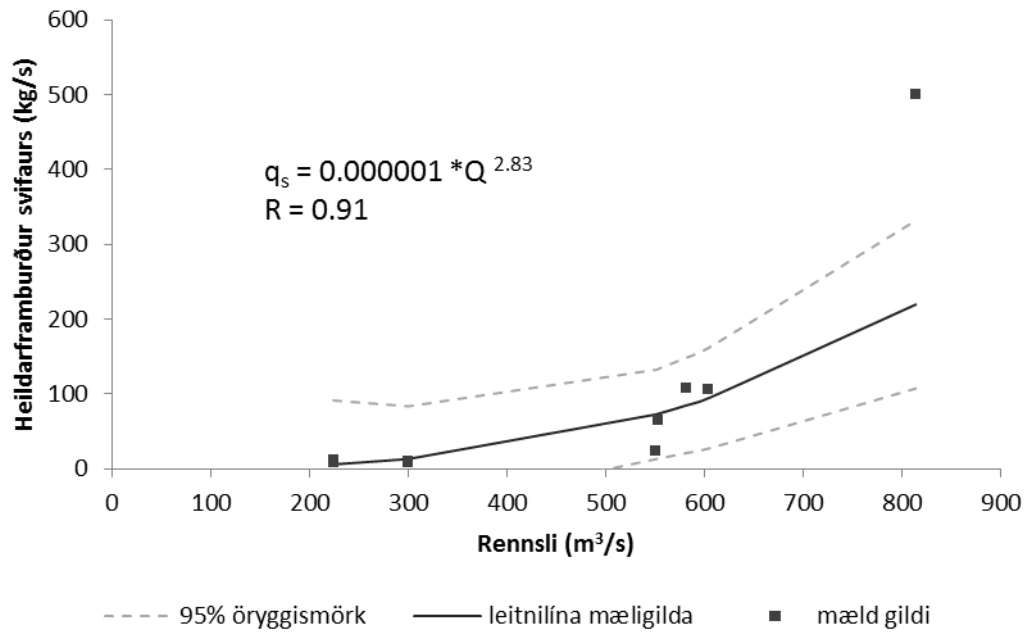
Sýnatökustaður: Kaldárholt, þversnið – 265 metrar

Við Kaldárholt hafa aðeins verið tekin svifaussýni frá árinu 2007 (mynd 14). Sýnin voru tekin með handsýnataka (DH48) af báti og yfirléitt á þremur stöðum á þversniðinu.

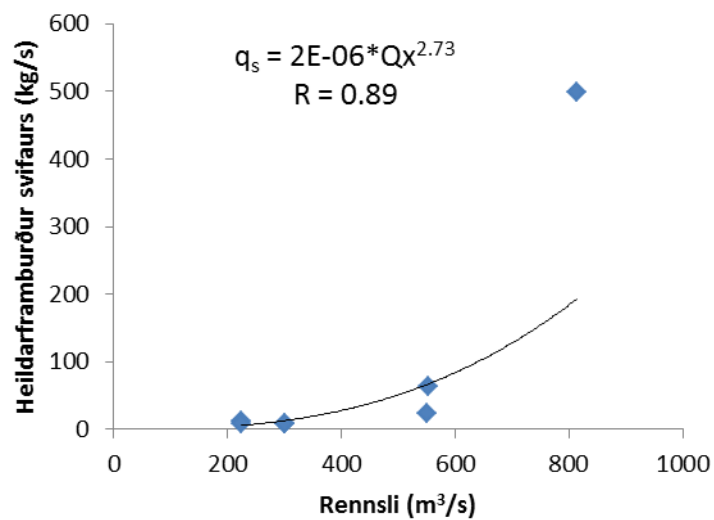
Sýnataka spannar rennslið 224–814 m³/s. Alls voru tekin 12 S1-sýni á tímabilinu en níu voru notuð við lyklagerð. Sumarsýnin eru aðeins tvö og því var ekki hægt að gera sumarlykil. Nokkur sýnanna eru með mjög lágan styrk þrátt fyrir vaxandi rennsli. Árs- og vetrarlyklar svifaurs eru sýndir á myndum 15 og 16, yfirlit yfir lyklana er sett fram í töflu 6 og helstu niðurstöður framburðarútreikninga í töflu 7. Árslykillinn hefur ásættanlega fylgni ($R=0,91$) og byggja framburðarútreikningar á honum. Tafla með niðurstöðum allra sýna er að finna í Viðauka 1.



Mynd 14. Sýnatökustaður: Kaldárholt. Þversnið 265 metrar, réttmynd í mælikvarða 1:10.000. (Loftmynd fengin af vef ja.is ©Samsýn ehf.).



Mynd 15. Árslykill svifaurssýna frá Kaldárholti fyrir tímabilið 2007–2010.



Mynd 16. Árstíðalykill svifaurssýna frá Kaldárholti sem tekin voru að vetrarlagi (október–júní) á árunum 2007–2010.

Tafla 6. Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslykla frá Kaldárholti. H.r.l er hæsta rennsli lykils, H.dmr. er hæsta dagsmeðalrennsli og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Árstíð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Ár	814	866	224	9	0,91	1	2,83
Sumar							
Vetur	814	866	224	7	0,89	2	2,73

Tafla 7. Framburður svifaurs við Kaldárholt 2007–2010.

Ár	Meðalrennsli m ³ /s	Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
		sumarlykli	vetrarlykli	sumar+vetur	árslykli
2007	393	-	0,70	0,70	1,09
2008	387	-	0,54	0,54	0,97
2009	346	-	0,40	0,40	0,68
2010	343	-	0,33	0,33	0,73
Summa allra ára		-	1,97	1,97	3,47
Svifaursframburður á ári		-	0,49	0,49	0,87

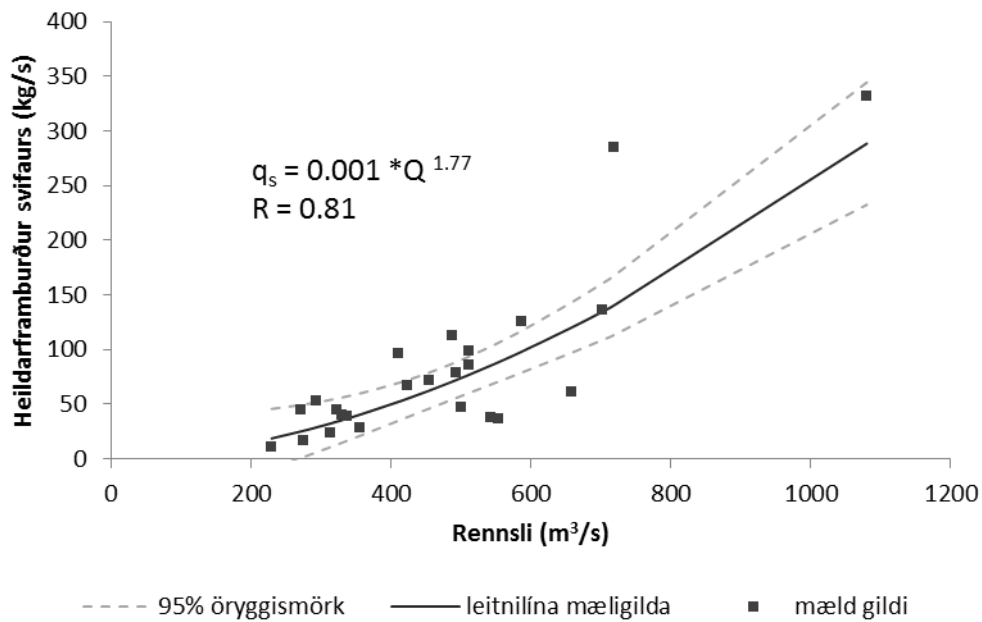
Sýnatökustaður: Krókur, þversnið – 219 metrar

Rafknúin strengjabraut er á sýnatökustaðnum við Krók og voru svifaurssýnin tekin með hefðbundnum sýnataka (S49). Einnig voru tekin sýni með punktsýnataka P-61 (svokölluð SD sýni) á árunum 2001 til 2002 til að meta svifaursstyrk á mismunandi dýpi. Sýnatakan við Krók var í föstum skorðum og voru bæði svif- og skriðaurssýni tekin á föstum breiddum, þ.e. á 40, 50, 60, 65, 70, 80 og 140 metrum. Oftast nær voru svif- og skriðaurssýni tekin samhliða í ferðum en einnig voru tekin stök svifaursýni við Krók. Skriðaurssýni voru fyrst tekin árið 2002 en engin skriðaurssýni voru tekin á árunum 2007 og 2008 við Krók.

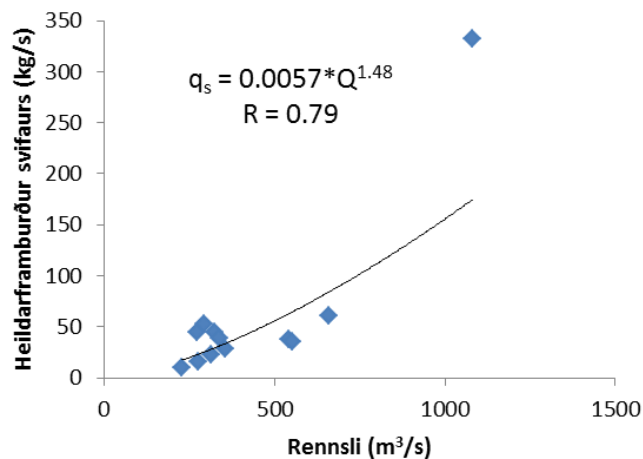
Sýnataka spannar rennslið 229–1080 m³/s. Alls voru tekin 33 S1-sýni á tímabilinu en 24 voru notuð við lyklagerð. Árslykill og árstíðarlyklar svifaurs eru sýndir á myndum 18–20, yfirlit yfir lyklana er sett fram í töflu 8 og helstu niðurstöður framburðarútreikninga í töflu 9. Árslykill er með ásættanlega fylgni ($R=0,81$) sem og sumarlykill ($R=0,81$) en vetrarlykill hefur heldur lægri fylgni ($R=0,79$) og veldisvísi í lægri kantinum (tafla 8). Eitt ár sker sig verulega úr þegar sýni voru skoðuð m.t.t. lyklagerðar og var það árið 2001. Það ár var óvenju lágt rennsli í ánni og flest sýnin sem tekin voru við meðalrennsli hópast saman án vaxandi styrks með rennsli. Með auknu rennsli lagast fylgni sýnanna við rennsli. Tafla með niðurstöðum allra sýnanna er sett fram í Viðauka 1.



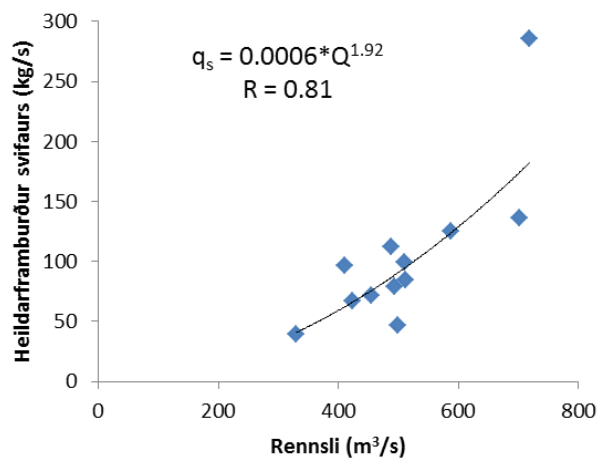
Mynd 17. Sýnatökustaður: Krókur. Þversnið 219, metrar réttmynd í mælikvarða 1:5000. (Loftmynd fengin af vef ja.is ©Samsýn ehf.).



Mynd 18. Árslykill svifaurssýna frá Króki fyrir tímabilið 2001–2010.



Mynd 19. Árstíðalykill svifaurssýna frá Króki sem tekin voru að vetrarlagi (október–júní) á árunum 2001–2010.



Mynd 20. Árstíðalykill svifaurssýna frá Króki sem tekin voru að sumarlagi (júlí – september) á árunum 2001–2010.

Tafla 8. Yfirlit yfir helstu einkenni svifauslykla fyrir Krók. H.r.l er hæsta rennsli lykils, H.dmr. er hæsta dagsmeðalrennsli og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Árstíð	H.r.l.	H.dmr.	L.r.l.	Sýnafjöldi	Fylgni	Hlutfallsstuðull	Veldisvísir
	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s		R	k x 10 ⁶	n
Ár	1080	1422	229	24	0,81	1260	1,77
Sumar	718	752	330	12	0,81	600	1,92
Vetur	1080	1422	229	12	0,79	5700	1,48!

! Veldisvísir of lágur

Tafla 9. Framburður svifaus við Krók 2001–2010.

Ár	Meðalrennsli	Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
	m ³ /s	sumarlykli	vetrarklykli	sumar+vetur	árslykli
2001	315	0,30	0,68	0,98	1,07
2002	367	0,59	0,78	1,37	1,45
2003	398	0,75	0,88	1,63	1,74
2004	371	0,60	0,80	1,40	1,49
2005	339	0,60	0,65	1,25	1,26
2006	373	0,60	0,81	1,40	1,51
2007	393	0,49	0,95	1,44	1,64
2008	387	0,60	0,85	1,46	1,57
2009	346	0,45	0,73	1,18	1,27
2010	343	0,60	0,66	1,26	1,28
Summa allra ára		5,58	7,79	13,4	14,4
Svifausframburður á ári		0,56	0,78	1,34	1,43

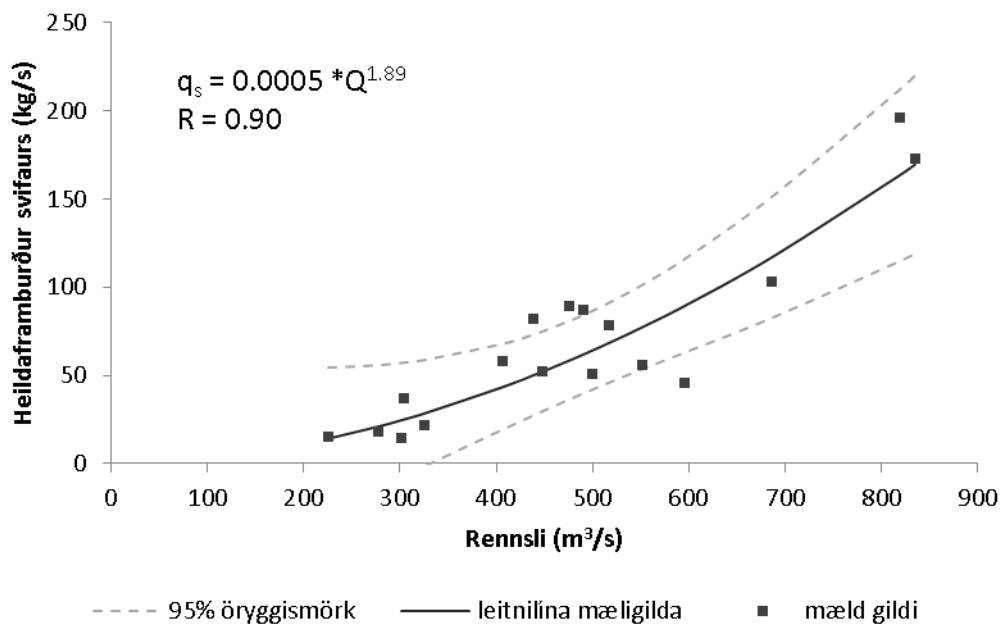
Sýnatökustaður: Urriðafoss-kláfur, þversnið: 137 metrar.

Vökvadrifið kláfspil var notað við sýnasöfnun á kláfnum við Urriðafoss (mynd 21). Sýnin voru tekin með hefðbundnum sýnataka (S49) og yfirleitt voru sýnatökustaðirnir þrír talsins á þversniðinu. Sýnunum var safnað í stærri svifaurssýnaferðum í samhengi við sýnatöku á stöðum ofar í ánni. Af kláfi við Urriðafoss hafa S1 svifaurssýni verið tekin frá árinu 2002 en á árunum 1962 til 1967 voru samskonar sýni tekin á þessum stað.

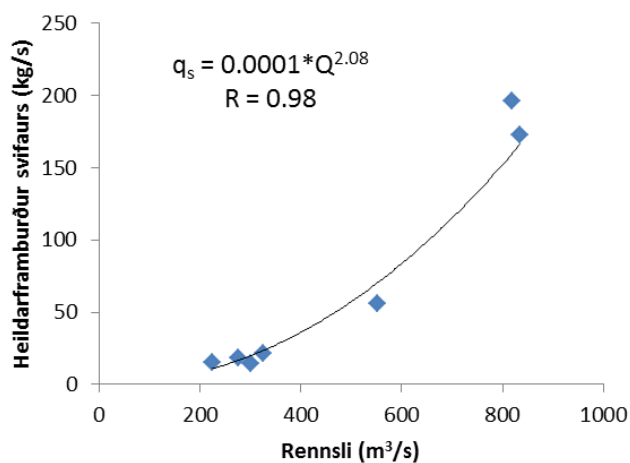
Sýnataka spannar rennslið 225–1140 m³/s. Alls voru tekin 23 S1-sýni á tímabilinu en 17 voru notuð við lyklagerð. Árs- og árstíðarlyklar svifaurss er sýndir á myndum 22 til 24, yfirlit yfir lyklana er sett fram í töflu 10 og helstu niðurstöður framburðarútreikninga í töflu 11. Árslykill er með ásættanlega fylgni ($R=0,90$) og vetrarlykill er með mjög góða fylgni ($R=0,98$). Sumarlykill er hins vegar með afleita fylgni ($R=0,54$). Sýni frá fyrri hluta tímabilsins 2002–2010 innihalda hærri styrk með hækkandi rennsli en sýni frá seinni árum, að undanskildu 2008.



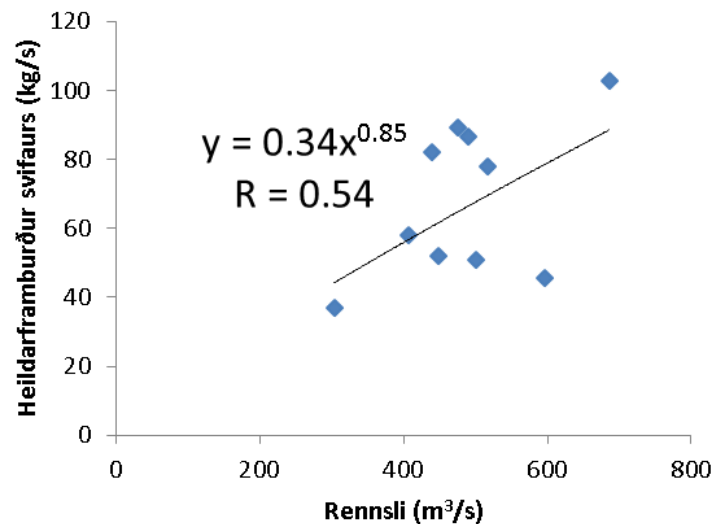
Mynd 21. Sýnatökustaður: Urriðafoss. Þversnið 137 metrar, réttmynd í mælikvarða 1:5000. (Loftmynd fengin af vef ja.is ©Samsýn ehf.).



Mynd 22. Árslykill svifaurssýna af kláfi við Urriðafoss á tímabilinu 2002–2010.



Mynd 23. Árstíðalykill svifaurssýna sem tekin voru af kláfi við Urriðafoss að vetrarlagi (október–júní) á árunum 2002–2010.



Mynd 24. Árstíðalykill svifaursýna sem tekin voru af kláfi við Urriðafoss að sumarlagi (júlí–september) á árunum 2002–2010.

Tafla 10. Yfirlit yfir helstu einkenni svifaurslykla frá kláfi við Urriðafoss. H.r.l er hæsta rennsli lykils, H.dmr. er hæsta dagsmeðalrennsli og L.r.l. er lægsta rennsli lykils.

Árstíð	H.r.l.	H.dmr.	L.r.l.	Sýna fjöldi	Fylgni	Hlutfallsstuðull	Veldisvísir
m³/s	m³/s	m³/s			R	k x 10 ⁶	n
Ár	1140	1422	225	17	0,90	500	1,89
Sumar	1140	752	218	10	0,54	339500	0,85!
Vetur	721	1422	226	7	0,98	100	2,08

! Veldisvísir allt of lágur

Tafla 11. Framburður svifaurs við Urriðafoss, kláf, árin 2002–2010.

Ár	Meðalrennsli m³/s	Svifaur í milljónum tonna á ári samkvæmt			
		sumarlykli	vetarlykli	sumar+vetur	árslykli
2002	367	0,48	0,49	1,0	1,19
2003	398	0,53	0,60	1,1	1,45
2004	371	0,48	0,50	1,0	1,22
2005	339	0,48	0,36	0,8	1,02
2006	373	0,48	0,52	1,0	1,23
2007	393	0,43	0,64	1,1	1,35
2008	387	0,49	0,54	1,0	1,28
2009	346	0,42	0,43	0,9	1,02
2010	343	0,48	0,38	0,9	1,04
Summa allra ára		4,3	4,5	8,7	10,8
Svifaursframburður á ári		0,47	0,50	0,97	1,20

Sýnatökustaður: Urriðafoss-brú, þversnið – 54 metrar.

Á árunum 1970 til 1983 voru S3 handsýni tekin af ýmist vinstri eða hægri bakka undir eða neðan við brúna á gamla þjóðvegi 1 (mynd 25). Sambærileg sýnataka hófst aftur árið 1996 í tengslum við efnavöktun í ám á Suðurlandi. Sú rannsókn er unnin í samvinnu Jarðvísindastofnunar Háskóla Íslands og Veðurstofu Íslands og er í dag styrkt af Landsvirkjun og Umhverfisstofnun fyrir hönd Umhverfis- og auðlindaráðuneytisins (sjá t.d. Sigurður R. Gíslason o.fl., 2000, Eydís S. Eiríksdóttir o.fl., 2013). Talið hefur verið frá upphafi þessarar sýnatöku að S3 bakkasýnin vanmeti grófan svifaur þar sem sýnatakinn nær ekki nema um hálfa leið eða styttra niður að botni árinna þar sem svifaursstyrkur er mestur. Við mat á heildaraurburði í neðri Þjórsá voru tekin S3-sýni undir brúnni á gamla þjóðveginum til samanburðar við sýni af kláfum við Krók og Urriðafoss og er sá samanburður sýndur í kafla 3.1.4.3. Hins vegar er ljóst að langar eyður í gagnaröð og breytingar á framburði tengdar uppbyggingu miðlunarlóna torvelða ályktanir á samanburði yfir langan tíma.



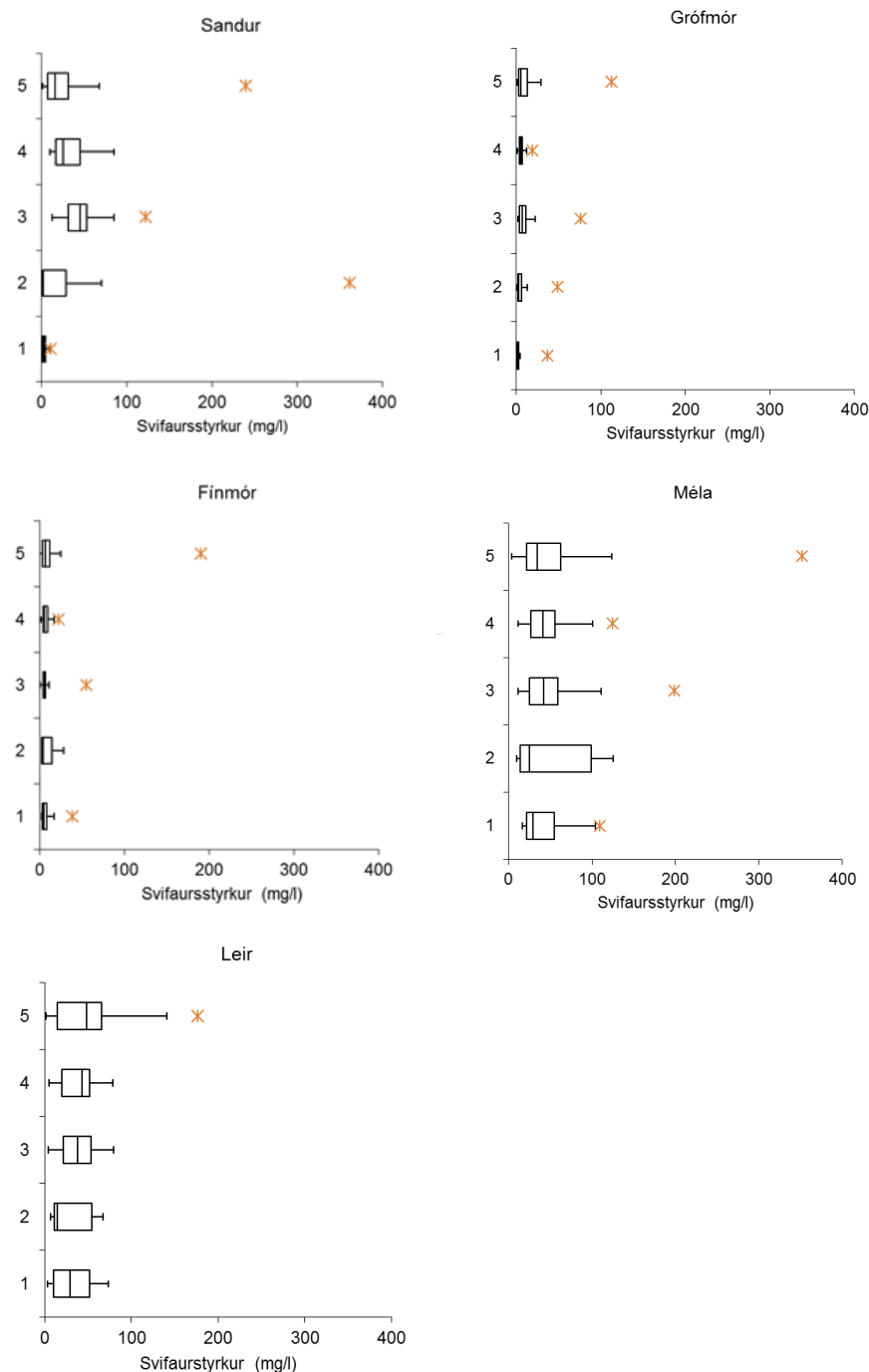
Mynd 25. Sýnatökustaður: Urriðafoss brú. Þversnið 54 metrar, réttmynd í mælikvarða 1:5.000. (Loftmynd fengin af vef ja.is ©Samsýn ehf.).

3.1.2 Kornastærðargreiningar svifaurs

Kornastærð svifaurs er háð mörgum þáttum og er því mjög margbreytileg. Þar spilar inn uppruni vatnsfalla (t.d. lindá, jökulá, dragá), berggerð þess efnis sem er í boði, önnur ferli sem hafa áhrif á rof þess, rennslishættir árinna og síðast enn ekki síst fyrirstöður í sjálfum farveginum, hvort sem það eru t.d. hallabreytingar þar sem vatn lónar uppi og grófari aur fellur út, eða miðlunarlón/stöðuvötn á vatnasviðinu. Það má því gera ráð fyrir að mikinn

fjöldi sýna sem tekin eru við mismunandi aðstæður þurfi til að ná að fanga þennan breytileika.

Svifaurssýni voru greind í fimm kornastærðarflokkum (tafla 2) og sýnir mynd 26 hlutfall svifaurs í hverjum kornastærðarflokk fyrir hvern stað fyrir sig á svokölluðum kassagröfum (boxplots). Gröfin sýna einnig dreifingu sýnanna frá lægsta gildi að því hæsta. Tveir kassar fyrir hvern kornastærðarflokk í grafinu sýna efri og neðri fjórðungsmörk.



Mynd 26. Kassagröf, eitt fyrir hvern kornastærðarflokk sem sýna svifaursstyrk mismunandi sýnatökustaða (1) Miðtangi (2) Kaldárholt (3) Krókur (4) Urriðafosskláfur (5) Urriðafoss-brú.

Tafla 12 sýnir gildin á bak við smámyndirnar á mynd 26. Q1 stendur fyrir neðsta fjórðungsmark, eða 25% af úrtakinu og Q3 er efsta fjórðungsmark, eða 75% úrtaksins. Miðgildið sýnir hvar 50% sýna liggja og er lína sem skilur milli kassanna í hverjum flokki. Miðgildið er ónæmt fyrir útlögum ólíkt meðaltali. IQR sýnir innri spönn, þ.e. sýnin sem þar eru lenda á milli 25–75% allra sýna í úrtakinu og eftir því sem spönnin er meiri því lengri verða kassarnir á grafinu. Útlagar eru skilgreindir þannig að efri mörk útlaga eru sett við gildi sem samsvara $1,5 \cdot \text{IQR}$ yfir efsta fjórðungsmarki en neðri mörkin við samsvarandi $1,5 \cdot \text{IQR}$ undir neðsta fjórðungsmarki. Athugið að útlagar eru ekki endilega léleg sýni en geta þvert á móti verið mjög þýðingarmiklir fyrir gagnasettið.

Tafla 12. Niðurstöður útreikninga á dreifingu svifaursstyrks flokkaðar eftir kornastærð og sýnatökustöðum. Mi(1) Miðtangi, Ka(2) Kaldárholt, Kr(3) Krókur, Uk(4) Urriðafoss-kláfur, U(5) Urriðafoss-brú.

	Mi (1)	Ka (2)	Kr (3)	Uk (4)	Ub (5)		Mi (1)	Ka (2)	Kr (3)	Uk (4)	Ub (5)
Sandur (>0,2 mm)						Grófmór (0,06–0,2 mm)					
Lægsta gildi	0	0	12	10	1		0	1	2	1	1
Q ₁	1	1	32	17	8		1	2	4	4	3
Miðgildi	3	2	45	25	16		2	3	7	5	6
Q ₃	5	29	53	45	32		3	7	12	8	13
Hæsta gildi	11	362	122	85	240		37	49	77	19	113
IQR	3	28	21	28	24		1	5	7	3	11
Efri útmörk	3	2	3	0	2		1	1	2	1	7
Neðri útmörk	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Hæsta útgildi	13	362	122	N/A	240		37	49	77	19	113
Lægsta útgildi	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Fínmór (0,02–0,06 mm)						Méla (0,002–0,02 mm)					
Lægsta gildi	3	2	1	2	0		17	10	12	11	4
Q ₁	3	3	4	4	3		22	14	25	27	22
Miðgildi	5	4	6	6	7		29	25	42	41	34
Q ₃	9	15	7	9	12		55	100	59	56	63
Hæsta gildi	40	28	56	22	191		109	125	199	125	352
IQR	6	12	3	5	9		33	85	34	30	41
Efri útmörk	2	0	4	2	5		1	0	1	1	4
Neðri útmörk	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0
Hæsta útgildi	40	N/A	56	22	191		109	N/A	199	125	352
Lægsta útgildi	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
Leir (<0,002 mm)											
Lægsta gildi	3	7	4	5	2						
Q ₁	10	11	21	19	15						
Miðgildi	29	15	38	43	49						
Q ₃	52	54	53	51	65						
Hæsta gildi	73	68	80	79	177						
IQR	41	43	32	32	51						
Hæsta útgildi	N/A	N/A	N/A	N/A	177						
Lægsta útgildi	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A						

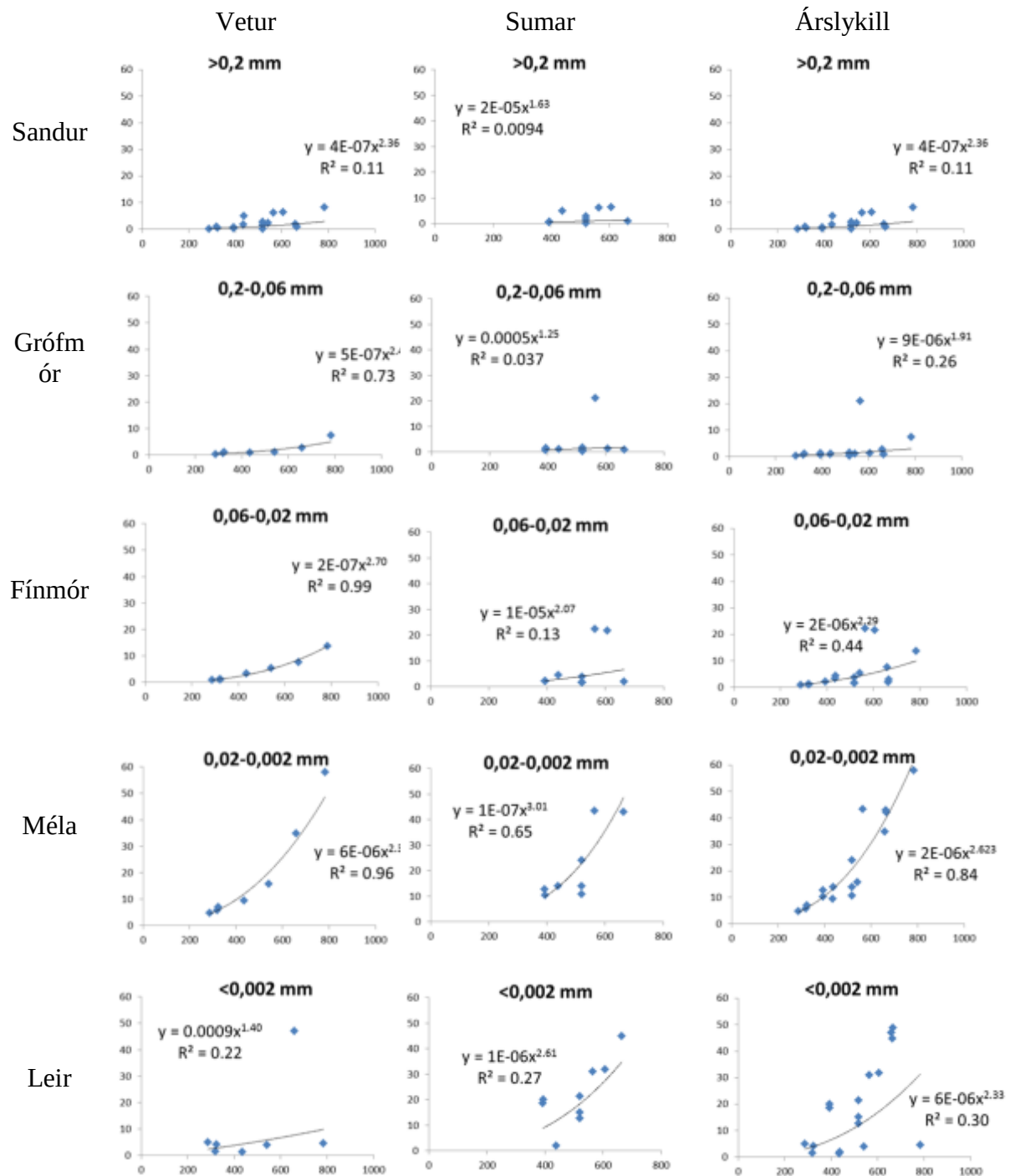
Á mynd 26 sést að styrkur grófmós (0,06–0,2 mm) og fínsmós (0,02–0,2 mm) er lægstur á öllum stöðvum eða yfirleitt vel innan við 20 mg/l. Méla (0,002–0,02 mm) og leir (<0,002 mm) eru hins vegar stærsti hluti sýnanna á öllum stöðum nema við Krók, og er styrkur sýnanna milli neðsta og efsta fjórðungsmarks á bilinu 14–100 mg/l fyrir mélu og 10–65 mg/l fyrir leir (sjá einnig töflu 12 og Viðauka 4). Sandstyrkur á sýnatökustöðunum er mjög mismunandi og er styrkur sands við Krók heldur hærri en annarra kornastærðarflokka þar sem innri spönn sýnanna (25–75%) liggur á milli 32 og 53 mg/l. Við Miðtanga er styrkur sands hins vegar langlægstur og nær mest aðeins 11 mg/l í því sýni sem hefur hæstan styrk.

3.1.3 Svifurslyklar einstakra kornastærðarflokka

Gerðir voru svifurslyklar fyrir einstaka kornastærðarflokka. Þetta eru árstíðalyklar byggðir á sömu sýnum og lyklarnir fyrir heildarframburð.

Miðtangi

Á mynd 27 eru svifurslyklar sýna frá Miðtanga fyrir einstaka kornastærðarflokka. Lyklarnir eru mistrúverðugir og fylgnin fer frá því að vera engin í að vera mjög góð.



Mynd 27. Miðtangi. Gröf sem sýna vensl svifursframburðar (kg/s á y-ás) við rennsli (m^3/s á x-ás) fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilínum. Reiknaður var árslykill, sumarlykill og vetrarlykill fyrir hvern kornastærðarflokk.

Á lyklunum má sjá eins og talað var um hér að ofan að méla er stærsti hluti svifaursframburðar við Miðtanga. Vetrarlyklarnir eru flestir ásættanlegir nema sand- og leirlyklarnir sem hafa lélega fylgni. Vetrarlykillinn er þó eini sandlykillinn sem er nálægt því að hafa ásættanlega fylgni. Tafla 13 sýnir einkenni árslykla mismunandi kornastærðarflokka. Mélulykillinn er sá eini sem hefur ásættanlega fylgni. Í töflu 14 er reiknaður framburður á ári fyrir hvern kornastærðarflokk út frá árslyklum og því er niðurstaðan ekki marktæk nema fyrir mélu.

Tafla 13. Miðtangi, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum fyrir árin 2005–2010.

Kornastærð	Árstíð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Sandur	ár	783	1422	232	17	0,33	0,4	1,59
Grófmór	ár	783	1422	232	17	0,49	9	1,91
Fínmór	ár	783	1422	232	17	0,66	2	2,29
Méla	ár	783	1422	232	17	0,91	2	2,63
Leir	ár	783	1422	232	17	0,54	6	2,33

Til samanburðar er heildarlykill $q_s = 0,0000047 * Q^{2,57}$

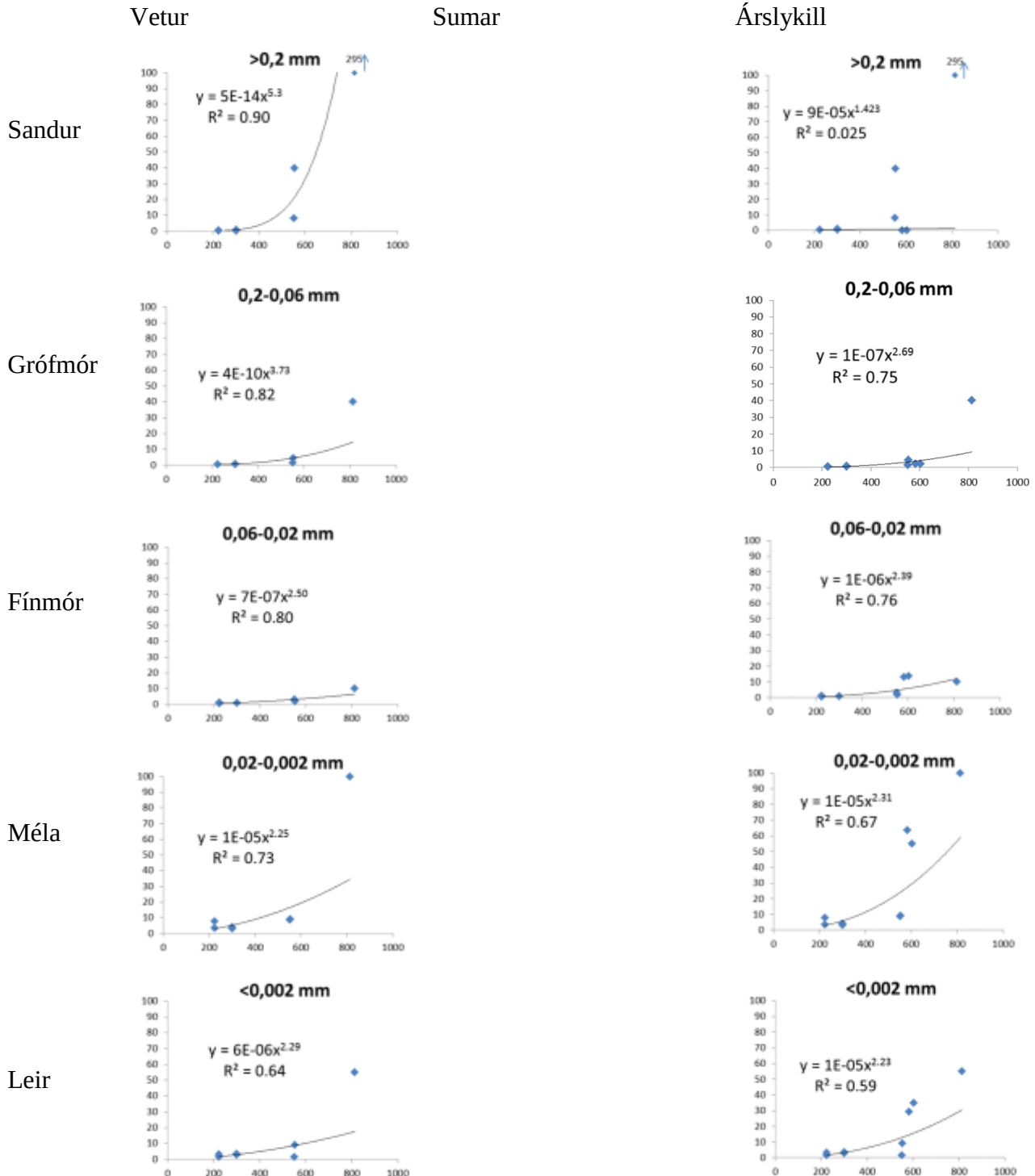
Tafla 14. Framburður svifaurs eftir kornastærð við Miðtanga árin 2005–2010.

Kornastærð		Framburður svifaurs (millj. tonn á ári)	Hundraðshluti
Stærðarflokkur	Mörk mm		
Sandur	>0,2	0,02	3%
Grófmór	0,060,2	0,02	4%
Fínmór	0,02-0,06	0,06	10%
Méla	0,002-0,02	0,30	52%
Leir	<0,002	0,19	31%
Samtals allir stærðarflokkar		0,59	100%

Fylgni allra lykla nema mélu er óásættanleg og allir hlutfallsstuðlar eru lágir einkum hlutfallsstuðull sands en einnig er veldisvísir sands í lægri kantinum. Ef horft er framhjá þessum takmörkunum virðast kornastærðarlyklarnir vanmeta árlegan svifaursframburð um u.þ.b. eitthundrað þúsund tonn á ári ef niðurstöður þeirra eru bornar saman við árstíðar- og árslykla (tafla 5).

Kaldárholt

Á mynd 28 eru svifurslyklar sýna frá Kaldárholti fyrir einstaka kornastærðarflokka. Lyklarnir eru mistrúverðugir og eins og við Miðtanga er fylgnin frá því að vera engin í að vera mjög góð.



Mynd 28. Kaldárholt. Gröf sem sýna vensl svifursframburðar (kg/s á y-ás) við rennsli (m^3/s á x-ás) fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilinum. Reiknaður var árslykill og vetrarlykill.

Lyklarnir sýna eins oft hefur komið fram að méla er stærsti hluti svifursframburðar við Kaldárholt eins og við Miðtanga. Enginn sumarlykill var gerður fyrir Kaldárholt þar sem fjöldi sýna var ekki nægjanlegur. Vetrarlyklarnir eru flestir ásættanlegir nema leirlykillinn sem er rétt undir mörkum ásættanlegs og lélegs lykils. Árslykill sands er áberandi lélegur miðað við vetrarlykilinn en þar munar mest um tvö sumarsýni sem innihéldu engan sand. Tafla 15 sýnir einkenni árslykla mismunandi kornastærðarflokka. Sandlykillinn er þar lang lélegastur en aðrir lyklar hafa þokkalega fylgni nema leirlykillinn sem er rétt undir ásættanlegri fylgni. Í töflu 16 er reiknaður framburður á ári fyrir hvern kornastærðarflokk út frá árslyklum en niðurstaðan er ekki marktæk nema fyrir þá lykla sem hafa ásættanlega fylgni.

Tafla 15. Kaldárholt, árslyklar svifurs af einstökum kornastærðarflokkum fyrir árin 2007–2010.

Kornastærð	Árstíð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Sandur	ár	814	866	224	9	0,16	90	1,42
Grófmór	ár	814	866	224	9	0,86	0,1	2,69
Fínmór	ár	814	866	224	9	0,87	1,4	2,39
Méla	ár	814	866	224	9	0,82	11	2,31
Leir	ár	814	866	224	9	0,77	10	2,23

Til samanburðar er heildarlykill $q_s = 0,0000012 * Q^{2,83}$

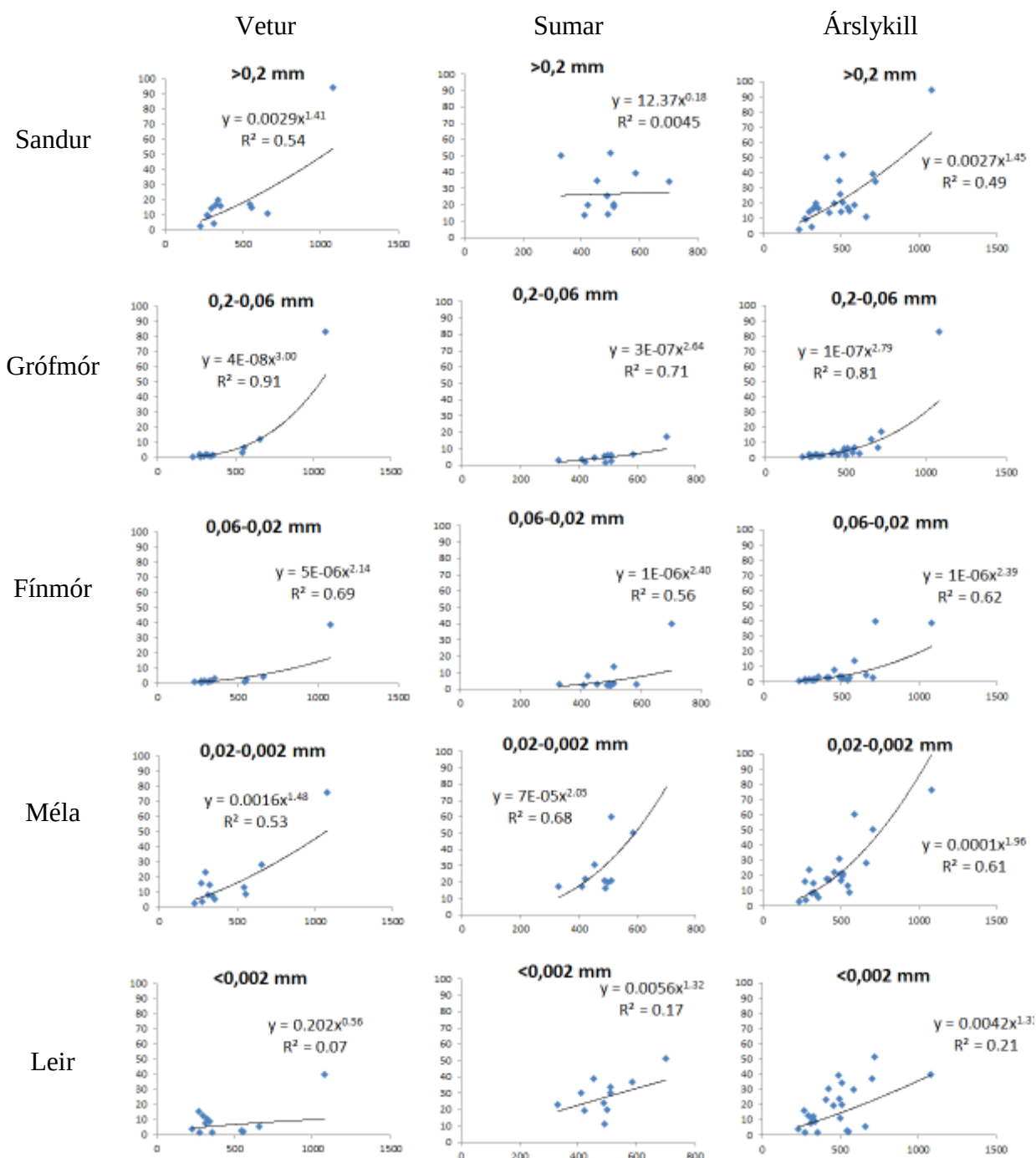
Tafla 16. Framburður svifurs eftir kornastærð við Kaldárholt árin 2007–2010.

Kornastærð		Framburður svifurs (millj. tonn á ári)	Hundraðshluti
Stærðarflokkur	Mörk mm		
Sandur	>0,2	0,45	35%
Grófmór	0,06-0,2	0,07	5%
Fínmór	0,02-0,06	0,06	5%
Méla	0,002-0,02	0,40	31%
Leir	<0,002	0,31	24%
Samtals allir stærðarflokkar		1,29	100%

Meðaltal allra ára og samanlagðir kornastærðarflokkar sýna að lyklar kornastærðarflokka ofmeta árlegan svifursframburð um rúm fjögurhundruðþúsund tonn á ári. Fylgni sandlykils og leirlykils er óásættanleg en veldisvísar eru ekki óeðlilega háir. Reyndar er veldisvísir sandlykils of lágur miðað við trúverðuga lykla og ætti því að vanmeta hlutfall sands. Hlutfallsstuðlar allra lykla eru einnig lágir en fyrir sand, mélu og leir eru þeir talsvert hærri en heildarlykilsins.

Krókur

Á mynd 29 eru sviflauslyklar sýna frá Króki fyrir einstaka kornastærðarflokka. Lyklarnir eru eins og fyrir fyrri staði mistrúverðugir og er fylgnin frá því að vera engin í að vera mjög góð.



Mynd 29. Krókur. Gröf sem sýna vensl sviflausframburðar (kg/s á y-ás) við rennsli (m^3/s á x-ás) fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilínum. Reiknaður var árslykill, sumarlykill og vetrarlykill.

Eins og fram kom í umfjöllun um kassagröf framarlega í þessum kafla innihalda sýni frá Króki stærri hluta sands en aðrir sýnatökustaðir. Sandlyklarnir hafa hins vegar allir

óásættanlega fylgni. Aðeins grófmóslyklarnir, vetrarfínsmóslykillinn og sumarlykillinn fyrir mélu hafa ásættanlega fylgni. Tafla 17 sýnir einkenni árslykla mismunandi kornastærðarflokka. Í töflu 18 er reiknaður framburður á ári fyrir hvern kornastærðarflokk út frá árslyklum og því er niðurstaðan ekki marktæk nema fyrir grófmóslykilinn.

Tafla 17. Krókur, árslyklar svifaus af einstökum kornastærðarflokkum fyrir árin 2001–2010.

Kornastærð	Árstíð	H.r.l. m ³ /s	H.dmr. m ³ /s	L.r.l. m ³ /s	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Sandur	ár	1080	1422	229	24	0,70	2672	1,45
Grófmór	ár	1080	1422	229	24	0,90	0,1	2,79
Fínsmór	ár	1080	1422	229	24	0,79	1,3	2,39
Méla	ár	1080	1422	229	24	0,78	111	1,96
Leir	ár	1080	1422	229	24	0,46	4191	1,31

Til samanburðar er heildarlykill $q_s = 0,00126 * Q^{1,77}$

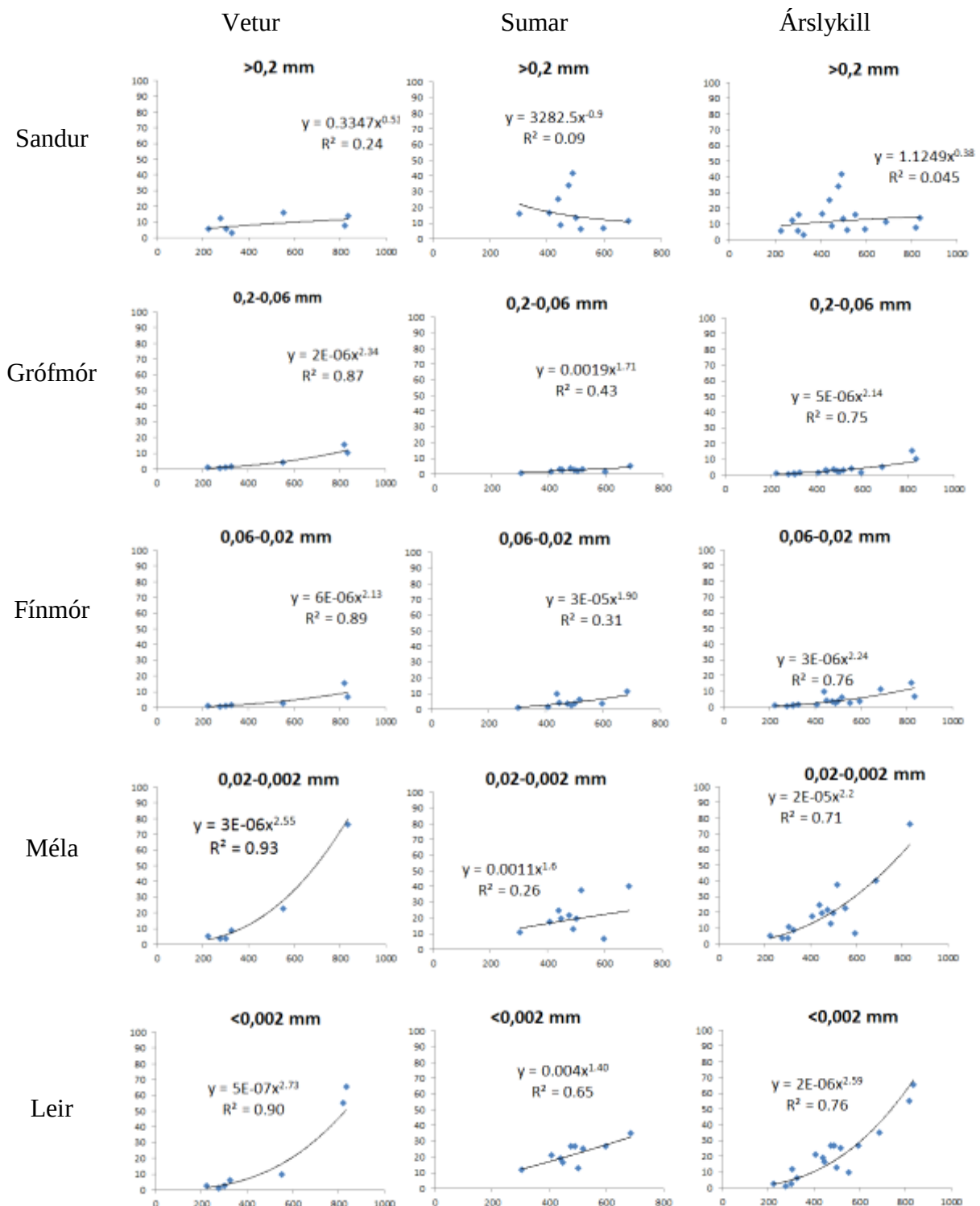
Tafla 18. Framburður svifaus eftir kornastærð við Krók árin 2001–2010.

Kornastærð		Framburður svifaus (millj. tonn á ári)	Hundraðshluti
Stærðarflokkur	Mörk mm		
Sandur	>0,2	0,44	35%
Grófmór	0,06-0,2	0,07	6%
Fínsmór	0,02-0,06	0,06	5%
Méla	0,002-0,02	0,40	31%
Leir	<0,002	0,30	24%
Samtals allir stærðarflokkar		1,27	100%

Meðaltal allra ára og samanlagðir kornastærðarflokkar sýna að lyklar kornastærðarflokka vanmeta árlegan svifausframburð um 250.000 tonn á ári. Fylgni flestra lykla er óásættanleg að undanskilinni fylgni grófmóslykilsins. Lágur veldisvísir sandslykils og lágir hlutfallsstuðlar grófmós, fínsmós og mélu gætu skýrt þetta vanmat.

Urriðafoss, kláfur

Á mynd 30 eru svifaurðar sýna af kláfnum við Urriðafoss fyrir einstaka kornastærðarflokka. Fylgni lyklna er frá því að vera engin í það að vera mjög góð.



Mynd 30. Urriðafoss, kláfur. Gröf sem sýna vensl svifaurðar (kg/s á y-ás) við rennsli (m^3/s á x-ás) fyrir hvern kornastærðarflokk ásamt leitnilínum. Reiknaður var árslykill, sumarlykill og vetrarlykill.

Eins og fram kom í umfjöllun um kassagröf framarlega í þessum kafla innihalda sýni frá Urriðafossi að stærstum hluta mélu en leir og sandur er einnig í svipuðu hlutfalli. Sandlyklarnir hafa hins vegar allir óásættanlega fylgni en allir leirlyklarnir eru ásættanlegir. Tafla 19 sýnir einkenni árslykla mismunandi kornastærðarflokka. Í töflu 20 er reiknaður framburður á ári fyrir hvern kornastærðarflokk út frá árslyklum og því er niðurstaðan ekki marktæk fyrir sand.

Tafla 19. Urriðafoss kláfur, árslyklar svifaurs af einstökum kornastærðarflokkum fyrir árin 2002–2010.

Kornastærð	Árstíð	H,r,l, m ³ /s	H,dmr, m ³ /s	L,r,l,	Sýnafjöldi	Fylgni R	Hlutfallsstuðull k x 10 ⁶	Veldisvísir n
Sandur	ár	1140	1422	218	17	0,24	1124947	0,4
Grófmór	ár	1140	1422	218	17	0,86	5	2,1
Fínmór	ár	1140	1422	218	17	0,87	3	2,2
Méla	ár	1140	1422	218	17	0,85	25	2,2
Leir	ár	1140	1422	218	17	0,87	2	2,6

Til samanburðar er heildarlykill $q_s = 0,0005 * Q^{1,89}$

Tafla 20. Framburður svifaurs eftir kornastærð við Urriðafoss kláf árin 2002–2010.

Kornastærð		Framburður svifaurs (millj. tonn á ári)	Hundraðshluti
Stærðarflokkur	Mörk mm		
Sandur	>0,2	0,34	29%
Grófmór	0,06-0,2	0,05	5%
Fínmór	0,02-0,06	0,07	6%
Méla	0,002-0,02	0,38	33%
Leir	<0,002	0,32	28%
Samtals allir stærðarflokkar		1,17	100%

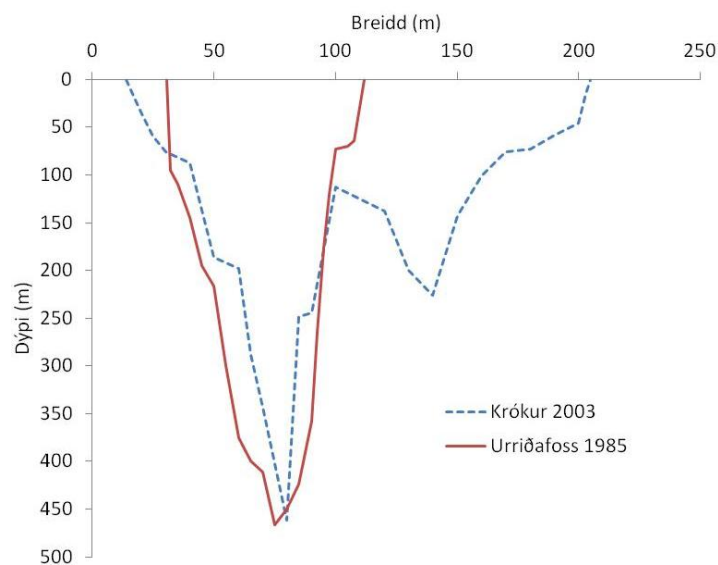
Meðaltal allra ára og samanlagðir kornastærðarflokkar sýna að lyklar kornastærðarflokka vanmeta árlegan svifaursframburð um tæplega þrjátíuþúsund tonn á ári. Fylgni allra lykla er ásættanleg að undanskilinni fylgni sandlykilsins. Veldisvísar lyklanna eru allir innan uppgefina marka nema veldisvísir sandlykilsins sem er allt of lágur. Hlutfallsstuðlar kornastærðarlyklanna eru lágir í öllum tilfellum nema fyrir sandlykilinn sem er mjög hár.

3.1.4 Samanburður kornastærðar í sýnum teknum við Urriðafoss og Krók

Gerður var samanburður á sýnapörum teknum annars vegar af kláfunum við Krók og Urriðafoss (S1 sýni) og hins vegar af Urriðafosskláfi (S1-sýni) og handsýnum (S3-sýni) við brúna á gamla þjóðvegi 1. Við samanburðinn voru eingöngu notuð sýni sem tekin voru á svipuðum tíma við sambærilegt rennsli.

3.1.4.1 Sýni af kláfi við Krók og kláfi við Urriðafoss

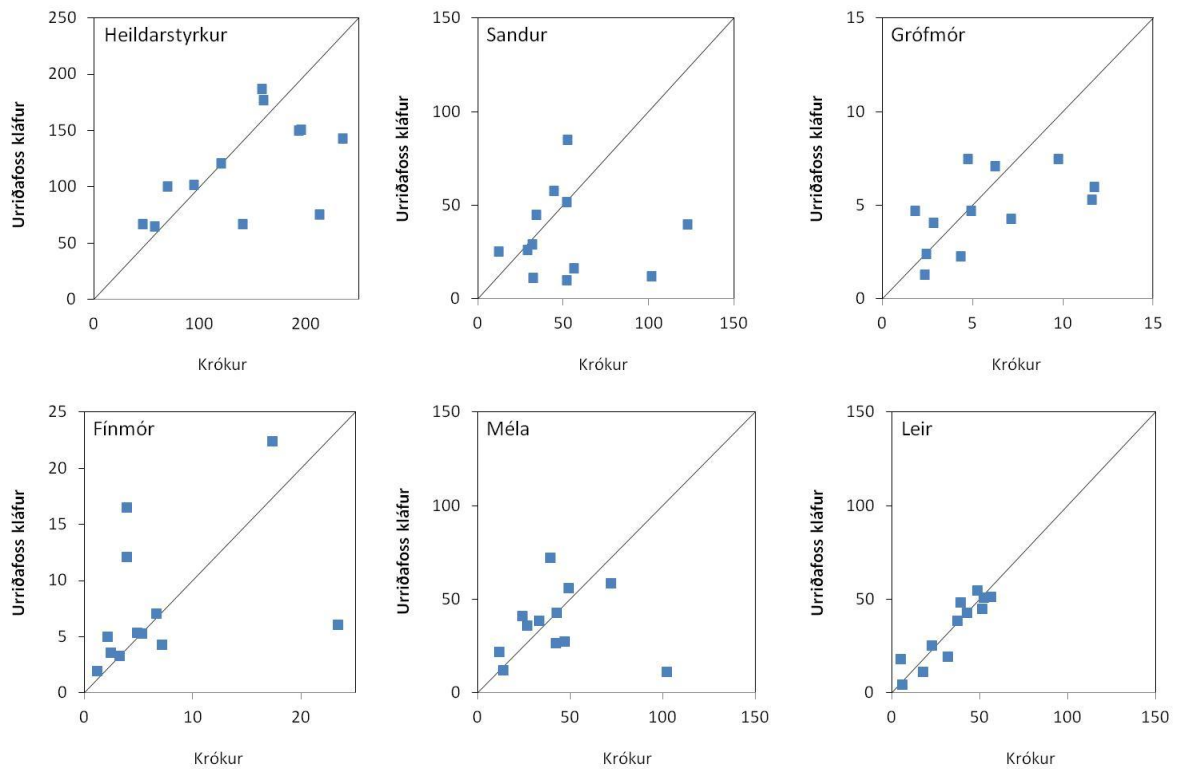
Samanburðarhæf S1 svifaurssýni hafa verið tekin af kláfum við Urriðafoss og Krók frá árinu 2002. Við Krók voru sýnin tekin með jöfnu bili á sjö stöðum yfir þversniðið en við Urriðafoss eru eingöngu tekin þrjú sýni yfir þversniðið. Dæmi um lögun þversniða á þessum tveimur stöðum má sjá á mynd 31.



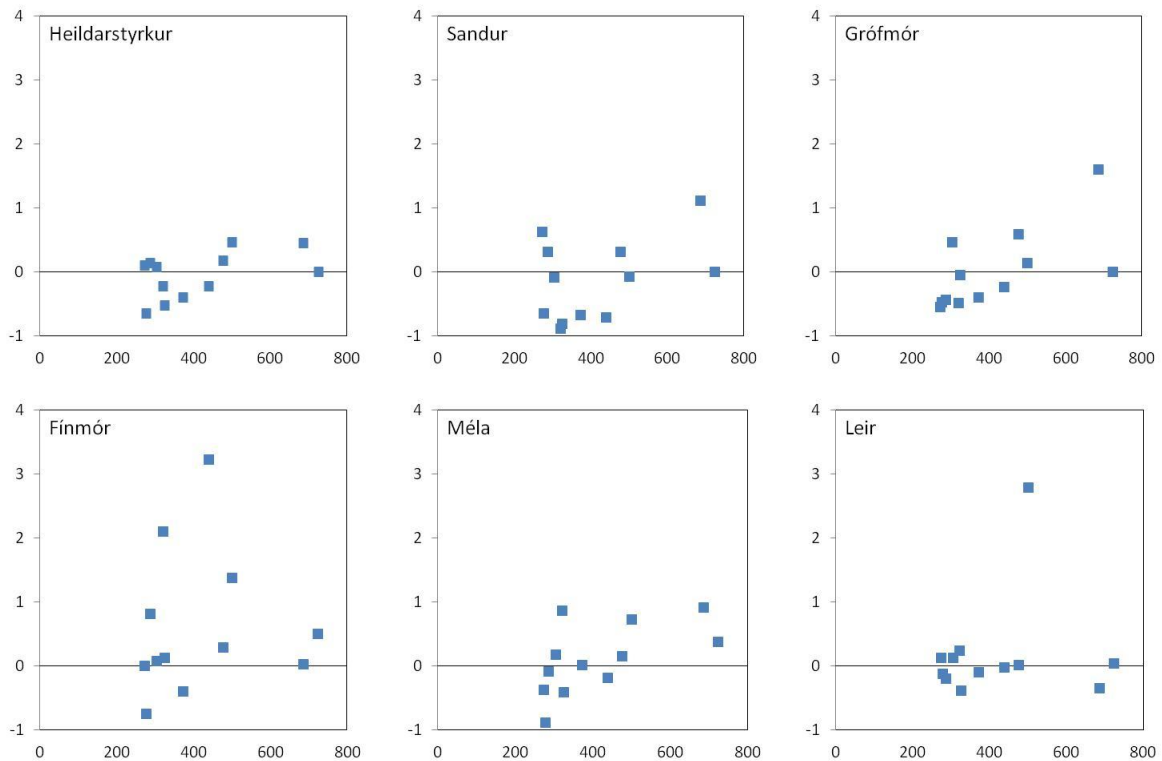
Mynd 31. Þversnið Þjórsár við kláf ofan við Urriðafoss og af kláfi við Krók.

Á myndum 32 og 33 sést heildarstyrkur og styrkur einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá kláfi við Urriðafoss og kláfi við Krók annars vegar sem beint samband og hins vegar sem hlutfall (Urriðafosskláfur-Krókur/Krókur) á móti rennsli. Minnstur styrkmunur á milli staða er í leir- og mélustærðunum sem er eðlilegt miðað við að fingerðustu kornin eru venjulega nokkuð jafndreifð um vatnsbolinn. Meiri breytileiki sést í grófari kornastærðinni þar sem styrkur sands ($>0,2$ mm) og grófmós ($0,06$ – $0,2$ mm) er heldur hærri við Krók en við Urriðafoss. Í fín mó ($0,02$ – $0,002$ mm) er þessu öfugt farið og er styrkur hans hærri í kláfsýnum við Urriðafoss en við Krók.

Ekki er góð fylgni á hlutfalli styrks á stöðunum tveimur samanborið við rennsli (mynd 33). Þó virðist sem styrkur sýna frá Urriðafossi aukist heldur meira með auknu rennsli en Krókssýnanna en þetta er ekki einhlítt milli kornastærðaflokka.



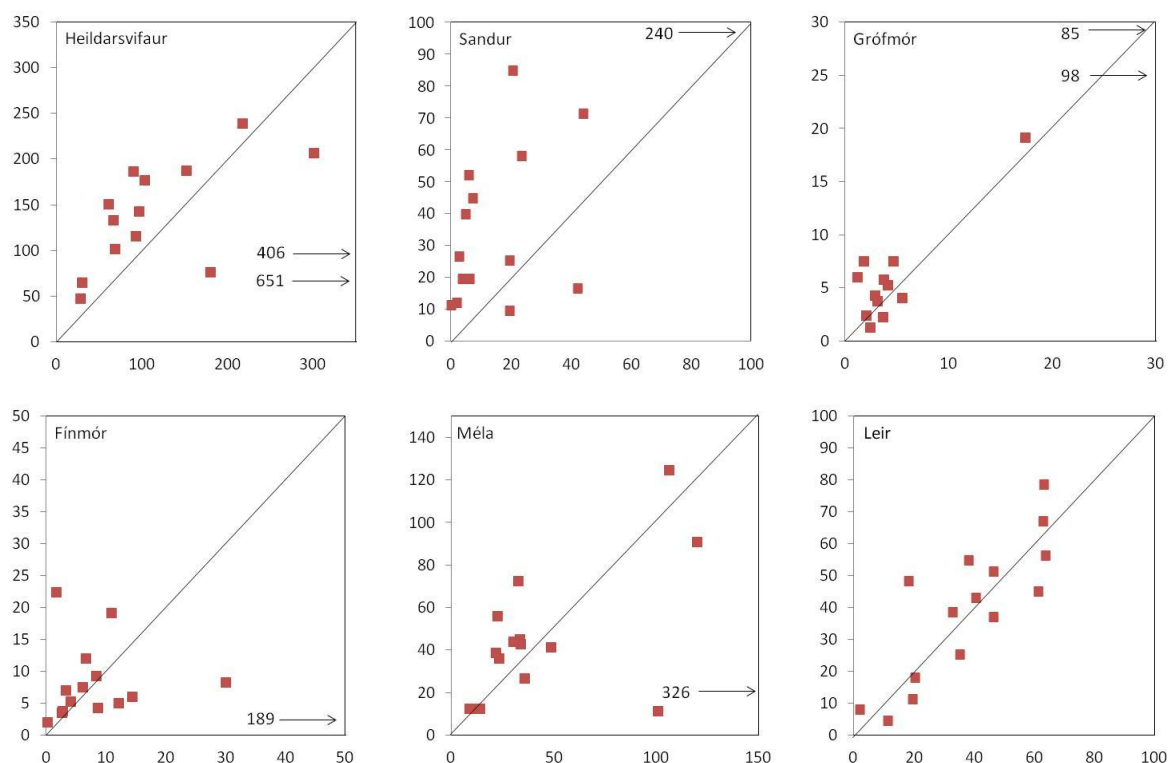
Mynd 32. Hlutfall heildarsvifursstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá kláfi við Urriðafoss (y-ás) og kláfi við Krók (x-ás).



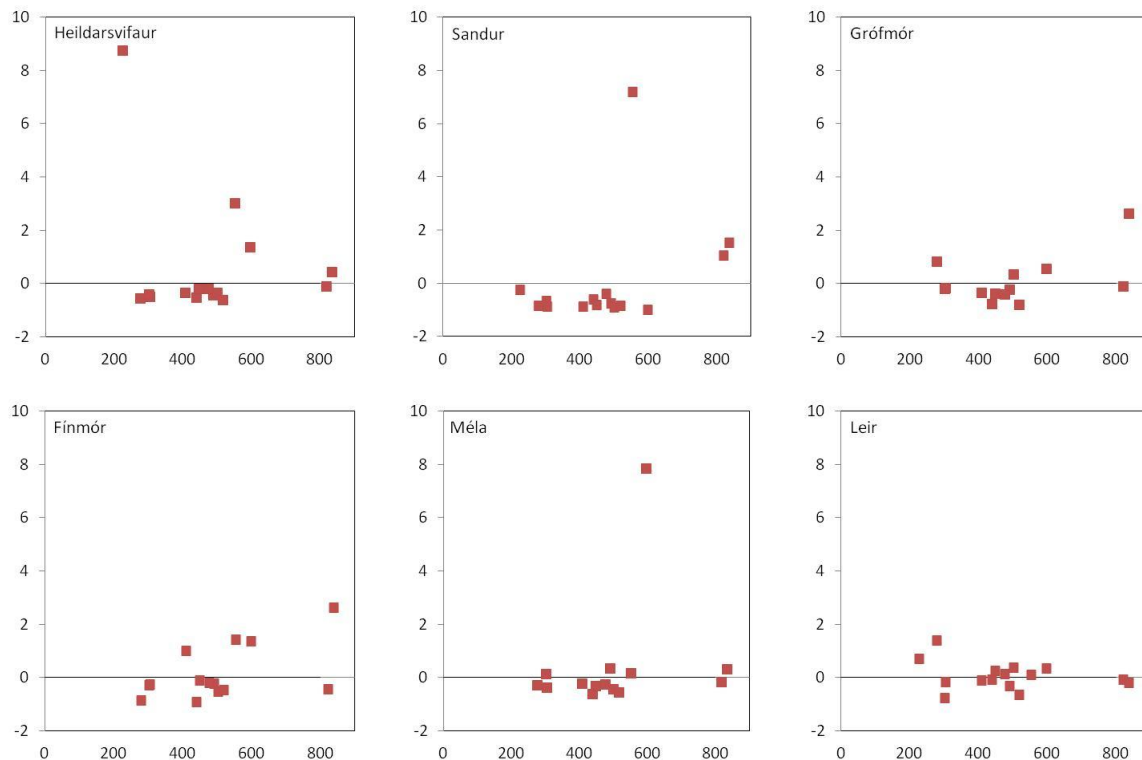
Mynd 33. Hlutfall svifursstyrks á mælistöðvum (Ukláfur-Krókur/Krókur) (y-ás) á mótí rennsli í m^3/s á x-ás.

3.1.4.2 Sýni af kláfi við Urriðafoss og handsýni frá Urriðafossi

Fjórtán samanburðarpör eru til af sýnum sem tekin voru af kláfi við Urriðafoss annars vegar og með handsýnataka undir eða við brúna á gamla þjóðvegi 1 hins vegar (myndir 34 og 35). Greinilegt er að sýnin sem tekin eru af kláfnum við Urriðafoss hafa mun hærri styrk af heildarsvifaur og grófara efni en handsýnin eins og reiknað hafði verið með þar sem sýnin með handsýnatakanum eru ekki tekin í mesta straumnum þar sem styrkur grófs efnis er yfirleitt hærri. Hins vegar kemur á óvart að einstaka handsýni frá Urriðafossbrúnni hafa mun hærri svifaursstyrk en kláfsýnin og má sérstaklega nefna sýni sem tekin voru 27. janúar og 13. desember 2010. Gildi þeirra lenda oft utan við smámyndirnar á mynd 34 í mörgum grófari stærðarflokkunum en í staðinn eru þau merkt inn með ör á móts við styrk sýnis frá Urriðafosskláfi. Engin sérstök skýring er á þessum háa svifaursstyrk í vetrarsýnunum tveimur þó að ekki sé hægt að útiloka að sýnatakinn hafi náð í sand við botn.



Mynd 34. Hlutfall heildarsvifaursstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá kláfi við Urriðafoss (x-ás) og handsýni af brú (y-ás). Útlagar eru settir fram með örvum og styrkgildi sýnanna.

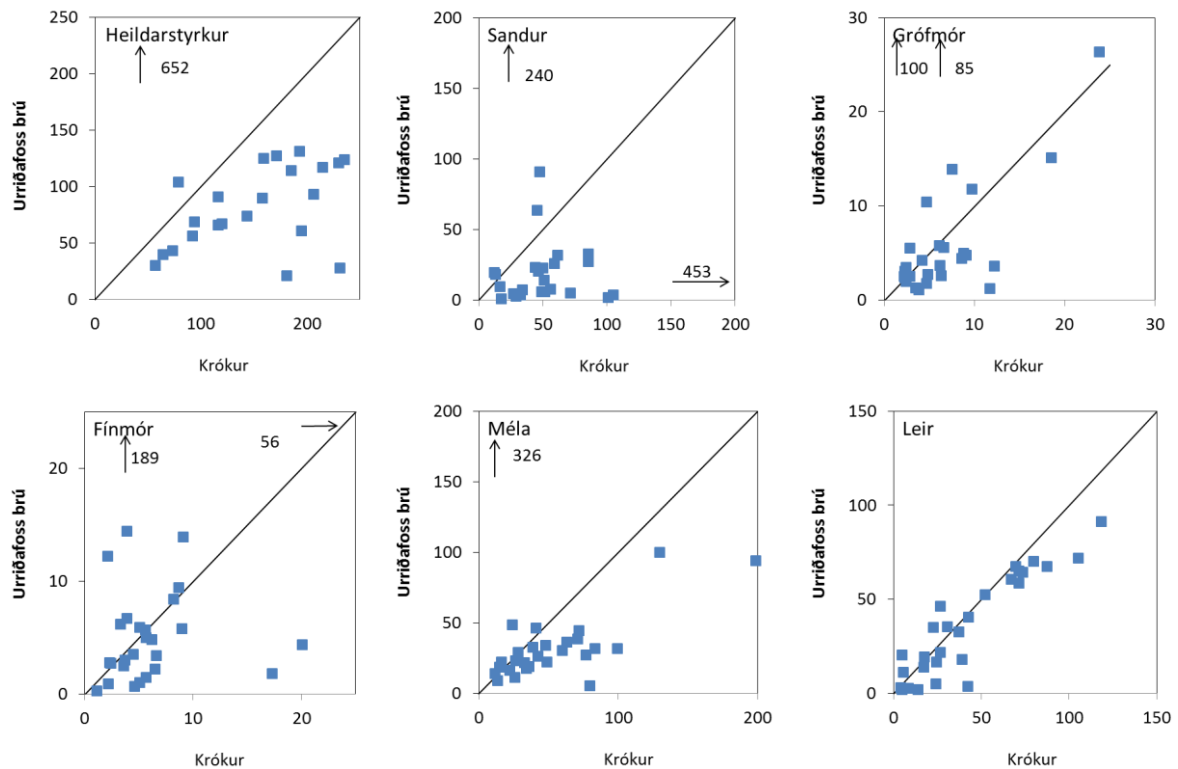


Mynd 35. Hlutfall styrks á mælistöðvum (Ubrú-Ukláfur/Ukláfur) (y-ás) á móti rennsli í m^3/s á x-ás.

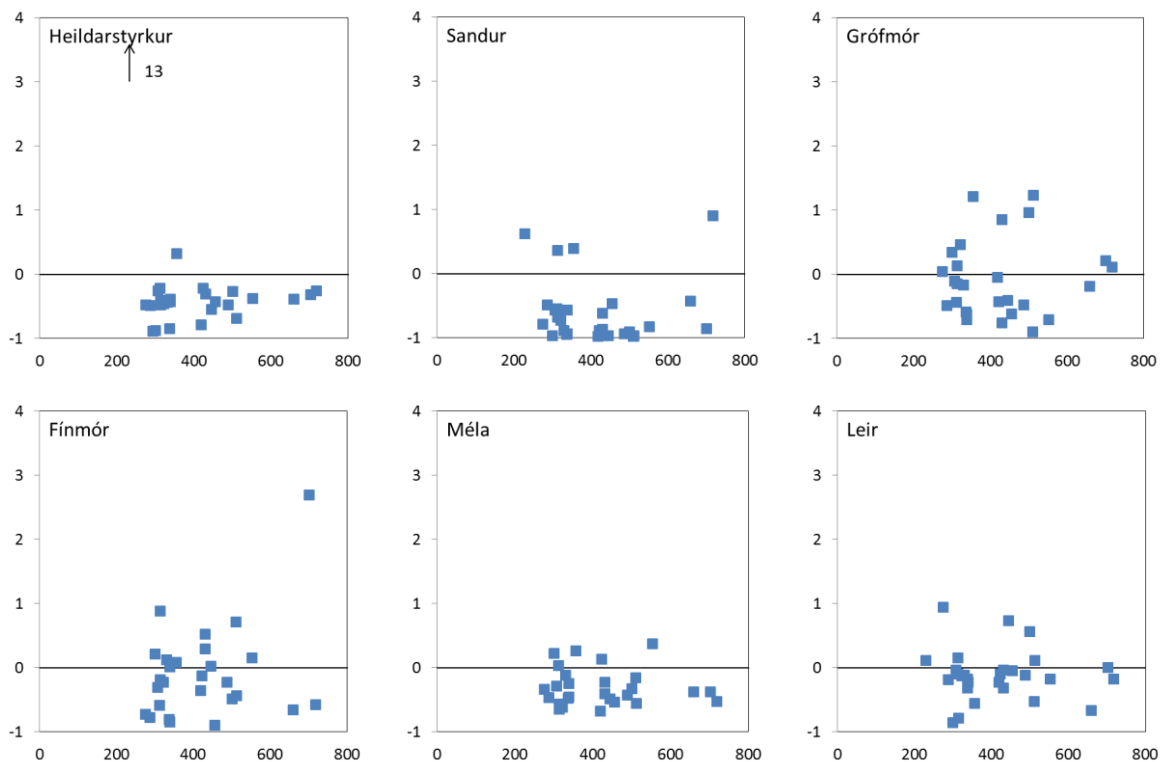
3.1.4.3 Sýni af kláfi við Krók og handsýni frá Urriðafossi

Sambærilegar smámyndir og fyrir aðra staði af samanburði svifaursstyrks í 25 sýnapörum teknum af kláfi við Krók og með handsýnataka við gömlu brúna á þjóðvegi 1 eru sýndar á myndum 36 og 37. Greinilegt er að heildarstyrkur og styrkur sands, grófmós, fínmós og mélu er í langflestum sýnum mun hærri við Krók en við Urriðafoss. Þessi munur fer minnkandi í réttu hlutfalli við kornastærðina og í leirstærðinni raða sýnin sér sitt á hvað í kringum 1:1 línuna þó að við hækkandi leirstyrk virðast Krókssýnin aukast hlutfallslega meira en handsýnanna (mynd 36). Þetta eru sambærilegar niðurstöður og hafa fengist í fyrri rannsóknum (Jórunn Harðardóttir & Svava B. Þorláksdóttir, 2002, 2003, 2004, 2005; Almenna Verkfræðistofan, 2003, 2006).

Eins og sagt hefur verið áður er margt ábótavant við sýnatökuna með handsýnataka við brúna og því ráðlegt að nota þau sýni ekki til útreikninga á grófurum svifaur þó þau geti gefið sæmilega mynd af fíngerðasta framburðinum.



Mynd 36. Hlutfall heildarsvifursstyrks og styrks einstakra kornastærðarflokka fyrir sýni frá brú við Urriðafoss (x -ás) og kláfi við Krók (y -ás). Útlagar eru settir fram með örvum og styrkgildi sýnanna.



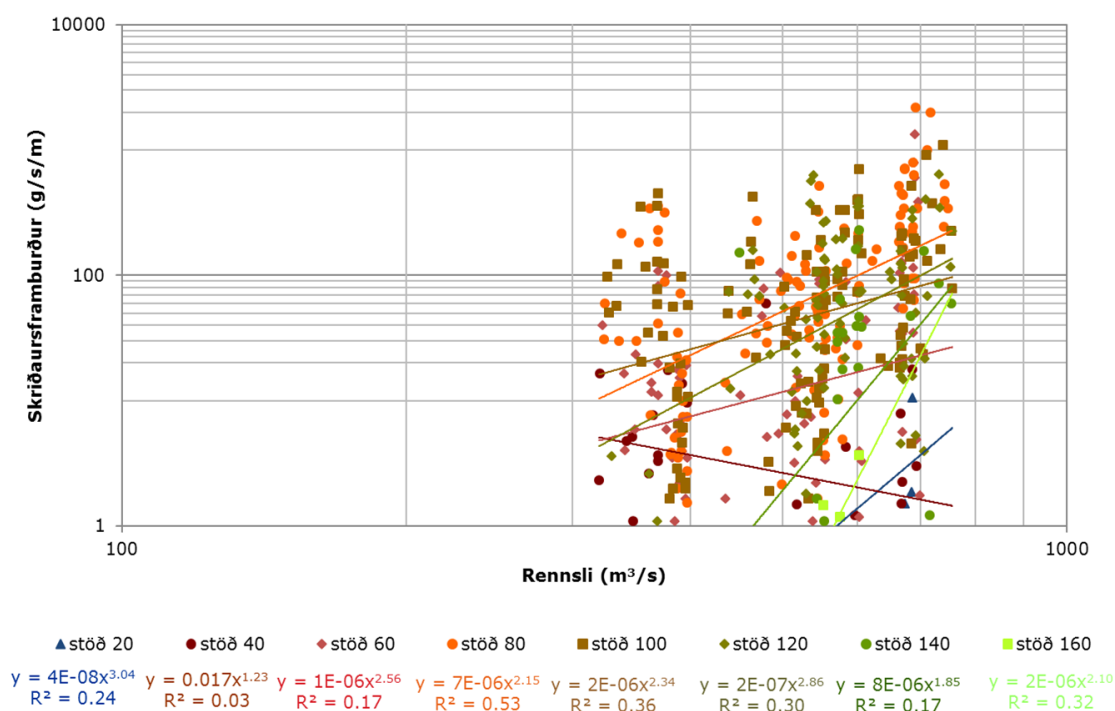
Mynd 37. Hlutfall styrks (y -ás) á mælistöðvum (Ubrú-Krókur/Krókur) á móti rennsli í m^3/s á x -ás.

3.2 Niðurstöður skriðaursmælinga

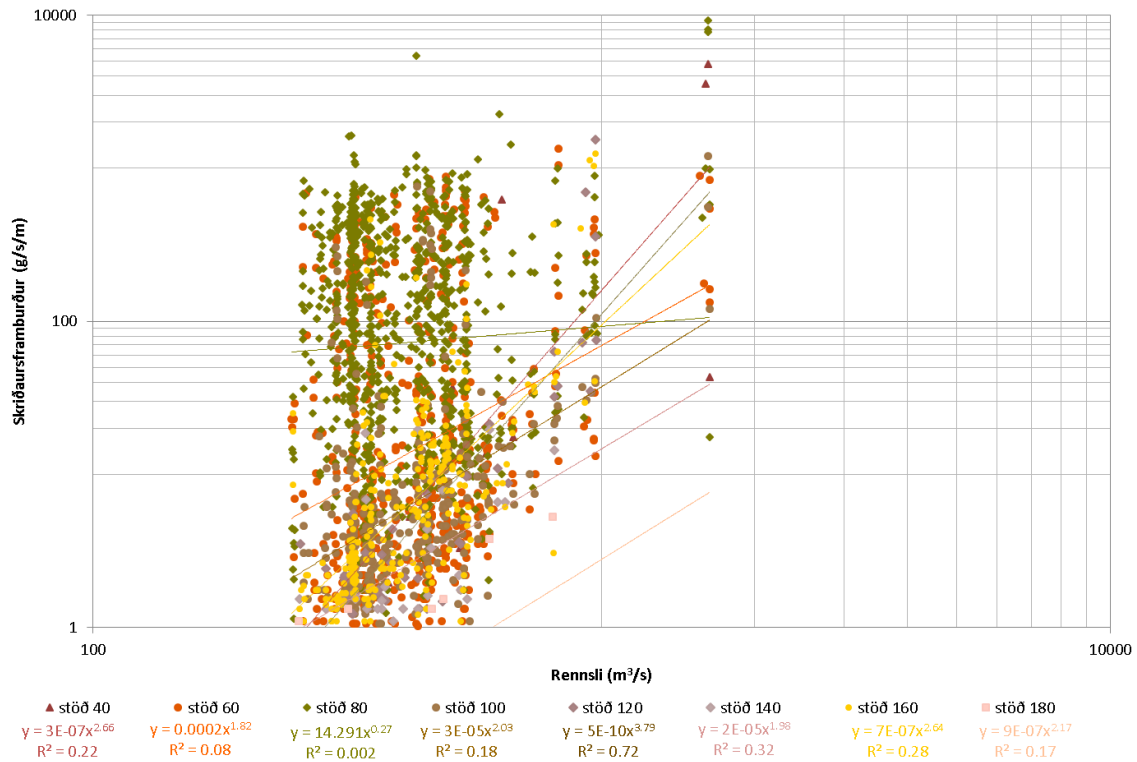
3.2.1 Framburður skriðaus

Skriðaurssýni hafa verið tekin á tveimur stöðum í neðri hluta Þjórsár þ.e. við Miðtanga og Krók á tímabilinu 2001–2010. Fjallað er um sýnatökuaðferðirnar í kafla 2 og þar er yfirlit yfir fjölda sýna og hversu mörg þeirra hafa verið greind (tafla 1). Sýnunum var skipt upp í rennslisbil eftir dögum og ef rennsli breyttist mikið á meðan á sýnatöku stóð innan hvers dags. Skriðaurframburður var síðan reiknaður fyrir hverja stöð og heildað á milli stöðva til að reikna heildarframburð fyrir þversniðið (sjá nánar í kafla 2).

Skriðaurframburður við Miðtanga og Krók fyrir hverja stöð sem fall af rennsli er sýndur á myndum 38 og 39. Sýnataka við Miðtanga var venjulega gerð með 10 m bili yfir þversniðið. Misjafnt er hvar fyrsta stöðin er staðsett (frá 7–20 m) og því hafa stöðvarnar verið flokkaðar með 20 m bili til að auðvelda samanburð við Krók. Við Miðtanga er mestur framburður á stöðvum 80 og 100 en við Krók á 60 og 80. Leitnilínur fyrir hverja stöð voru reiknaðar en fylgni innan stöðva við rennsli er oftast mjög slæm nema á stöð 120 við Krók. Í nokkrum tilfellum var hlutfall stöðvar 140 við Krók herra en eðlilegt gat talist og þegar þannig bar við var framburður á þeirri stöð helmingaður þar sem rökstuddur grunur var um að framburðurinn væri lægri. Umfjöllun um þessi tilfelli er m.a. að finna í fyrri skýrslum um aurburðarmælingar í Þjórsá (Jórunn Harðardóttir & Svava B. Þorláksdóttir, 2004, 2005).

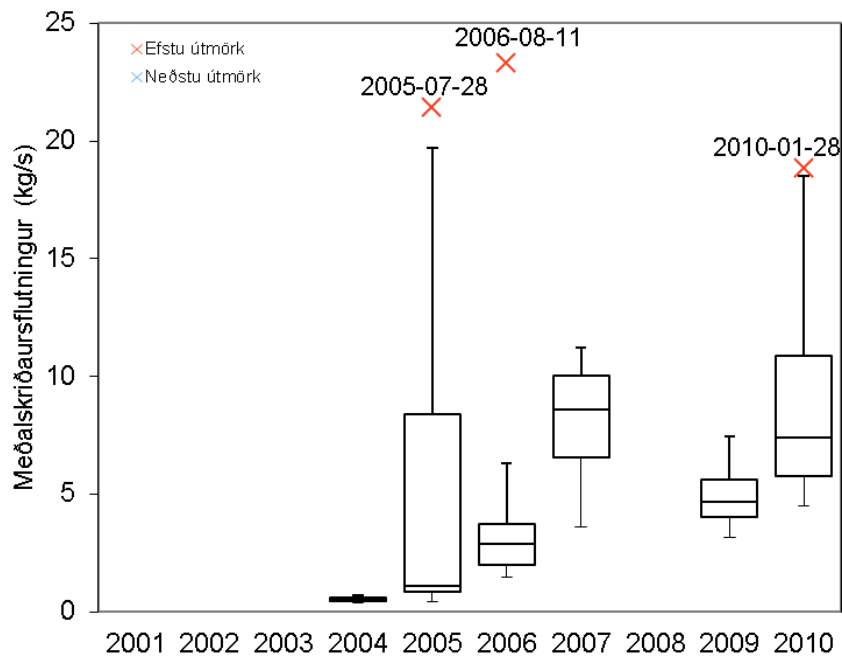


Mynd 38. Heildarframburður skriðaus í ferðum að Miðtanga á tímabilinu 2005–2010. Leitnilínur fyrir hverja stöð eru sýndar með sértækum litum.

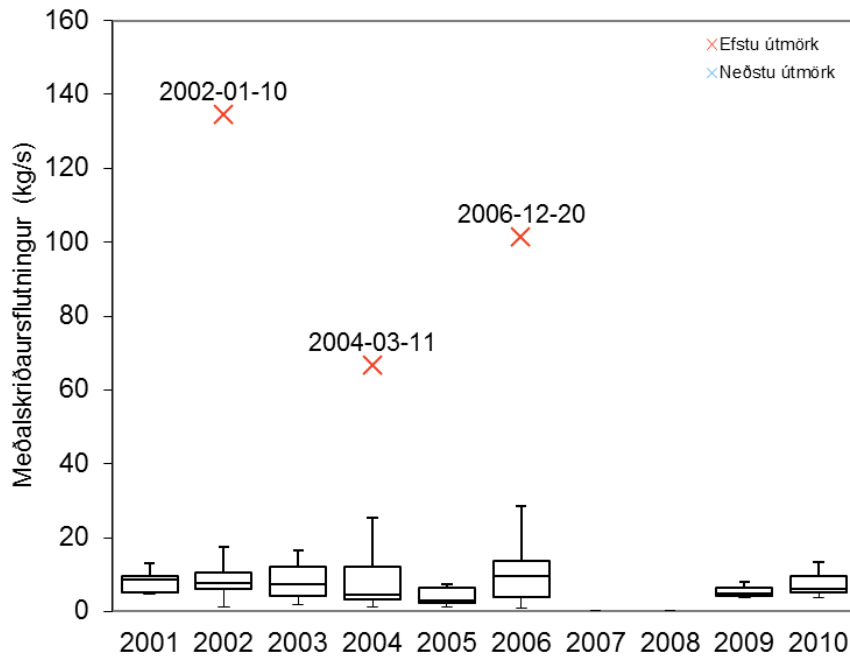


Mynd 39. Heildarframburður skriðsaur úr ferðum að Króki á tímabilinu 2001–2010. Leitnilínur fyrir hverja stöð eru sýndar með sértækum litum.

Mælingar fyrir allar stöðvar eru flokkaðar í rennslisbil í töflu í Viðauka 2. Kassagröf sem sýna meðalskriðsaurflutning voru gerð til að bera kennsl á hugsanleg útgildi (myndir 40 og 41). Þrjú útgildi eru áberandi við Miðtanga og er í öllum tilfellum um að ræða flóð. Á mynd 41 frá Króki koma í ljós útgildi fyrir flóðin í janúar 2002, mars 2004 og desember 2006. Telja má því að öll útgildin hafi sínar eðlilegu skýringar.



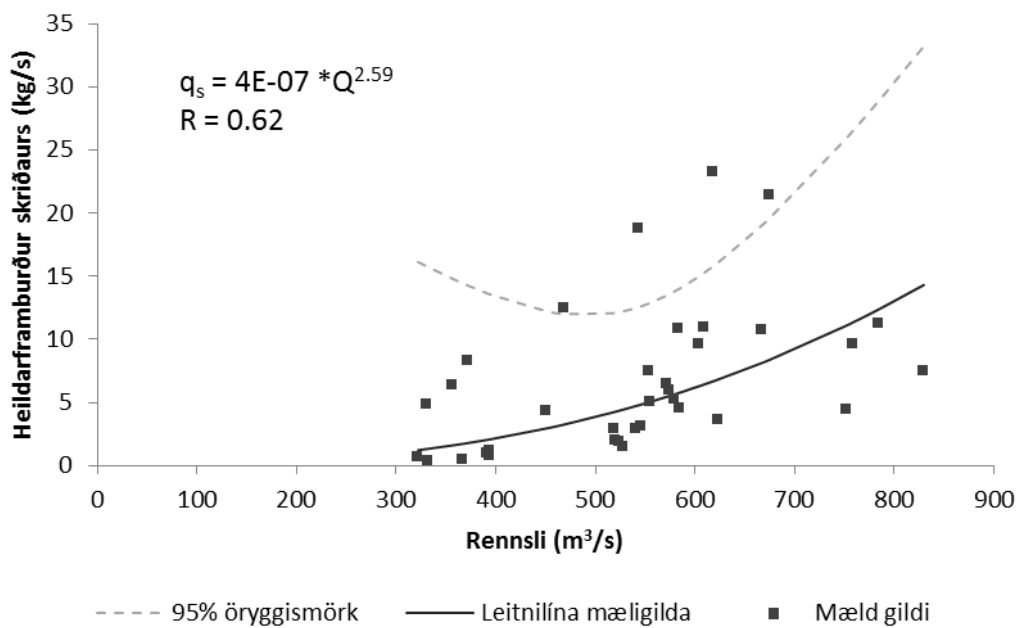
Mynd 40. Kassagraf sem sýnir meðalskriðsaurflutning við Miðtanga.



Mynd 41. Kassagraf sem sýnir meðalskriðursflutning við Krók.

Við gerð skriðslykla var sama aðferð notuð og við gerð svifaurslykla. Fyrst voru sýnin frá hverri stöð heilduð milli stöðva en aðferðin byggir á því að reikna heildaðan skriðaur fyrir hverja stöð í hverju rennslisbili samkvæmt aðferð WMO sem fjallað er um í kafla 2.2 (World Meteorological Organization, 1994). Gögnin eru síðan teiknuð upp á mótí rennsli og leitnilínur reiknaðar, á forminu $q_s = k \times Q^n$ eins og fyrir svifaur (sjá kafla 2.1). Öryggismörk eru sett fram en nánari lýsing á hvernig þau eru reiknuð má finna í kafla 2.1.2. Hér er rétt að ítreka að öryggismörkin miðast við að gögnin séu normaldreifð og afmarka þess vegna ekki hámarks eða lágmarksgildi sem áhrif hafa á lykilinn. Punktalínan lýsir eingöngu áreiðanleika jöfnunnar (leitnilínunnar). Niðurstöðurnar eru birtar á myndum 42 og 43 hér fyrir neðan.

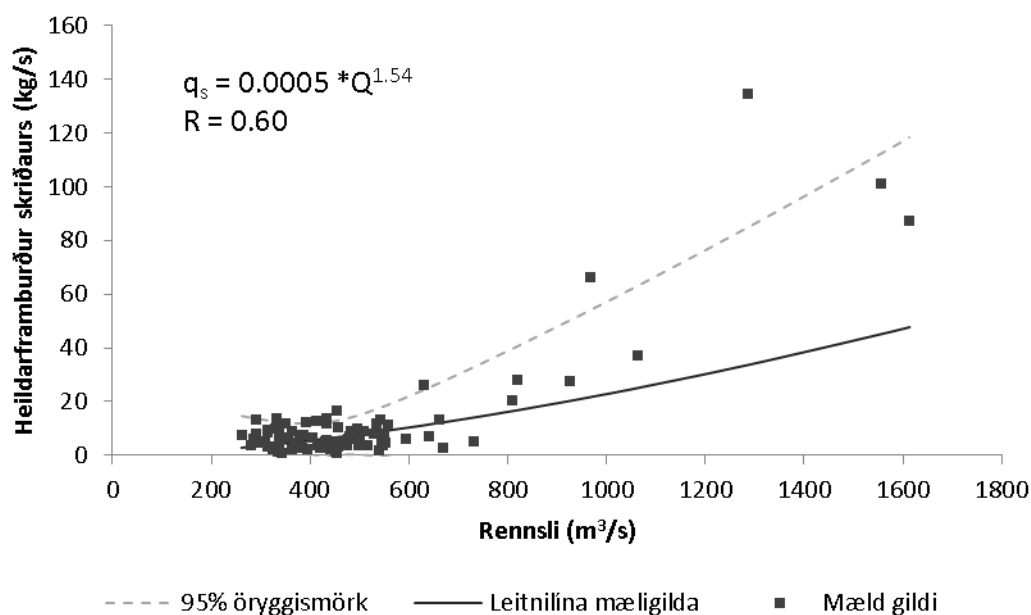
Til að reikna heildarframburð skriðsurs fyrir tímabilið 2001–2010 var skriðsursflutningur margfaldaður með dagsmeðalrennsli og sýnin síðan flokkuð milli ára. Skoðaðir voru árstíðarlyklar en þeir skiluðu ekki frekari upplýsingum.



Mynd 42. Árslykill skriðaurssýna frá Miðtanga tímabilið 2005–2010.

Tafla 21. Skriðsursframburður við Miðtanga, sumar, vetur og árgildi.

Mælistærðir	Rennsli sumar (m³/s)	Framburður sumar (kg/s)	Rennsli vetur (m³/s)	Framburður vetur (kg/s)	Rennsli ár (m³/s)	Framburður ár (kg/s)
Meðaltal	509	6,4	570	8,2	537	6,6
Staðalskekkja	23	1,0	45	1,3	23	0,97
Miðgildi	541	5,2	550	7,5	545	5,0
Staðalfrávik	122	5,4	155	4,5	134	5,8
Spönn	122	5,4	155	4,5	508	33,1
Lægsta gildi	280	0,4	356	3,1	322	0,4
Hæsta gildi	784	21,4	830	18,8	829	23,3
Fjöldi	29	29	12	12	35	35

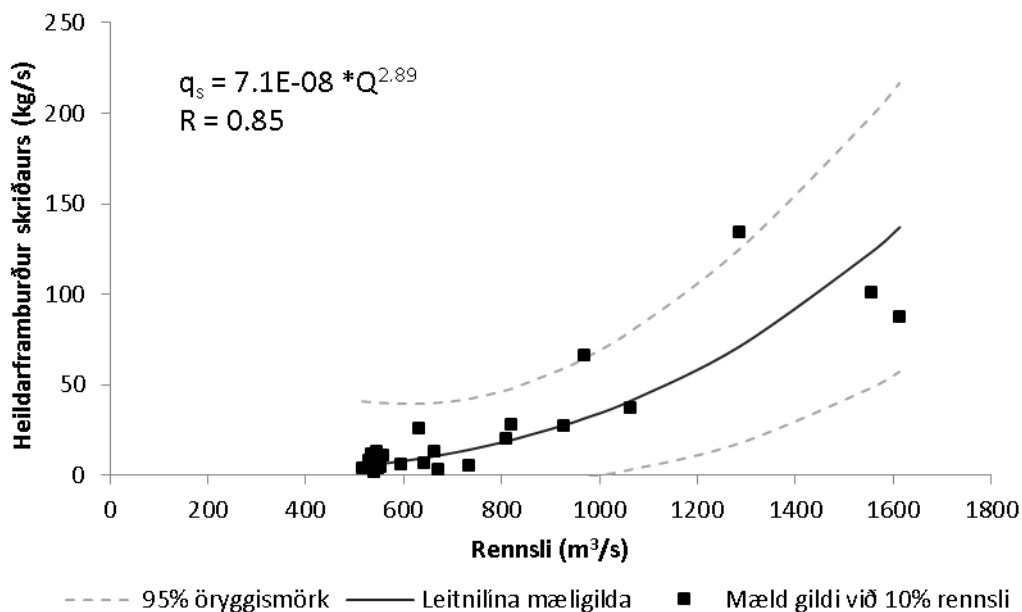


Mynd 43. Árslykill skriðaurssýna frá Króki tímabilið 2001–2010.

Tafla 22. Skriðausframburður við Krók, sumar, vetur og árgildi.

Mælistærðir	Rennsli sumar (m ³ /s)	Framburður sumar (kg/s)	Rennsli vetur (m ³ /s)	Framburður vetur (kg/s)	Rennsli ár (m ³ /s)	Framburður ár (kg/s)
Meðaltal	434	6,4	552	7,9	393	6,5
Staðalskekkja	13	0,5	45	1,2	8,9	0,5
Miðgildi	434	6,0	545	7,5	392	5,7
Staðalfrávik	95	3,7	162	4,4	69	3,8
Spönn	439	16	499	16	255	16
Lægsta gildi	293	0,8	330	3,1	261	1
Hæsta gildi	732	17	830	19	516	17
Fjöldi	53	53	13	13	61	61

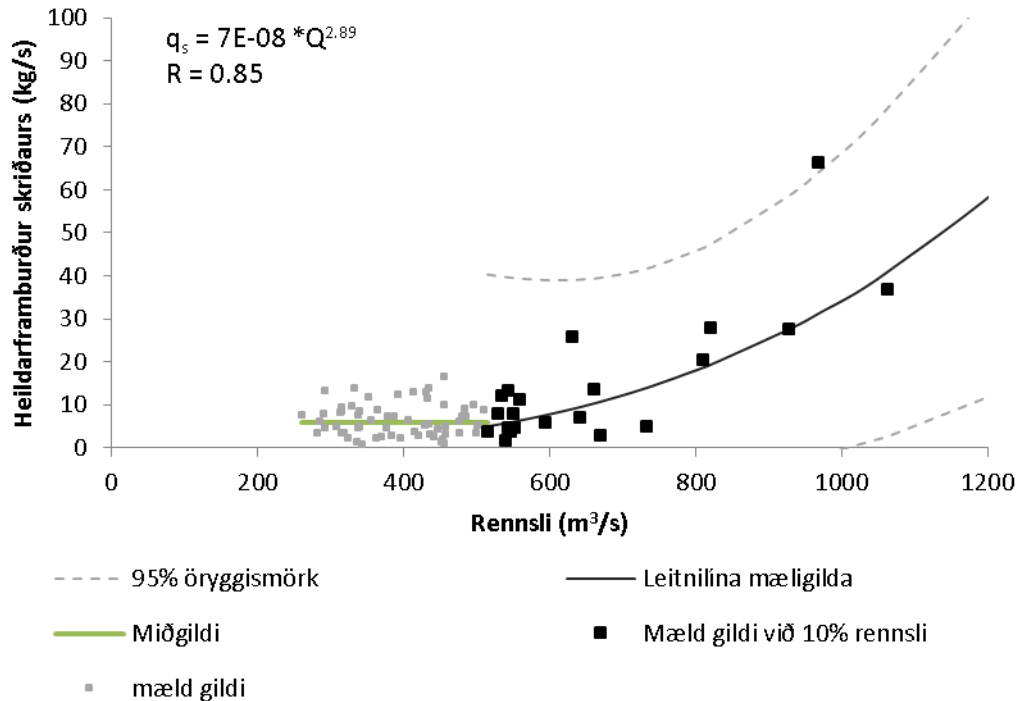
Fylgni skriðausframburðar við rennsli er sambærileg við Miðtanga og Krók (u.þ.b. $R=0,60$). Hins vegar sést að bæta mætti Krókslykilinn með því að skipta honum upp í tvennt þar sem leitnilínan er langt neðan við gildi skriðausframburðarins. Lítil sem enginn munur er á skriðausframburði við Krók fyrir neðri rennslisstig og því var sýnunum skipt upp í tvennt, þ.e. annars vegar í sýni sem tekin voru við rennsli sem er samkvæmt langæislínu 90% af tímanum ($<515 \text{ m}^3/\text{s}$) og hins vegar sýni tekin við rennsli sem mælist 10% af tímanum ($>515 \text{ m}^3/\text{s}$) (mynd 4). Með þessari tvískiptingu fæst mun betri lykill ($R=0,85$) fyrir herra rennslið þegar flutningsgeta skriðaus margfaldast (mynd 44).



Mynd 44. Árslykill skriðaurssýna frá Króki tekin við 10% af dagsmeðalrennsli á tímabilinu 2001–2010, þ.e. rennsli hærra en 515 m³/s.

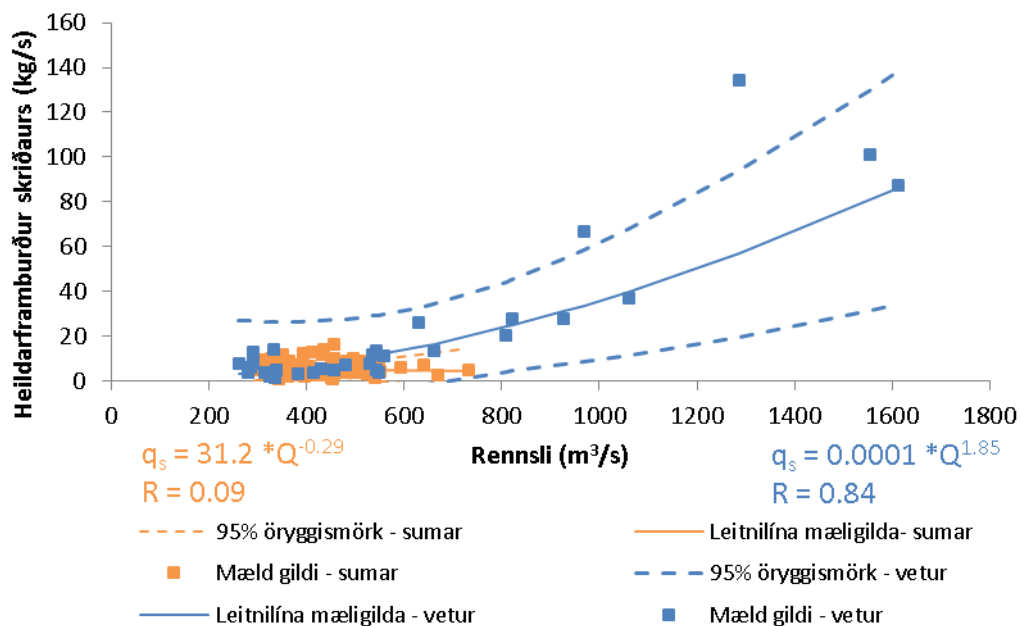
Við aukið rennsli flytur áin meiri skriðaur en einnig er meira framboð af efni í ánni við þar sem áin nær að rjúfa efni úr bökkum og áreyrum þegar hún fer upp úr hefðbundnum farvegi sínum. Við lægra rennsli virðist það meira háð slembilukku hvort að skriðaur safnast í sýnatakann, ýmist vegna sýnatökuaðferðarinnar eða vegna takmörkunar á efni í farveginum.

Mynd 45 sýnir betur samsetningu skriðaursslyklanna við efra og neðra rennslisbil. Meðalframburður skriðaus við neðra rennslisbilið (<515 m³/s; rennsli um 90% tímans) var um 6,5 kg/s og staðalfrávik 3,8 (sjá töflu 22). Þegar ársframburður var reiknaður var hins vegar ákveðið að nota miðgildið því út frá tölfræðigögnum í töflu 22 má sjá að dreifingin er ekki jafndreifð. Nokkrar aðferðir voru prófaðar áður en þessi ákvörðun var tekin. Reiknaður var ársframburður miðað við meðalframburð fyrir lægra rennsli (90% rennsli) en einnig miðgildi framburðar. Einnig var prófað að búa til eitt gildi fyrir öll sýni neðan við 515 m³/s með því að nota annars vegar meðalrennsli og meðalframburð og hins vegar meðalrennsli og miðgildi framburðar.



Mynd 45. Rennslislyklar fyrir neðri og efri rennslisstig fyrir skriðaurssýni frá Króki.

Skoðaðir voru árstíðarlyklar (mynd 46) fyrir skriðausframburð við Krók. Sumarlykillinn var mjög lélegur þar sem flest sýnin við lægra rennslið voru tekin að sumarlagi. Vetrarlykillinn var með ásættanlega fylgni ($R=0,84$) og því mögulegt að nota hann til framburðarútreikninga. Árslyklar voru þó notaðir við endanlega útreikninga á framburði skriðaus við Miðtanga og Krók og má sjá niðurstöðurnar í töflu 23.



Mynd 46. Árstíðarlyklar skriðaurssýna frá Króki frá árunum 2001–2010.

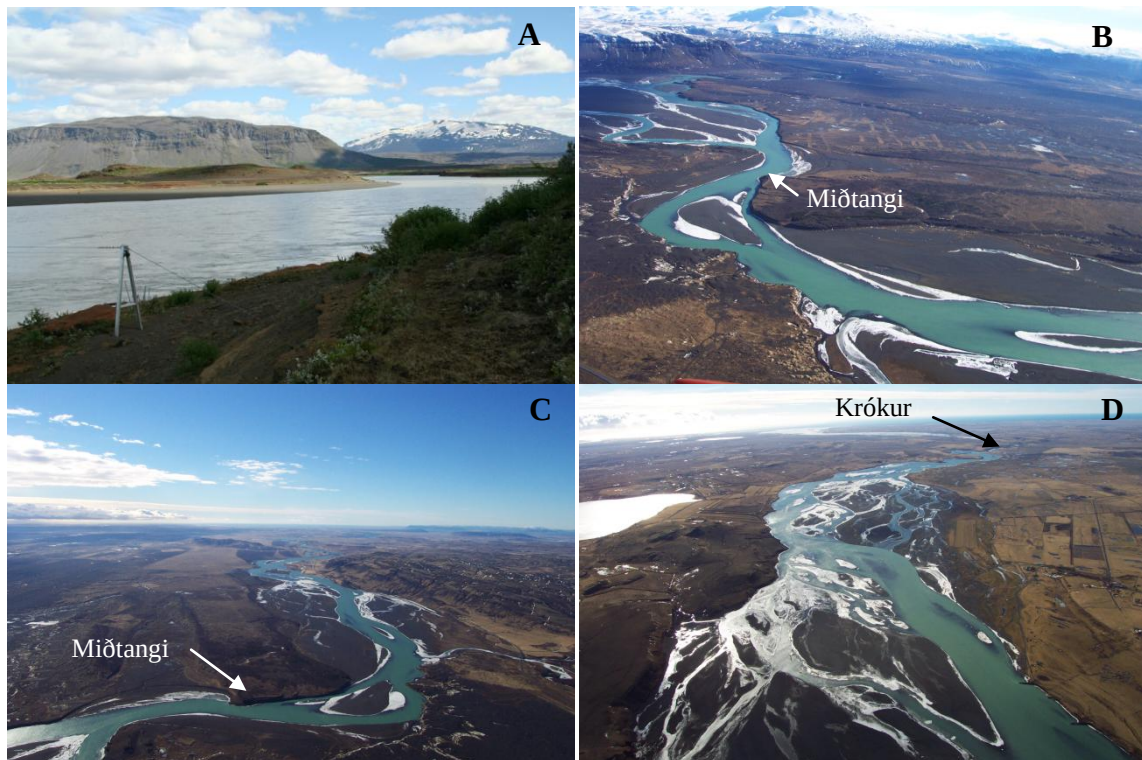
Tafla 23. Skriðausframburður á ári fyrir Miðtanga og Krók, reiknaður skv. árslyklum og miðgildi neðra rennissviðs fyrir Krók.

Ár	Miðtangi		Krókur	
	Dagsm.rennslí	Skriðausframburður	Dagsm.rennslí	Skriðausframburður
	ársins (m ³ /s)	(millj. t/ár)	ársins (m ³ /s)	(millj. t/ár)
2001			315	0,19
2002			367	0,20
2003			398	0,22
2004			371	0,20
2005	339	0,05	339	0,19
2006	373	0,07	373	0,20
2007	393	0,08	393	0,20
2008	387	0,07	387	0,19
2009	346	0,05	346	0,19
2010	343	0,05	343	0,19
Meðaltal	364	0,06	363	0,20

Framburður skriðaus við Miðtanga var á bilinu 50–80 þúsund tonn fyrir árin 2005–2010 og að meðaltali 60 þúsund tonn. Við Krók var framburður skriðaus töluvert hærri eða á bilinu 190 til 220 þúsund tonn, eða að meðaltali 200 þúsund tonn (tafla 23).

Mestur hluti grófs aurs (efni >0,02 mm) fellur út í uppistöðulónum ofan við Búrfellsvirkjun. Eftir að virkjunin var tekin í notkun fyrir um fjórum áratugum hefur áin runnið í nýjum farvegum og mótað land upp á nýtt. Á sumum stöðum hefur efni sest til en á öðrum stöðum hefur Þjórsá rofið úr bökkum og botni farvegarins. Út frá ítarlegri rannsókn í farvegi árinna, m.a. með skoðun loftmynda og mælingu þversniða, er talið að heildargróftur á svæðinu frá Búrfellsvirkjun og að Miðtanga nemi um 1,8 Gl á síðustu 40 árum (Almenna Verkfræðistofan, 2006). Sá gröftur hefur verið mestur fyrst en eftir að áreyrarnar urðu stöðugri og rof í farvegi Bjarnalækjar suðaustan Búrfells minnkaði er nú svo komið að framburður grófs efnis takmarkast í dag við sand úr eyrunum ofan við Miðtanga.

Neðan Miðtanga og niður fyrir fyrirhugað Hagalón virðist farvegur Þjórsár vera tiltölulega stöðugur og ekki um verulegt efnisframboð að ræða. Hins vegar sýndi rannsókn Almennu Verkfræðistofunnar (2006) að mikið framboð er af efni í áreyrunum ofan við Krók og sá hluti farvegarins er að öllum líkindum óstöðugastur í dag og helsta uppspretta grófs efnis sem mælist við Krók.



Mynd 47. Myndir úr farvegi Þjórsár. A. Horft frá kláfstæði við Þjórsá, Miðtanga, upp að Búrfelli og Heklu. B. Loftmynd tekin upp eftir farvegi Þjórsár. Sýnatökustaður við Miðtanga er rétt ofan við eyjuna á miðri mynd. C. Horft frá Miðtanga og niður eftir farveginum. D. Horft niður eftir farvegi Þjórsár neðan við Árnes og niður að Króki. Myndir Jórunn Harðardóttir.

3.2.2 Kornastærðargreiningar skriðaus

Í hverri skriðaurssýnatöku við Miðtanga og Krók voru sýni tekin frá til kornastærðargreiningar og eru niðurstöður mælinganna settar fram hér á eftir. Hafa þarf í huga við skoðun þeirra að heiti kornastærðarflokka skriðaus og svifaurs eru ekki sambærileg þar sem farið er eftir Udden-Wentworth heitum fyrir skriðaur (tafla 3) en sá kvarði er notaður út um allan heim. Afbrigði af Atterbergkvarða er hins vegar notað fyrir svifaursýnin til samræmis við fyrri framsetningu á svifaursniðurstöðum (tafla 2).

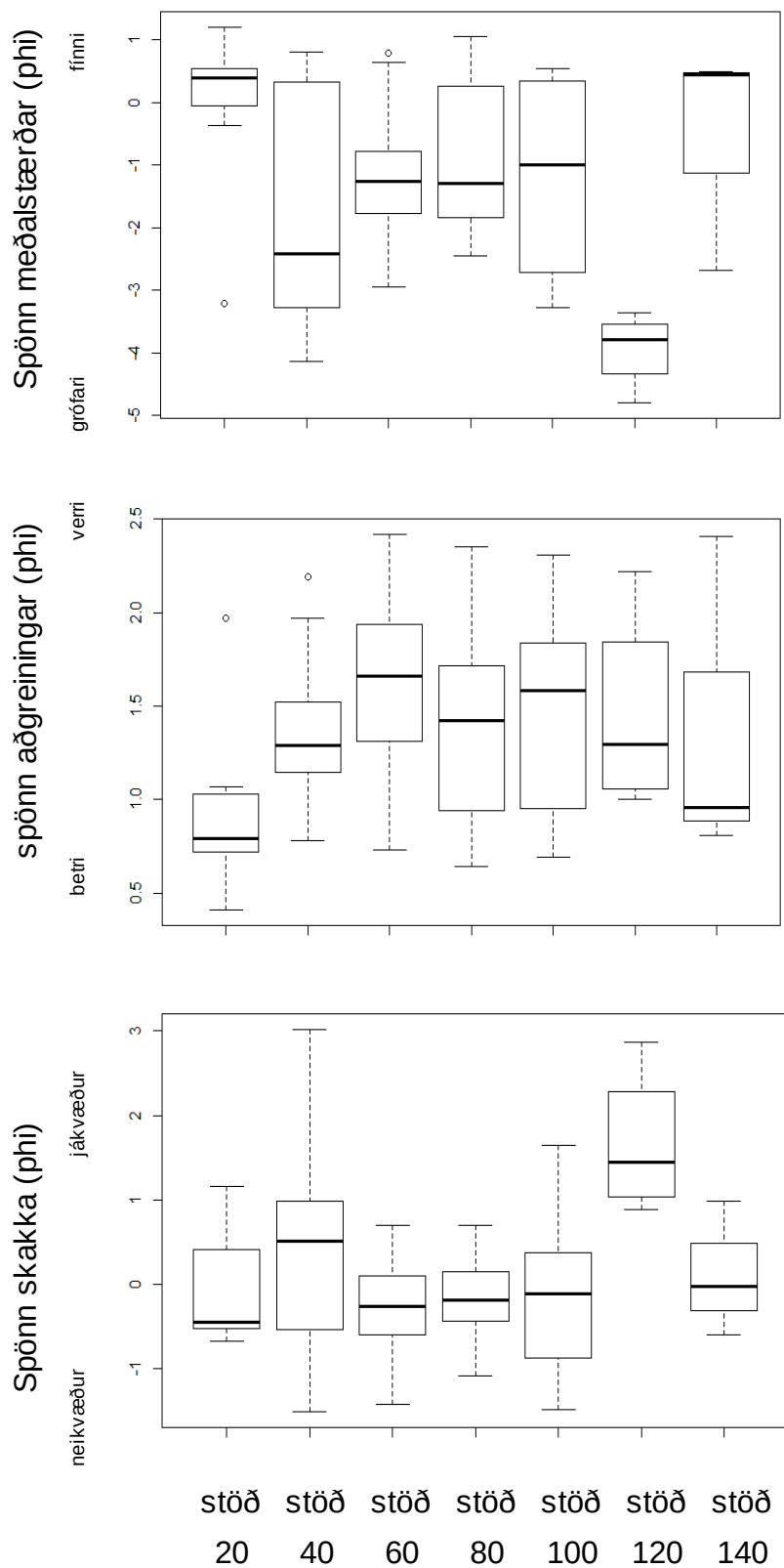
Kassagröf voru gerð af spönn meðalstærðar, aðgreiningar og skakka allra kornastærðargreindra skriðaurssýna frá Króki og Miðtanga (myndir 48 og 49). Hafa þarf í huga við samanburð að búast má við meiri breytileika milli sýna við Miðtanga enda er sýnum af mörgum breiddum steipt saman í eina stöð þar sem staðsetning sýnatöku milli ferða og ára var ekki alltaf nákvæmlega sú sama.

Við Miðtanga var meðalstærð flestra sýna á bilinu 0,5 til -3,0 *phi* nema sýni frá stöð 120 sem voru töluvert grófari eða frá -3,5 til -4,5 *phi* (mynd 48). Sýnin af 20 m voru hins vegar öll tiltölulega fíngræð og röðuðu sér á þröngt bil við 0 til 0,5 *phi*. Sömu sýni voru einnig best aðgreind. Minni munur var á skakkagildum en þau voru flest á bilinu frá -1,0 til 1,0 *phi* og höfðu neikvæðan skakka. Sýni frá 120 m skáru sig út úr með mun jákvæðari skakka. Kornastærðarferill sýna með neikvæðan skakka benda til að grófur hluti sýnanna sé hlutfallslega stærri en fínefna og er þá talað um sýni með hala af grófu efni.

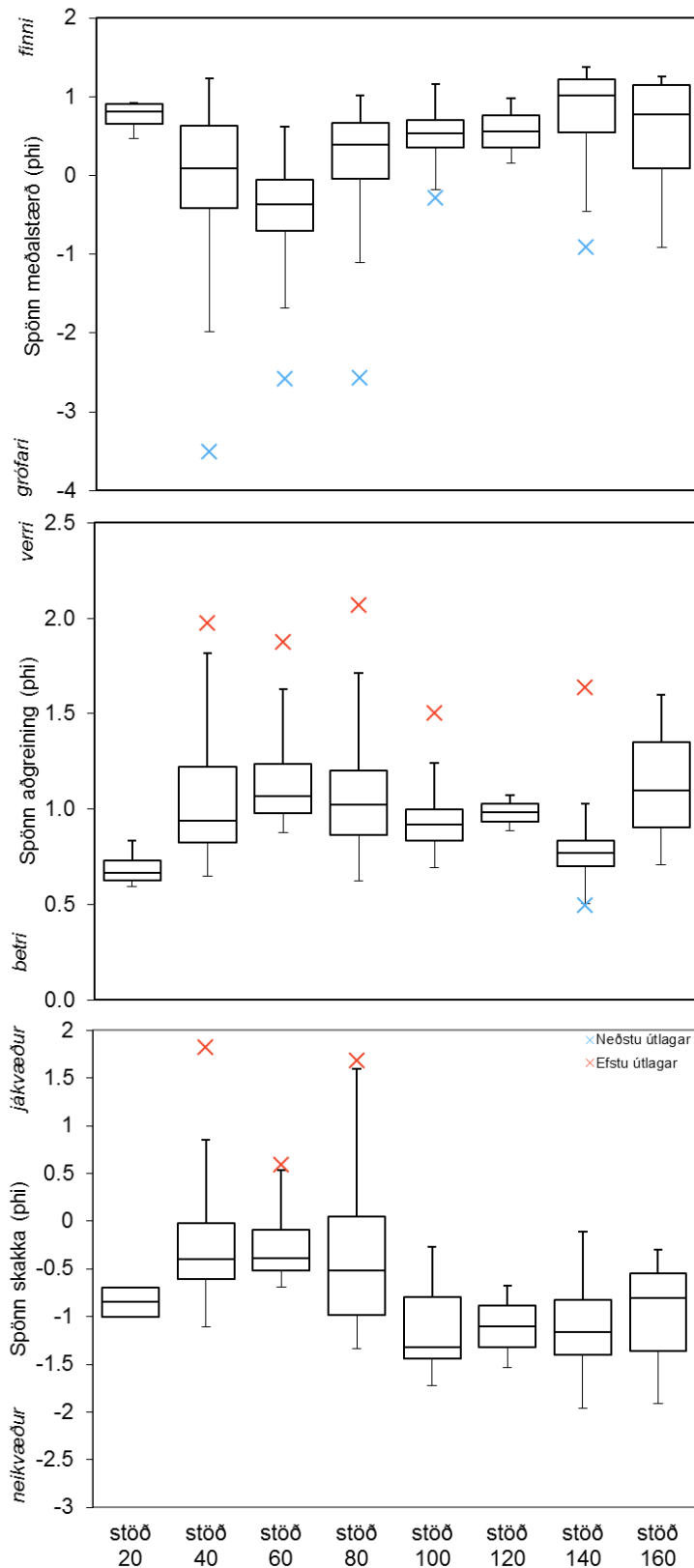
Minni breytileiki var á kornastærð skriðaurssýnanna frá Króki (mynd 49) en Miðtanga og var kornastærð flestra þeirra frá um -0,5 til rúmlega 1 *phi*, þó að einstaka sýni hafi verið grófari eða með meðalstærð -3,5 *phi*. Grófustu sýnin voru frá 40 og 60 m en nokkur breytileiki var í sýnunum, sér í lagi á 40 m. Fíngræðustu og best aðgreindu sýnin voru tekin á 20 m enda tekin næst bakka í tiltölulega litlum straumi. Sýni frá 140 m voru sömuleiðis hlutfallslega fíngræð og vel aðgreind en aðgreining flestra Krókssýnanna var á bilinu 0,5–1,5 *phi*. Skakkagildi sýnanna á 20 m og 100 til 160 m var heldur neikvæðari en fyrir önnur sýni, eða frá -1,5 til -0,5 *phi* og sem flokkast sem mjög neikvæður skakki. Sýnin á hinum stöðvunum voru mun nær því að hafa jákvæð skakkagildi sem bendir til að í sýnunum sé hlutfallslega meira af fíngræðu efni.

Myndir 50 og 51 sýna vensl afleiddra kornastærðareiginleika sýna frá Miðtanga og Króki. Fylgni meðalkornastærðar og aðgreiningar er nokkuð mismunandi milli ára en alltaf eru fíngræðari sýnin betur aðgreind. Þó er fylgnin betri í meginatriðum í sýnum frá Króki en Miðtanga og er best í Krókssýnum frá árunum 2006 ($R^2=0,74$) og 2009 ($R^2=0,94$). Lítil fylgni er milli skakka og aðgreiningar (mest $R^2=0,54$ en yfirleitt $<0,16$) en tilhneiging er til þess að betur aðgreind sýni hafi neikvæðan skakka fyrir öll árin.

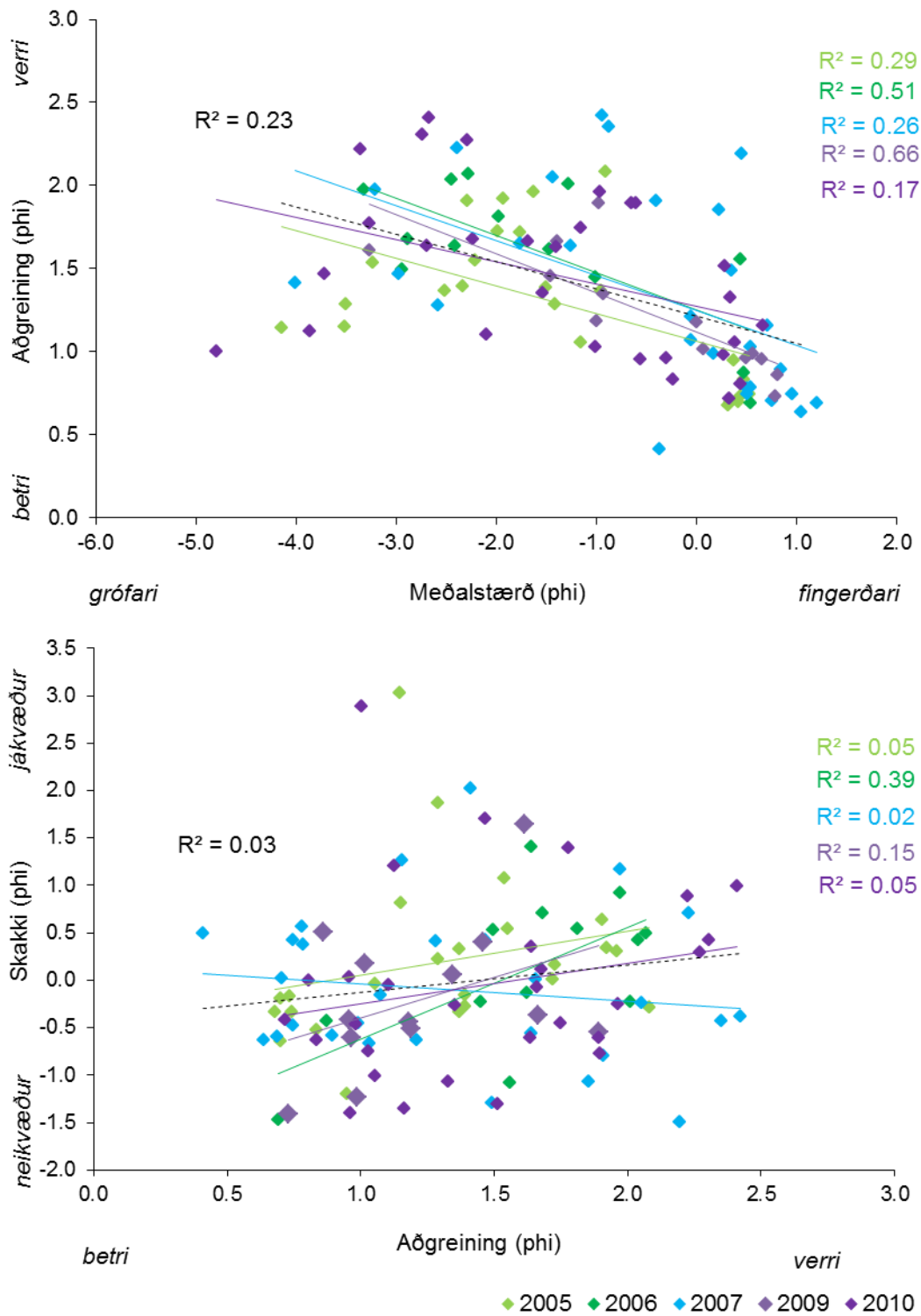
Skriðaurssýnin sem voru kornastærðargreind frá Miðtanga eru flest töluvert grófari og verr aðgreind en sýnin frá Króki. Þau voru sömuleiðis með heldur neikvæðari skakka nema að Miðtangasýnin af 120 m skera sig út úr öllum sýnum með jákvæðari skakka. Þessar niðurstöður er í samræmi við hefðbundnar kenningar um breytingar í kornastærð niður eftir farvegum þar sem efni verður fíngræðara, betur aðgreint og hefur neikvæðari skakka eftir því sem það flyst lengri vegalengd (sjá t.d. McLaren & Bowles, 1985). Aðstæður í neðri Þjórsá eru þó margslungnari þar sem töluvert rof er í farveginum á milli Miðtanga og Króks þannig að efni ættað neðar í ánni berst niður farveginn.



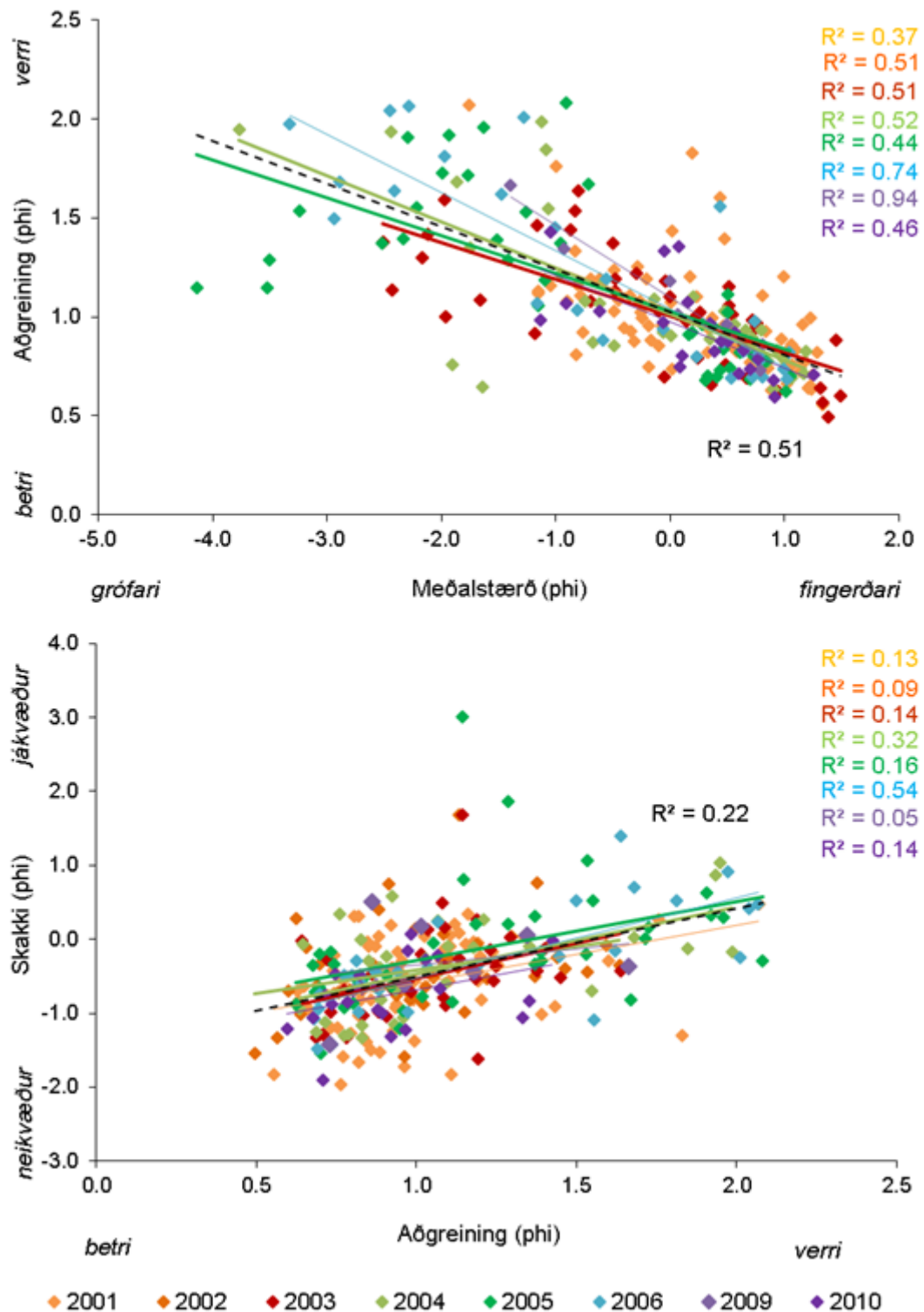
Mynd 48. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá Miðtanga. Kassagröf af gildum meðalstærðar (efsta mynd), aðgreiningar (miðmynd) og skakka (neðsta mynd). Hver kassi inniheldur 50% af gildunum og merkir lárétta strikið inni í kassanum, miðgildi gagnanna.



Mynd 49. Afleiddir kornastærðareiginleikar skriðaurssýna frá Króki. Kassagröf af gildum meðalstærðar Króki (efsta mynd), aðgreiningar (miðmynd) og skakka (neðsta mynd). Hver kassi inniheldur 50% af gildunum og merkir lárétta strikið inni í kassanum, miðgildi gagnanna.



Mynd 50. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) og skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í öllum skriðaurssýnum frá Miðtanga sem voru kornastærðargreind á tímabilinu 2005–2010.



Mynd 51. Vensl meðalstærðar og aðgreiningar (efri mynd) og skakka og aðgreiningar (neðri mynd) í öllum skriðaurssýnum frá Króki sem voru kornastærðargreind á tímabilinu 2001–2010.

3.3 Samanburður svifaus og skriðaus

Tölur 24 og 25 sýna framburð svifaus og skriðaus við Miðtanga og Krók út frá bestu lykklum. Samkvæmt þeim er meðalframburður skriðaus um 8% af heildaraurburði ársins við Miðtanga en 12% við Krók. Ástæða herra reiknaðs hlutfalls skriðaus við Krók en Miðtanga er talin vera betri aðgangur að efni í farveginum því neðar sem farið er.

Tafla 24. Svifaus- og skriðausframburður á ári fyrir Miðtanga reiknaður með árslyklum svifaus og skriðaus.

Ár	Dagsmeðal- rennsli ársins (m ³ /s)	Svifaus- framburður (millj. t/ár)	Skriðaus- framburður (millj. t/ár)	Heildar- framburður (millj. t/ár)	Hlutfall skriðaus af heildarframburði (%)
2005	339	0,59	0,05	0,64	8
2006	373	0,78	0,07	0,85	8
2007	393	0,86	0,08	0,94	8
2008	387	0,79	0,07	0,86	8
2009	346	0,57	0,05	0,62	8
2010	343	0,60	0,05	0,65	8
Meðaltal 2005–2010	364	0,67	0,06	0,76	8

Tafla 25. Svifaus- og skriðausframburður á ári fyrir Krók. Heildarframburður skriðaus var reiknaður út frá miðgildi sýna við rennsli undir 515 m³/s og lykli við herra rennsli út frá meðaldagsgildi rennslis.

Ár	Dagsmeðal- rennsli ársins (m ³ /s)	Svifaus- framburður (millj. t/ár)	Skriðaus- framburður (millj. t/ár)	Heildar- framburður (millj. t/ár)	Hlutfall skriðaus af heildarframburði (%)
2001	315	1,07	0,19	1,25	15
2002	367	1,45	0,20	1,65	12
2003	398	1,74	0,22	1,96	11
2004	371	1,49	0,20	1,69	12
2005	339	1,26	0,19	1,45	13
2006	373	1,51	0,20	1,71	12
2007	393	1,64	0,20	1,84	11
2008	387	1,57	0,19	1,76	11
2009	346	1,27	0,19	1,46	13
2010	343	1,28	0,19	1,47	13
Meðaltal 2001–2010	363	1,43	0,20	1,62	12

Sömu leiðis voru borin saman svifaus- og skriðausssýni sem tekin voru samdægurs við sambærilegt rennsli (myndir 52 og 53). Við Miðtanga (mynd 52) er hlutur skriðausframburðar frá 3 til 20% af heildaraurburði og að meðaltali 11%. Ein samtímamæling á svifaur og skriðaur var gerðar á svipuðum stað 21. september 1982 sem sýndi að við 140 m³/s rennsli var hlutfall skriðaus um þriðjungur af heildarframburði (Haukur Tómasson o.fl., 1996; Svanur Pálsson, 2000). Herra hlutfall skriðaus árið 1982 en í nýlegum sýnapörum þarf þó ekki að vera óeðlilegt þar sem miklar breytingar hafa verið gerðar á efra hluta vatnasviðs Þjórsár á milli þessara mælinga.

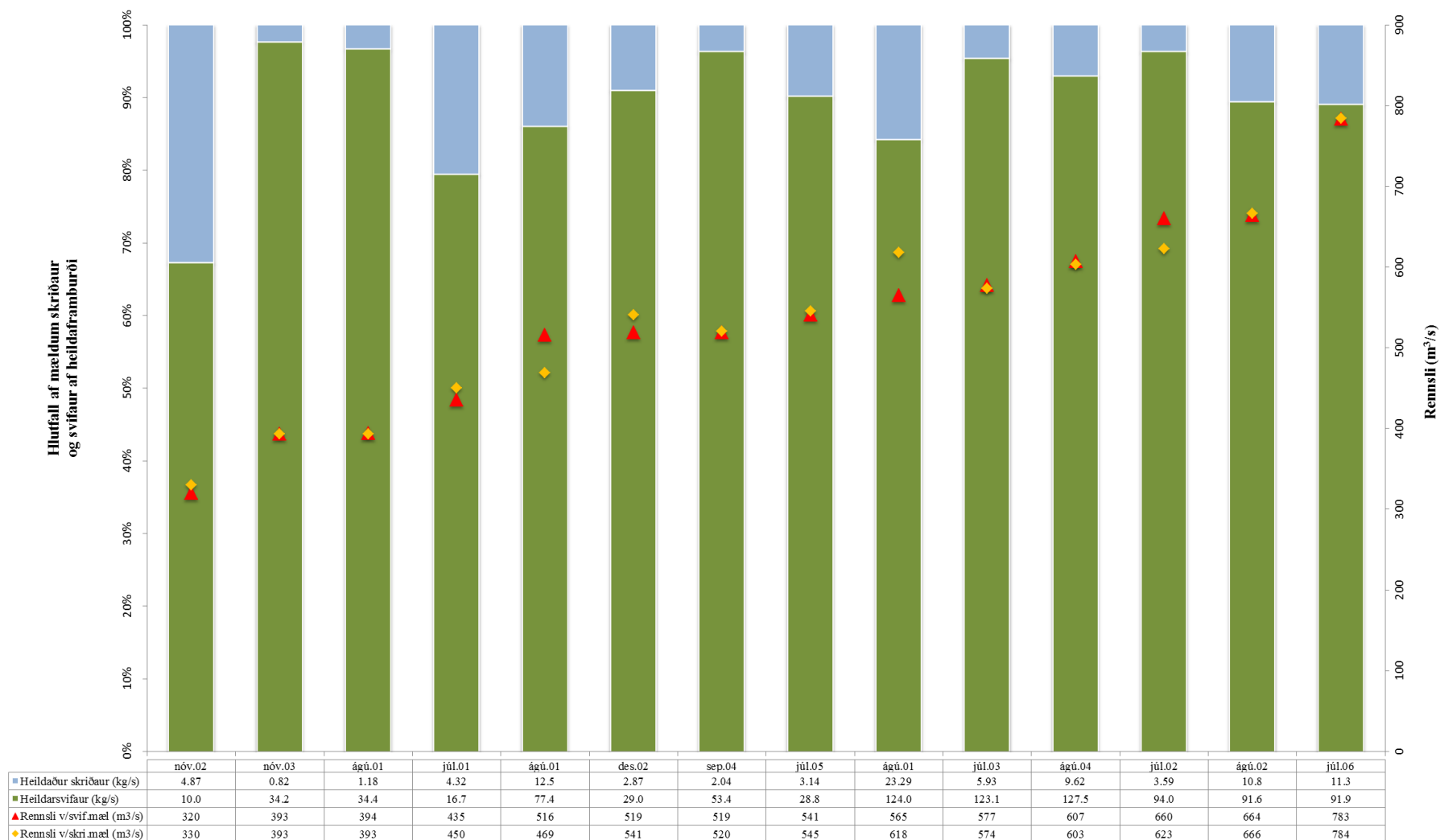
Við Krók (mynd 53) er hlutfall skriðursframburðar í svifaurs- og skriðaurssýnapörum heldur minna eða frá 1–15% og að meðaltali 9%. Þessar tölur stangast aðeins á við reiknað hlutfall skriðurs af heildarframburði samkvæmt lykllum þar sem meðaltal við Miðtanga er 8% en Króks 12% (töflur 24 og 25).

Hafa þarf í huga að samanburðarpörin sýna augnabliksgildi og að breytileiki skriðursframburðar er mjög mikill við sambærilegt rennsli. Því er talið að niðurstöðurnar séu mjög ásættanlegar miðað við eðli mælinganna.

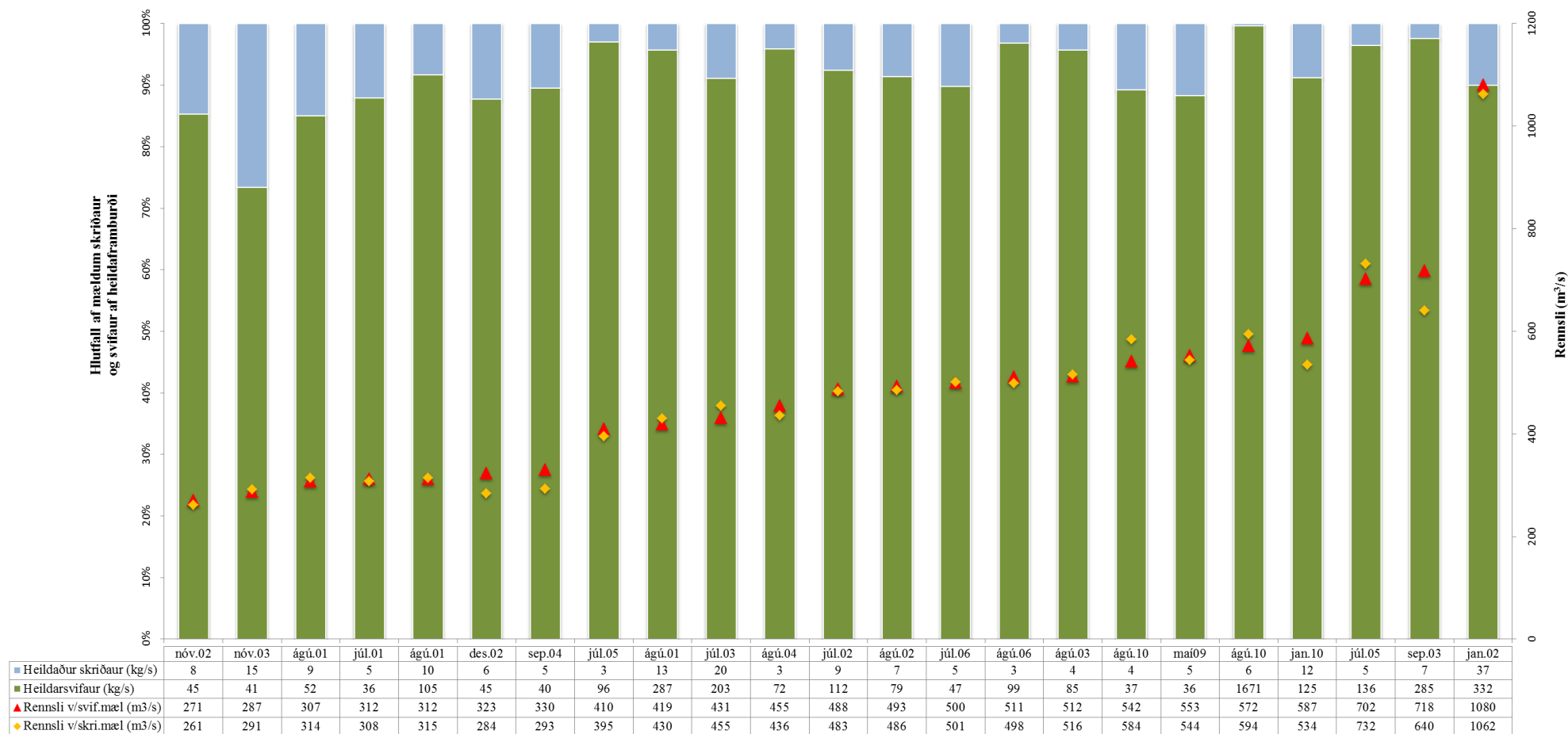
Ljóst er að við mat á hlutfalli svifaurs og skriðurs í heildaraurburði er margt sem þarf að hafa í huga. Skriðaurinn berst ósamfellt niður eftir farveginum þar sem efnið veltur eða skoppar við botn og berst jafnvel fram í sköflum. Það efni sem á einum tíma mælist sem skriðaur getur á öðrum tíma safnast í svifaurskýnataka og flokkast þá sem grófur svifaur. Hér á undan hefur ekki verið reynt að aðgreina gerðirnar frekar og mörk skriðurs og svifaurs miðuð við það sem safnast í hvorn sýnatakann fyrir sig.

Reynt hefur verið að meta hlutfall grófs aurs sem settist til í Heiðarlóni ofan við Urriðafossvirkjun ef engin önnur lón eru mynduð í farveginum upp að Búrfelli (Almenna Verkfræðistofan, 2003, 2006). Aurburður í slíkt lón reiknaðist vera rúmlega 700.000 m³/ári eða 0,70 Gl/ári miðað við að í lónið settist allur skriðaur og svifaur grófari en 0,02 mm, að viðbættum frávikshluta sem tengist tilviljunarkenndum flutningi skriðurs í vatnsbolnum. Í þessari skýrslu reiknast skriðursframburður við Krók um 114.300 m³/ári (0,11 Gl) miðað við 1.750 kg/m³ rúmpyngd skriðurs. Þetta er sambærilegur skriðursframburður og settur er fram í skýrslu Almennu Verkfræðistofunnar frá 2006 (120.000–131.429 m³/ári (0,12–0,13 Gl) eftir því hvaða aðferð er notuð). Ef skoða á til viðbótar grófa hluta svifaursins þarf að meta hlutfall sands og mós af heildarframburði svifaurs. Kornastærðarlykill sands hefur frekar lága fylgni og lágan veldisvísi (tafla 17) sem bendir til vanmats á sandframburði sem passar ágætlega við þá staðreynd að kornastærðarlyklar við Krók vanmeta framburð svifaurs um 250.000 tonn (tafla 18). Ef ekki er tekið tillits til þessa vanmats reiknast hlutur sands og mós (46%) af heildarframburði svifaurs eða um 660.000 tonn á ári. Ef notast er frekar við meðaltal hlutfalls sands, grófmós og fínsmós í öllum sýnum frá Króki, sem líklega er réttara, er hlutfall þessara kornastærða 58% af heildarframburði svifaurs, eða 827.000 tonn (0,55 Gl miðað við 1500 kg/m³ rúmpyngd svifaurs) á ári. Heildartala grófs aurs (botnskrið og grófur svifaur) í Heiðarlón verður þá 0,66 Gl sem ber mjög vel saman við niðurstöðu Almennu Verkfræðistofunnar (2003, 2006).

Samkvæmt Almennu Verkfræðistofunni (2006) er grófur aurburður til Hagalóns ofan Hvammsvirkjunar um 0,05 Gl miðað við að upptök efnisins séu bundin við áreyrar og farveg árinna á kaflanum neðan Búrfells. Í þessari skýrslu reiknast skriðursflutningur við Miðtanga 0,03 Gl. Hlutur sands og mós af heildarframburði svifaurs reiknast 17% (tafla 14) eða um 114.000 tonn (0,076 Gl) á ári. Heildartala grófs aurs (botnskrið og grófur svifaur) í Hagalón verður þá um 0,1 Gl sem ber mjög vel saman við útreikninga Almennu Verkfræðistofunnar frá 2006.



Mynd 52. Hlutfall svifaurs og skriðaus af mældum heildaraurburði í þeim sýnum sem tekin voru samtímis við Miðtanga. Súlurnar sýna hlutfall hvernar aurburðargerðar og þríhyrningar og tíglar sýna rennsli mælingarinnar, annars vegar meðaltal rennslisbils við skriðausmælingu og hins vegar rennsli við svifaurskýnatöku. Gildi fyrir heildaraurburð og rennsli mælingarinnar eru í töflunni fyrir neðan ásamt tímasetningu.



Mynd 53. Hlutfall svifaurs og skriðurs af mældum heildaraurburði í þeim sýnum sem tekin voru samtímis við Krók. Súlurnar sýna hlutfall hverrar aurburðargerðar og þríhyrningar og tíglar sýna rennsli mælingarinnar, annars vegar meðaltal rennslibils við skriðaursmælingu og hins vegar rennsli við svifaurssýnatöku. Gildi fyrir heildaraurburð og rennsli mælingarinnar eru í töflunni fyrir neðan ásamt tímasetningu.

4 Samantekt

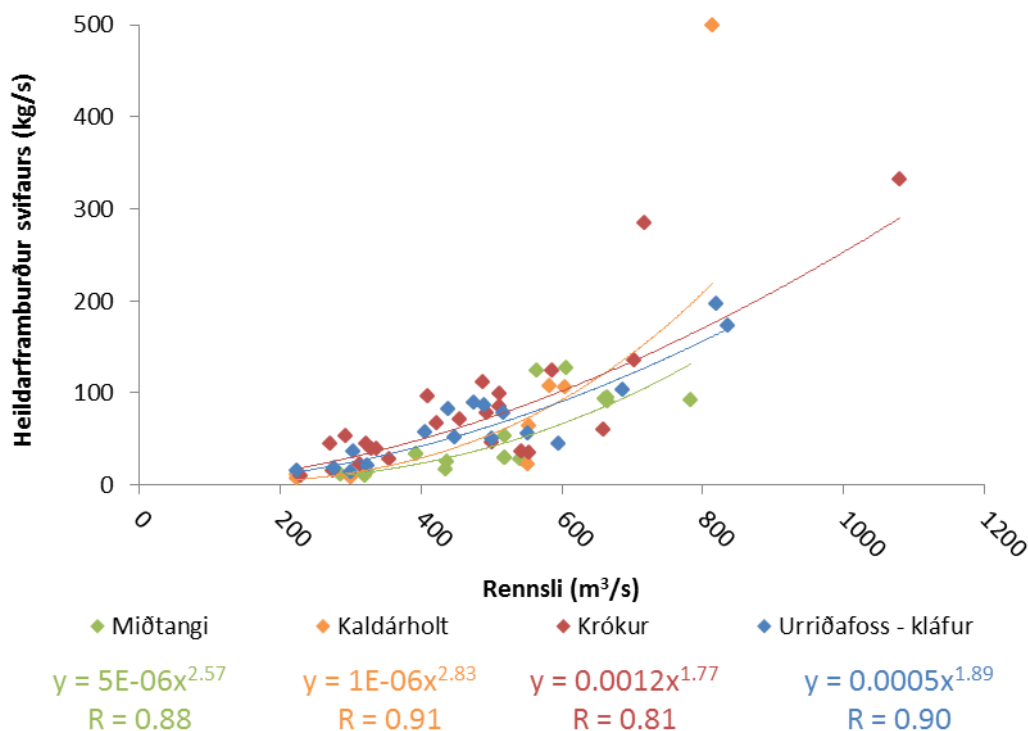
Fjarlægð milli sýnatökustaðanna sem eru til umfjöllunar í þessari skýrslu er um 50 km frá efsta til neðsta staðar. Á þessari leið liggur Þjórsá ýmist í nokkuð afmörkuðum farvegi eða á áreyrum sem flýtur yfir við hátt rennsli. Breidd farvegarins er því breytileg eða frá rúmlega 50 m til 265 m. Gott yfirlit yfir breytingar í farveginum niður eftir ánni má finna í skýrslu Almennu Verkfræðistofunnar frá 2006.

Sýnatakan á hverjum stað fyrir sig spannar mislangan tíma. Lengsta sýnaröðin er frá Króki (10 ár) en sú stysta (þrjú ár) frá Kaldárholti. Yfirlit yfir sýnafjöldann má finna í töflu 1 en alls voru tekin 305 svifaurssýni (þar af 121 punktsýni) og 3282 skriðaurssýni en af þeim voru 408 kornastærðargreind.

Búnir voru til árslyklar, árstíðalyklar og kornastærðarlyklar fyrir framburð svifaurs þar sem hægt var en við útreikninga á framburði var í öllum tilfellum stuðst við árslykla (mynd 54, tafla 26).

Tafla 26. Samanburður á lyklum frá öllum mælistöðvum í neðri hluta Þjórsár.

Tímabil/Staður	Sýnafjöldi	H.r.l.	H.dmr.	L.r.l.	Fylgni	Hlutfallsstuðull	Veldisvísir
		m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s	R	k * 10 ⁶	n
Miðtangi	17	783	812	232	0,88	9	2,57
Kaldárholt	9	814	866	224	0,91	1	2,83
Krókur	24	1080	1147	229	0,81	1260	1,77
Urriðafoss - kláfur	24	1140	812	225	0,90	500	1,89
Urriðafoss - brú	91	1140	1147	218	0,69	58	2,20



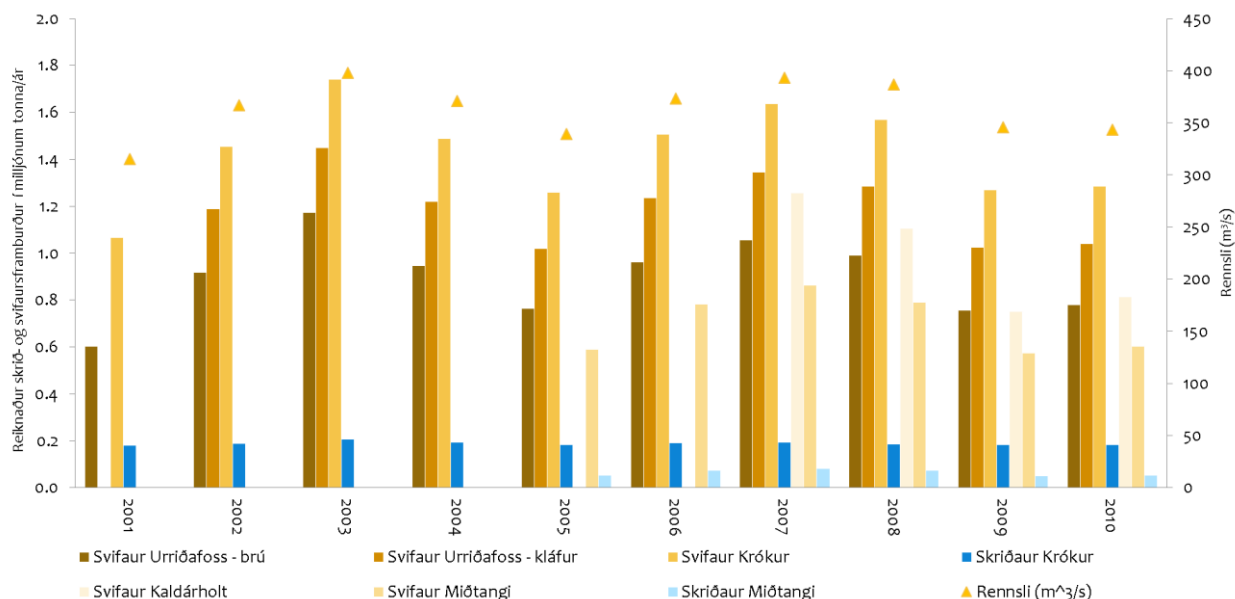
Mynd 54. Samanburður svifaurslykla á fjórum mælistöðvum við Þjórsá.

Lyklar fyrir Urriðafosskláfinn og Krók eru líkastir enda spanna þeir álíka langt tímabil (nú og tíu ár). Veldisvísar þeirra eru heldur lágir miðað við aðra lykla svo svifauersflutningur við hátt rennsli er hlutfallslega lægri við Krók og Urriðafosskláf en á öðrum stöðum. Æskilegt væri að ná fleiri sýnum við hátt rennsli ($>800 \text{ m}^3/\text{s}$) til að staðfesta þá fyrir efri rennslisstig.

Framburður svifauers eykst niður eftir ánni (tafla 27, mynd 55) frá Miðtanga að Króki úr 0,70 í 1,43 milljón tonn á ári en lækkar í 1,20 milljón tonn á ári við Urriðafosskláf. Framburður reiknaður út frá handsýnum við Urriðafoss er síðan enn lægri en við Urriðafosskláfinn (0,89 milljón tonn á ári). Hafa þarf í huga að lykillinn fyrir handsýnin frá Urriðafossi er mjög óáreiðanlegur enda var hann ekki unnin með slíkan samanburð í huga.

Tafla 27. Heildarframburður svifauers á mælistöðvum niður eftir Þjórsá.

Útreiknaður svifauersframburður (milljón tonn/ár)					
Ár	Miðtangi	Kaldárholt	Krókur	Urriðafoss- kláfur	Urriðafoss- brú
2001			1,07		0,60
2002			1,45	1,19	0,92
2003			1,74	1,45	1,17
2004			1,49	1,22	0,95
2005	0,59		1,26	1,02	0,76
2006	0,78		1,51	1,23	0,96
2007	0,86	1,26	1,64	1,35	1,06
2008	0,79	1,11	1,57	1,28	0,99
2009	0,57	0,75	1,27	1,02	0,76
2010	0,60	0,81	1,28	1,04	0,78
Meðaltal	0,70	0,98	1,43	1,20	0,89



Mynd 55. Reiknaður svifauersframburður (rauðleitar súlur) við Miðtanga, Kaldárholt, Krók, Urriðafoss brú og kláf, ásamt skriðauersframburði (bláar súlur) við Miðtanga og Krók.

Þar sem margir kornastærðarlyklar hafa takmarkaða fylgni reyndist í fæstum tilfellum réttlætandi að reikna framburð einstakra kornastærðarflokka svifaurs með mikilli nákvæmni. Ljóst er þó út frá lyklunum og niðurstöðum einstakra sýna að langminnstur hluti svifaursins er grófmór (0,06–0,2 mm) og fínsmór (0,02–0,06 mm), eða samtals u.þ.b. 10% af heildarframburði svifaurs. Hlutur mélu (0,002–0,02 mm) og leirs (<0,002) er hár á öllum stöðum þar sem hlutfall hvorrar kornastærðar er frá 24 til 52% miðað við kornastærðarlykla. Nauðsynlegt er að hafa í huga að þessi hlutföll er ónákvæm enda fylgni lykla misjöfn og í einstaka tilfellum engin og á það sérstaklega um sandlyklana (töflur 13, 15, 17, 19). Hlutfall sands er einnig hátt (um og yfir 30% samkvæmt mislégum lyklum) en mjög breytilegt á öllum stöðum nema við Miðtanga þar sem mjög lítið er af sandi á ferðinni.

Ef borin eru saman svifaursýni úr þessum mæliferðum við eldri svifaursýni sem tekin voru á árunum 1963 til 1967 við Urriðafoss fyrir virkjun Þjórsár er áberandi hvað styrkur mós (samalt grófmór og fínsmór) hefur lækkað í nýju sýnunum. Í staðinn hefur hlutfallslegur styrkur leirs, mélu og sands heldur aukist. Hefur það verið útskýrt með því að eftir byggingu uppistöðulóna í efri Þjórsá sest nær allur mór til í lónunum og skilar sér því ekki niður eftir ánni. Sandurinn sest sömuleiðis til í lónunum en í staðinn er sandur og mól endurunnin úr bökkum og botni árinna neðar í farveginum (sjá t.d. Almenna Verkfræðistofan, 2006). Þetta efni flyst niður eftir ánni sem skriðaur auk þess sem fíngræsti hlutinn ferðast um í vatnsbolnum sem svifaur.

Skriðaurframburður reiknast við Miðtanga 50–80 þúsund tonn á ári fyrir tímabilið 2005–2010, eða að meðaltali 60 þúsund tonn á ári. Við Krók var framburður skriðauris töluvert hærri eða á bilinu 190 til 220 þúsund tonn, eða að meðaltali 200 þúsund tonn (tafla 23). Þessi ríflega tvöfalda aukning milli Miðtanga og Króks í framburði skriðauris er talin vera til komin vegna aukins framboðs efnis í farveginum, aðallega neðan við Árnas. Miklar rannsóknir hafa verið gerðar á farveginum ofan við áætlað Hagalón (Almenna Verkfræðistofan, 2006) en neðri hluti kvíslótta farvegarins ofan við Krók hefur verið minna skoðaður. Æskilegt væri að taka hann til samskonar skoðunar til að meta betur óstöðugleika farvegarins og meta betur hvort tilgátan um að þaðan sé mestur grófur aur við Krók og Urriðafoss ættaður sé rétt.

Í töflu 28 eru settar fram heildarniðurstöður um framburð svifaurs og skriðauris fyrir þau ár sem mælingarnar stóðu yfir, annars vegar í milljónum tonna á ári og hins vegar í Gl á ári (í sviga). Samkvæmt þessum reikningum er heildarframburður við Miðtanga 0,73 milljónir tonna á ári en við Krók 1,63 milljónir tonna. Hlutur skriðauris af heildarframburði reiknast við Miðtanga um 9% en um 13% við Krók.

Tafla 28. Meðalframburður svifaurs og skriðauris í Neðri Þjórsá.

Útreiknaður meðalframburður í milljónum tonna á ári (Gl/ári*)					
	Miðtangi	Kaldárholt	Krókur	Urriðafoss- kláfur	Urriðafoss- brú
Framburður svifaurs	0,70 (0,47)	0,98 (0,65)	1,43 (0,95)	1,20 (0,80)	0,89 (0,59)
Framburður skriðauris	0,06 (0,03)		0,2 (0,11)		
Samtals framburður svifaurs og skriðauris á ári	0,73 (0,48)		1,63 (1,07)		
Tímabil sýnatöku	2005–2010	2007–2010	2001–2010	2002–2010	2001–2010

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

5 Heimildir

- Almenna Verkfræðistofan (2003). *Virkjanir í Þjórsá við Núp og Urriðafoss. Greinargerð um grófkorna aurburð við Urriðafoss*. Reykjavík: Landsvirkjun, LV-2003/091.
- Almenna Verkfræðistofan (2006). *Setmyndun í Hagalóni. Rannsóknir, úrvinnsla og útreikningar*. Reykjavík: Landsvirkjun, LV-2006/003.
- Blott, S. J. & Pye, K. (2001). Software from Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. *Earth Surface Processes and Landforms* 26, 1237–1248.
- Boggs, S. Jr. (1995). *Principles of Sedimentology and Stratigraphy*. 2nd edition. New Jersey: Prentice Hall, 774 p.
- Dade, W. B. & Friend, P. F. (1998). Grain-size, sediment-transport regime, and channel slope in alluvial rivers. *Journal of Geology*, 106, 661–675.
- Eydís Salóme Eiríksdóttir, Svava Björk Þorláksdóttir, Jórunn Harðardóttir & Sigurður Reynir Gíslason (2013). *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi XVI. : Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar*. Reykjavík: Jarðvísindastofnun Háskólans, RH-14-2013.
- Freysteinn Sigurðsson, Jóna Finndís Jónsdóttir, Stefanía Guðrún Halldórsdóttir & Þórarinn Jóhannsson (2006). *Vatnafarsleg flokkun vatnasvæða á Íslandi: Hvernig bregðast landsvæði við úrkomu og miðla henni?* Reykjavík: Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-2006/013.
- Haukur Tómasson (1982). *Áhrif virkjanaframkvæmda á aurburð í Þjórsá*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-82044/VOD-07.
- Haukur Tómasson, Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Þórólfur H. Hafstað (1996). *Framburður Þjórsár við Þjórsárver — Botnskrið og svifaur*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-96010/VOD-03B.
- Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir (2002). *Total sediment transport in the lower reaches of Þjórsá at Krókur — Results from the year 2001*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2002/020.
- Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir (2003). *Total sediment transport in the lower reaches of Þjórsá at Krókur — Results from the year 2002*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2003/028.
- Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir (2004). *Total sediment transport in the lower reaches of Þjórsá at Krókur — Results from the year 2003*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2004/011.
- Jórunn Harðardóttir & Svava Björk Þorláksdóttir (2005). *Total sediment transport in the lower reaches of river Þjórsá. Results from the year 2004*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2005/010.
- Landbúnaðarháskóli Íslands (2012). *Nytjaland — Jarðabók Íslands*. <http://www.lbhi.is/>
- McLaren, P. & Bowles, D. (1985). The effects of sediment transport on grain-size distribution. *Journal of Sedimentary Petrology*, 55, 457–470.

- Náttúrufræðistofnun Íslands (2009). *Jarðfræðikort af Íslandi - Berggrunnur - 1:600.000 - NI_J600v_berg*. Tekið saman af Hauki Jóhannessyni og Kristjáni Sæmundssyni 1997. Endurskoðuð útgáfa frá 2009, 1. útgáfa.
- Ólafur Arnalds & Hlynur Óskarsson (2009). Íslenskt jarðvegskort (Soil map of Iceland). *Náttúrufræðingurinn*, 78, 107-121. English summary.
- Ólafur Arnalds, Elín Fjóla Þórarinsdóttir, Sigmar Metúsalemsson, Ásgeir Jónsson, Einar Grétarsson & Arnór Árnason (1997). *Jarðvegsrof á Íslandi*. Reykjavík: Landgræðsla ríkisins og Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 157 bls.
- Philippe Crochet (2012). *High resolution precipitation mapping in Iceland by dynamical downscaling of ERA-40 with a linear model of orographic precipitation*. Reykjavík: Veðurstofa Íslands, VÍ 2012-003.
- Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Eydís Salome Eiríksdóttir, Sverrir Óskar Elefsen, Ásgeir Gunnarsson & Peter Torssander. (2000). *Efnasamsetning rennsli og aurburður straumvatna á Suðurlandi. III. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar*. Reykjavík: Raunvísindastofnun háskólans, RH-13-2000.
- Svanur Pálsson. (2000). *Athuganir á botnskriði í nokkrum ám*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2000/053.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (1997). *Framburður svifaura í Skjálfandafljóti*: Reykjavík: Orkustofnun, OS-97056.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (1998). *Framburður svifaura í Hvítá í Borgarfirði*. Reykjavík: Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-98017.
- Svanur Pálsson & Guðmundur H. Vigfússon (1999). *Framburður svifaura í Blöndu*. Reykjavík: Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-99080.
- Svanur Pálsson & Guðmundur G. Vigfússon (2000). *Leiðbeiningar um mælingar á svifaur og úrvinnslu gagna*. Reykjavík: Orkustofnun, Greinargerð, SvP-GHV-2000/02.
- Svanur Pálsson, Guðmundur H. Vigfússon & Jórunn Harðardóttir (2001). *Framburður svifaura í Skaftá*. Reykjavík: Orkustofnun, OS-2001/068.
- Svanur Pálsson, Jórunn Harðardóttir, Guðmundur H. Vigfússon & Árni Snorrason (2000). *Reassessment of suspended sediment load of river Jökulsá á Dal at Hjarðarhagi*. Reykjavík: Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-2000/070.
- World Meteorological Organization. (1994). *Guide to Hydrological Practices*. 5th edition. Geneva: World Meteorological Organization. 735 bls.

Viðauki. Tölur og talnaefni

Viðauki 1 Niðurstöður kornastærðargreiningar á svifaurssýnum.

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		>0,2 mm	Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	svifaur (mg/l)		0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Kaldárholt	2007-09-21 14:30	447	68	3382	98	0	0	1	1	3,9	S1	3314	0	0	34	34	1512	S	1	0
Kaldárholt	2007-10-25 16:30	814	59	614	59	8	2	20	11	2,5	S3/S1	362	49	12	123	67	499	V	2	1
Kaldárholt	2007-10-26 13:30	830	54	1333	67	12	3	10	8	5,4	S3/S1	893	160	40	133	107	1106	V	2	1
Kaldárholt	2008-11-06 10:50	314	84	29	82	13	3	2	0	0,5	S3	24	4	1	1	0	9	V		1
Kaldárholt	2009-05-19 21:15	551	45	42	35	6	14	38	7	2,5	S1/S3	15	3	6	16	3	23	V		1
Kaldárholt	2009-05-20 17:50	554	51	43	28	16	12	39	5	0,8	S3	12	7	5	17	2	24	V		0
Kaldárholt	2009-12-17 12:07	300	63	29	11	4	9	45	31	0,6	S3/S1	3	1	3	13	9	9	V		1
Kaldárholt	2009-12-17 12:13	300	55	27	2	8	8	38	44	0,3	S3/S1	1	2	2	10	12	8	V		1
Kaldárholt	2010-01-27 12:00	533	53	841	91	1	2	4	2	3,75	S3/S1	765	8	17	34	17	448	V	1	0
Kaldárholt	2010-01-27 18:00	553	48	116	62	7	3	14	14	3	S3/S1	72	8	3	16	16	64	V		1
Kaldárholt	2010-08-15 10:30	604	66	175	0	2	13	52	33	0,4	S3/S1	0	4	23	91	58	106	S		1
Kaldárholt	2010-08-15 21:15	582	30	185	0	2	12	59	27	0,5	S3/S1	0	4	22	109	50	108	S		1
Kaldárholt	2010-12-13 12:15	224	76	50	3	5	10	68	14	0,5	S3/S1	1	2	5	34	7	11	V		1
Kaldárholt	2010-12-13 15:30	224	58	34	4	5	7	44	40	0,5	S3/S1	1	2	2	15	13	8	V		1
Krókur	2001-07-13 17:05	339	102	185	10	2	3	38	47	1,1	S1	18	4	6	71	87	63	S		0
Krókur	2001-07-25 12:45	312	64	116	43	4	2	24	27	2,0	S1	50	5	2	28	31	36	S		0
Krókur	2001-08-01 18:32	313	78	235	36	1	1	33	29	2,2	S1	85	2	3	77	67	74	S		0
Krókur	2001-08-09 20:35	312	103	335	70	3	1	11	17	2,5	S1	233	9	4	38	58	105	S		0
Krókur	2001-08-13 17:34	307	71	171	27	2	2	28	41	2,3	S1	47	3	4	48	70	52	S		0
Krókur	2001-08-24 18:40	419	54	686	66	1	1	14	17	3,7	S1	454	6	9	99	118	287	S		0
Krókur	2001-08-30 16:00	322	86	215	24	1	2	39	34	1,8	S1	51	2	5	83	74	69	S		0
Krókur	2001-09-20 14:40	431	78	337	25	2	3	38	31	3,0	S1	85	7	9	130	106	145	S		0
Krókur	2001-12-17 14:30	294	83	181	27	2	3	44	23	2,1	S1	49	4	6	80	42	53	V		1
Krókur	2001-12-20 10:48	337	79	337	79	2	2	10	7	3,0	S1	267	6	5	34	25	114	V		0

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		>0,2 mm	Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaura (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	svifaur (mg/l)		0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Krókur	2002-01-11 16:00	1080	70	307	28	25	12	23	12	2,3	wm	88	77	36	70	37	332	V	2	1
Krókur	2002-07-22 17:02	423	46	159	20	6	4	26	45	1,3	S1	32	9	6	41	72	67	S		1
Krókur	2002-07-23 19:09	488	72	230	31	4	3	27	35	1,1	wm	71	9	6	63	80	112	S		1
Krókur	2002-08-15 23:10	493	82	160	33	7	3	26	30	1,4	wm	52	12	5	42	48	79	S		1
Krókur	2002-11-08 15:05	271	50	166	22	4	3	35	35	2,0	wm	37	7	5	58	58	45	V		1
Krókur	2002-12-14 20:04	323	94	140	37	4	3	33	23	1	wm	52	5	5	47	32	45	V		1
Krókur	2003-07-03 16:41	431	52	471	69	4	1	12	14	3,4	S1	325	19	5	57	66	203	S	1	0
Krókur	2003-08-07 17:15	512	46	166	24	7	4	25	40	1,2	S1	40	12	7	41	66	85	S		1
Krókur	2003-09-03 18:49	718	39	397	12	6	14	50	18	1,2	S1	48	24	56	199	72	285	S	2	1
Krókur	2003-11-19 13:45	287	48	144	43	6	14	25	12	1,4	S1	62	9	20	36	17	41	V	1	0
Krókur	2003-12-16 14:20	356	61	78,6	58	6	11	19	6	2,5	S1	46	5	9	15	5	28	V		1
Krókur	2004-03-12 15:15	659	39	92	18	20	7	46	9	1,3	S1	17	18	6	42	8	61	V	2	1
Krókur	2004-08-05 09:35	455	61	158	28	3	11	31	27	1,9	S1	44	5	17	49	43	72	S	1	1
Krókur	2004-09-22 08:46	330	55	120	43	2	2	22	31	2,5	S1	52	2	2	26	37	40	S		1
Krókur	2004-10-13 10:30	338	46	116	51	3	4	19	23	1,5	S1	59	3	5	22	27	39	V		1
Krókur	2004-12-14 14:00	275	78	57	60	4	2	24	10	2,2	S1	34	2	1	14	6	16	V		1
Krókur	2005-07-06 22:40	410	53	235	52	3	3	18	24	1,6	S1	122	7	7	42	56	96	S		1
Krókur	2005-07-27 20:53	702	52	193	29	5	2	37	27	2,0	S1	56	10	4	72	52	136	S		1
Krókur	2006-07-05 19:48	500	55	94	31	3	7	35	24	1,5	S1	29	3	7	33	22	47	S		1
Krókur	2006-08-09 16:59	511	49	195	52	6	2	20	20	1	S1	101	12	4	39	39	99	S		1
Krókur	2007-09-21 16:45	445	73	206	51	3	4	29	13	2,6	S1	105	6	8	60	27	91	S		0
Krókur	2008-11-06 13:35	314	89	73	18	9	5	35	33	0,8	S1	13	7	4	26	24	23	V		0
Krókur	2009-05-20 20:25	553	53	64	42	19	8	25	6	0,9	S1	27	12	5	16	4	36	V		1
Krókur	2009-12-17 13:30	300	57	231	87	1	1	5	6	2,6	S1	201	2	2	12	14	69	V	1	0

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar- svifaur			Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	(mg/l)	>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Krókur	2010-01-27 19:20	542	59	69	46	9	3	35	7	2,25	S1	32	6	2	24	5	37	V		1
Krókur	2010-08-16 13:00	587	82	213	15	2	11	48	24	2	S1	32	4	23	102	51	125	S	2	1
Krókur	2010-08-17 00:00	572	41	2921	1	1	2	77	19	2	S1	29	29	58	2249	555	1671	S	2	1
Krókur	2010-12-13 12:30	229	61	46	26	4	7	25	38	1	S3/S1	12	2	3	12	17	11	V		1
Miðtangi	2005-07-08 13:45	393	56	87	1	2	6	37	54	0,5	S1	1	2	5	32	47	34	S		1
Miðtangi	2005-07-08 15:30	394	56	87	2	4	6	30	58	0,9	S1	2	3	5	26	51	34	S		1
Miðtangi	2005-07-29 12:30	664	53	138	1	1	2	47	49	0,8	S1	1	1	3	65	68	92	S		1
Miðtangi	2005-07-29 21:05	665	48	144	1	1	3	44	51	0,4	S1	1	1	4	63	73	96	S		1
Miðtangi	2006-07-07 12:55	519	56	56	5	1	5	37	52	1,4	S1	3	1	3	21	29	29	S		1
Miðtangi	2006-07-07 13:20	519	55	56	0	2	6	48	44	0,1	S1	0	1	3	27	25	29	S		1
Miðtangi	2006-08-10 20:18	519	58	103	5	3	7	45	40	0,5	S1	5	3	7	46	41	53	S		1
Miðtangi	2006-08-11 18:58	565	50	220	5	17	18	35	25	1	S1	11	37	40	77	55	124	S	2	1
Miðtangi	2007-09-21 09:30	438	167	60	19	4	17	53	7	0,9	S1	11	2	10	32	4	26	S		1
Miðtangi	2007-10-26 11:15	783	49	117	9	8	15	63	5	0,8	S1	11	9	18	74	6	92	V	2	0
Miðtangi	2007-10-27 10:00	660	53	142	2	3	8	37	50	0,7	S1	3	4	11	53	71	94	V		0
Miðtangi	2008-11-06 16:30	324	48	43	3	8	8	51	30	1,0	S1	1	3	3	22	13	14	V		0
Miðtangi	2009-05-19 21:40	541	41	53	8	4	19	55	14	1,3	S1	4	2	10	29	7	29	V		1
Miðtangi	2009-05-20 18:40	435	43	39	10	6	20	56	8	1,1	S1	4	2	8	22	3	17	V		1
Miðtangi	2009-12-17 15:40	287	45	39	1	2	9	43	45	0,7	S3/S1	0	1	3	17	17	11	V	1	1
Miðtangi	2009-12-17 15:50	286	60	617	95	1	1	2	1	3,1	S3/S1	586	6	6	12	6	177	V	1	0
Miðtangi	2010-01-27 18:20	516	59	150	32	1	7	53	7	1,9	S1	48	2	11	80	11	77	V	1	0
Miðtangi	2010-01-28 19:40	320	66	31	10	7	11	57	15	0,7	S1	3	2	3	18	5	10	V		1
Miðtangi	2010-08-15 17:40	577	87	213	2	2	8	59	29	1,6	S3	4	4	17	126	62	123	S		0
Miðtangi	2010-08-16 15:15	607	49	210	5	1	17	52	25	3	S1	11	2	36	109	53	128	S	2	0

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		Kornastærð %					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil - sýni
			TDS	svifaur	>0,2	0,2-	0,06-	0,02-	<0,002			>0,2	0,2-	0,06-	0,02-	<0,002				
			(mg/l)	(mg/l)	mm	0,06 mm	0,02 mm	0,002 mm	mm			mm	0,06 mm	0,02 mm	0,002 mm	mm				
Miðtangi	2010-12-13 14:10	242	80	41	0	5	5	41	49	0,8	S3	0	2	2	17	20	10	V	0	
Miðtangi	2010-12-13 10:30	232	73	64	0	2	5	49	44	1	S3	0	1	3	31	28	15	V	0	
Urriðafoss - brú	2001-03-13 12:00	280	48	76	37	16	8	26	13	1,6	S3	28	12	6	20	10	21	V	1	
Urriðafoss - brú	2001-05-02 12:00	314	62	31	38	7	7	34	14	1,2	S3	12	2	2	11	4	10	V	1	
Urriðafoss - brú	2001-06-15 10:40	264	72	51	5	4	4	69	18	0,5	S3	3	2	2	35	9	13	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-07-13 19:35	337	45	114	1	1	5	34	59	0,3	S3	1	1	6	39	67	38	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-07-25 14:50	312	68	91	25	3	1	32	39	1,8	S3	23	3	1	29	35	28	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-01 21:00	313	4	124	22	2	5	22	49	1,8	S3	27	2	6	27	61	39	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-08 10:35	314	66	108	2	1	1	38	58	0,5	S3	2	1	1	41	63	34	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-10 00:00	307	57	78	10	2	4	28	56	0,8	S3	8	2	3	22	44	24	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-13 20:00	308	51	127	16	2	2	27	53	2	S3	20	3	3	34	67	39	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-24 21:25	406	51	145	7	4	4	22	63	0,6	S3	10	6	6	32	91	59	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-08-30 17:45	330	50	117	12	3	3	27	55	1,1	S3	14	4	4	32	64	39	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-09-20 16:45	446	63	232	14	6	6	43	31	1,5	S3	32	14	14	100	72	103	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-09-24 10:36	346	62	125	6	1	1	33	59	1,1	S3	8	1	1	41	74	43	S	1	
Urriðafoss - brú	2001-11-15 11:50	337	69	57	16	14	8	38	24	0,8	S3	9	8	5	22	14	19	V	1	
Urriðafoss - brú	2001-12-17 11:05	290	78	21	29	20	7	26	18	2	S3	6	4	1	5	4	6	V	1	
Urriðafoss - brú	2001-12-20 12:55	338	63	51	25	5	2	35	33	2,5	S3	13	3	1	18	17	17	V	1	
Urriðafoss - brú	2002-01-11 10:40	1140	31	252	12	28	18	29	13	4,3	S3	30	71	45	73	33	287	V	2	
Urriðafoss - brú	2002-01-30 11:20	311	71	23	23	11	4	35	27	1,5	S3	5	3	1	8	6	7	V	1	
Urriðafoss - brú	2002-04-26 12:05	468	38	51	26	31	8	29	6	1,5	S3	13	16	4	15	3	24	V	1	
Urriðafoss - brú	2002-06-19 12:45	509	47	233	6	4	3	54	33	1,7	S3	14	9	7	126	77	119	S	1	
Urriðafoss - brú	2002-07-22 18:10	422	53	125	3	4	4	37	52	1	S3	4	5	5	46	65	53	S	1	
Urriðafoss - brú	2002-07-23 20:30	491	47	121	4	4	4	30	58	0,8	S3	5	5	5	36	70	59	S	1	

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		>0,2 mm	Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	svifaur (mg/l)		0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Urriðafoss - brú	2002-08-16 00:30	490	42	103	20	4	4	35	37	2,7	S3	21	4	4	36	38	50	S		1
Urriðafoss - brú	2002-08-27 15:40	544	38	107	4	4	2	30	60	0,7	S3	4	4	2	32	64	58	S		1
Urriðafoss - brú	2002-11-07 20:58	286	54	138	75	4	2	13	6	2,0	S3	104	6	3	18	8	39	V	1	0
Urriðafoss - brú	2003-03-04 14:15	327	58	26	33	29	9	22	7	0,8	S3	9	7	2	6	2	8	V		1
Urriðafoss - brú	2003-04-03 12:42	321	62	18	41	14	6	29	10	1,7	S3	8	3	1	5	2	6	V		1
Urriðafoss - brú	2003-05-15 11:45	349	53	24	37	18	7	34	4	1,0	S3	9	4	2	8	1	8	V		1
Urriðafoss - brú	2003-06-16 12:57	333	51	47	18	4	5	27	46	1,0	S3	8	2	2	13	22	16	S		1
Urriðafoss - brú	2003-07-03 18:28	460	45	152	29	3	4	22	42	2,2	S3	44	5	6	33	64	70	S	1	1
Urriðafoss - brú	2003-07-04 12:20	420	49	108	13	7	4	33	43	1,9	S3	14	8	4	36	46	45	S		1
Urriðafoss - brú	2003-08-07 22:30	481	39	123	1	21	3	15	60	0,1	S3	1	26	4	18	74	59	S	1	1
Urriðafoss - brú	2003-08-08 00:40	515	52	100	3	3	3	29	62	0,8	S3	3	3	3	29	62	52	S	1	0
Urriðafoss - brú	2003-09-03 23:20	721	41	294	31	9	8	32	20	1,8	S3	91	26	23	94	59	212	S	2	1
Urriðafoss - brú	2003-09-18 12:10	393	53	113	14	7	7	32	40	1,0	S3	16	8	8	36	45	44	S		1
Urriðafoss - brú	2003-11-06 12:20	261	55	53	39	8	8	16	29	2,1	S3	21	4	4	8	15	14	V		1
Urriðafoss - brú	2003-11-19 15:30	287	49	74	43	6	6	26	19	2,1	S3	32	4	4	19	14	21	V		1
Urriðafoss - brú	2003-12-12 11:10	286	57	25	45	11	6	17	21	1,2	S3	11	3	2	4	5	7	V		1
Urriðafoss - brú	2003-12-16 17:00	370	61	104	61	10	9	18	2	1,8	S3	64	10	9	19	2	39	V	1	1
Urriðafoss - brú	2004-02-10 11:40	339	68	71	36	17	10	31	6	1,5	S3	26	12	7	22	4	24	V		1
Urriðafoss - brú	2004-03-09 12:15	914	50	137	15	23	12	41	9	1,2	S3	21	32	16	56	12	125	V	2	1
Urriðafoss - brú	2004-03-12 16:30	654	40	56	17	27	4	47	5	1	S3	10	15	2	26	3	37	V		1
Urriðafoss - brú	2004-05-28 12:05	330	61	25	28	4	3	47	18	1	S3	7	1	1	12	5	8	V		1
Urriðafoss - brú	2004-08-03 17:05	448	37	114	7	5	11	33	44	1,1	S3	8	6	13	38	50	51	S		1
Urriðafoss - brú	2004-08-05 11:50	446	65	90	26	2	2	25	45	2,6	S3	23	2	2	23	41	40	S		1
Urriðafoss - brú	2004-09-22 10:15	313	58	67	9	3	4	35	49	0,9	S3	6	2	3	23	33	21	S		1

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar- svifaur		>0,2 mm	Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	(mg/l)		0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Urriðafoss - brú	2004-09-24 11:45	323	58	74	6	1	4	34	54	1,2	S3	4	1	3	25	40	24	S		1
Urriðafoss - brú	2004-10-13 12:15	329	46	66	39	2	1	25	33	2,6	S3	26	1	1	17	22	22	V		1
Urriðafoss - brú	2004-10-25 13:35	255	72	1341	90	5	2	2	1	2,7	S3	1207	67	27	27	13	342	V	1	1
Urriðafoss - brú	2004-12-14 15:53	273	72	30	24	8	1	30	37	1,1	S3	7	2	0	9	11	8	V		1
Urriðafoss - brú	2004-12-20 13:14	282	83	29	65	5	9	14	7	1,7	S3	19	1	3	4	2	8	V		1
Urriðafoss - brú	2005-02-18 12:00	302	53	25	17	14	8	41	20	0,7	S3	4	3	2	10	5	7	V		1
Urriðafoss - brú	2005-04-27 11:45	311	46	15	36	18	12	29	5	1,1	S3	5	3	2	4	1	5	V		1
Urriðafoss - brú	2005-06-20 12:30	329	68	15	27	12	11	41	9	0,8	S3	4	2	2	6	1	5	S		1
Urriðafoss - brú	2005-07-07 00:10	409	53	97	5	3	9	35	48	0,9	S3	5	3	9	34	46	40	S		1
Urriðafoss - brú	2005-07-26 12:27	470	46	120	2	6	8	40	44	0,9	S3	2	7	10	48	53	56	S		1
Urriðafoss - brú	2005-07-27 22:15	693	56	131	6	9	11	34	40	0,8	S3	8	12	14	45	52	91	S		1
Urriðafoss - brú	2005-09-08 11:30	226	68	75	40	4	11	35	10	2,4	S3	30	3	8	26	8	17	S		1
Urriðafoss - brú	2005-10-26 12:30	227	73	89	37	4	6	22	31	2,1	S3	33	4	5	20	28	20	V		1
Urriðafoss - brú	2005-12-13 12:10	284	70	16	26	13	11	40	10	0,7	S3	4	2	2	7	2	5	V		1
Urriðafoss - brú	2006-02-13 12:30	321	51	19	20	10	6	9	55	0,7	S3	4	2	1	2	11	6	V		1
Urriðafoss - brú	2006-06-28 12:15	357	54	38	7	2	1	38	52	1,7	S3	3	1	0	15	20	14	S		1
Urriðafoss - brú	2006-07-05 21:36	500	41	69	4	8	5	32	51	0,3	S3	3	6	3	22	35	34	S		1
Urriðafoss - brú	2006-08-09 19:36	517	83	61	3	2	11	54	30	0,2	S3	2	1	7	33	18	31	S		1
Urriðafoss - brú	2006-12-05 12:40	258	70	25	17	9	10	26	38	0,6	S3	4	2	3	7	10	6	V		1
Urriðafoss - brú	2007-04-17 11:45	349	52	15	42	25	8	21	4	1,4	S3	6	4	1	3	1	5	V		1
Urriðafoss - brú	2007-07-09 12:05	519	51	103	5	6	7	33	49	1,1	S3	5	6	7	34	51	54	S		1
Urriðafoss - brú	2007-09-21 18:15	447	65	93	4	4	9	33	50	0,6	S3	4	4	8	31	46	41	S		1
Urriðafoss - brú	2007-10-08 12:30	377	55	108	4	4	5	28	59	0,3	S3	4	4	5	30	64	41	V		1
Urriðafoss - brú	2007-10-25 18:00	818	73	217	9	8	5	49	29	1,2	S3/S1	20	17	11	106	63	178	V	2	1

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		>0,2 mm	Kornastærð %				Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil -
			TDS (mg/l)	svifaur (mg/l)		0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm			>0,2 mm	0,2- 0,06 mm	0,06- 0,02 mm	0,02- 0,002 mm	<0,002 mm				
Urriðafoss - brú	2007-10-26 14:00	826	61	301	14	15	10	40	21	1,2	S3	42	45	30	120	63	248	V		1
Urriðafoss - brú	2007-12-05 12:15	358	65	42	22	13	10	35	20	0,8	S3	9	5	4	15	8	15	V		1
Urriðafoss - brú	2008-04-28 12:20	308	56	25	31	6	9	39	15	2,3	S3	8	1	2	10	4	8	V		1
Urriðafoss - brú	2008-05-31 11:45	467	91	130	4	3	1	67	25	1,5	S3	5	4	1	87	33	61	V	1	1
Urriðafoss - brú	2008-09-10 13:50	386	58	152	3	1	5	52	39	1	S3	5	2	8	79	59	59	S	1	1
Urriðafoss - brú	2008-11-06 15:22	313	155	301	6	1	2	61	30	1,0	S1	18	3	6	183	90	94	V		1
Urriðafoss - brú	2008-11-06 19:35	314	45	43	42	13	7	26	12	1,2	S1	18	6	3	11	5	13	V		1
Urriðafoss - brú	2008-12-02 13:50	327	83	79	14	11	36	39	0	0,5	S3	11	9	29	31	0	26	V	1	1
Urriðafoss - brú	2009-04-21 13:15	341	68	76	41	21	8	26	4	0,8	S3	31	16	6	20	3	26	V		1
Urriðafoss - brú	2009-05-20 22:05	553	46	57	29	9	15	37	10	2,1	S1	17	5	9	21	6	31	V		0
Urriðafoss - brú	2009-05-20 23:00	551	45	40	12	9	15	56	8	1,6	S3	5	4	6	22	3	22	V		1
Urriðafoss - brú	2009-07-08 11:45	470	56	127	2	8	9	32	49	0,8	S3	3	10	11	41	62	60	S		1
Urriðafoss - brú	2009-10-08 10:35	280	59	68	16	3	8	39	34	1,0	S3	11	2	5	26	23	19	V		1
Urriðafoss - brú	2009-12-17 15:20	297	65	28	22	11	10	50	7	0,9	S3	6	3	3	14	2	8	V		1
Urriðafoss - brú	2010-01-27 19:10	542	52	406	59	21	3	12	5	2,45	S3	240	85	12	49	20	220	V	1	1
Urriðafoss - brú	2010-05-12 10:35	341	49	22	14	7	9	53	17	1,1	S3	3	2	2	12	4	8	V		1
Urriðafoss - brú	2010-07-06 11:35	292	46	221	6	1	5	53	35	1,05	S3	13	2	11	117	77	65	S	1	1
Urriðafoss - brú	2010-08-15 15:30	605	54	180	0	2	8	56	34	1	S3	0	4	14	101	61	109	S	2	1
Urriðafoss - brú	2010-10-06 11:10	448	69	339	13	3	2	51	31	1,95	S3	44	10	7	173	105	152	V		1
Urriðafoss - brú	2010-12-01 10:50	277	70	48	38	4	7	22	29	1,65	S3	18	2	3	11	14	13	V		1
Urriðafoss - brú	2010-12-13 16:30	224	65	652	3	15	29	50	3	1,5	S3	20	98	189	326	20	146	V		1
Urriðafoss - brú	2009-11-26 10:45	218	64	28	30	8	8	30	24	1,0	S3	8	2	2	8	7	6	V		1
Urriðafoss - kláfur	2002-08-16 01:00	490	50	177	48	3	3	15	31	3,0	S1	85	5	5	27	55	87	S		1
Urriðafoss - kláfur	2002-11-08 12:22	273	88	280	86	2	1	7	4	2,6	S1	241	6	3	20	11	76	V	2	0

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

Staður	Tími	Rennsli (m³/s)	Heildar-		Kornastærð %					Stærsta korn (mm)	Sýna- gerð	Svifaursstyrkur (mg/l)					Heildar- fram- burður svifaur (kg/s)	Árs- tíð	Út- gildi	Lykil - sýni
			TDS	svifaur	>0,2	0,2-	0,06-	0,02-	<0,002			>0,2	0,2-	0,06-	0,02-	<0,002				
			(mg/l)	(mg/l)	mm	0,06 mm	0,02 mm	0,002 mm	mm			mm	0,06 mm	0,02 mm	0,002 mm	mm				
Urriðafoss - kláfur	2002-12-14 23:00	325	69	67	15	7	8	41	29	1,4	S1	10	5	5	27	19	22	V		1
Urriðafoss - kláfur	2003-07-03 21:07	476	56	188	38	4	4	24	30	1,5	S1	71	8	8	45	56	89	S		1
Urriðafoss - kláfur	2003-08-08 12:35	486	49	275	11	11	15	41	22	2,4	S1	30	30	41	113	60	134	S		1
Urriðafoss - kláfur	2003-09-03 21:49	724	40	498	49	8	2	28	13	1,6	S1	244	40	10	139	65	361	S	2	0
Urriðafoss - kláfur	2003-11-19 16:00	287	45	358	58	1	8	25	8	3,2	S1	208	4	29	90	29	103	V	1	0
Urriðafoss - kláfur	2003-12-16 17:30	372	56	184	53	7	13	21	6	2,7	S1	97	13	24	39	11	68	V	1	0
Urriðafoss - kláfur	2004-08-05 13:35	439	58	187	31	4	12	30	23	2,4	S1	58	7	22	56	43	82	S	1	1
Urriðafoss - kláfur	2004-09-22 11:15	304	65	121	43	2	3	30	32	3	S1	52	2	4	36	39	37	S		1
Urriðafoss - kláfur	2004-10-13 14:10	321	75	423	92	2	2	2	2	2	S1	389	8	8	8	8	136	V	1	0
Urriðafoss - kláfur	2004-12-14 17:10	277	78	65	69	2	3	19	7	2,2	S1	45	1	2	12	5	18	V		1
Urriðafoss - kláfur	2005-07-07 01:30	407	51	143	28	3	3	30	36	2,5	S1	40	4	4	43	51	58	S		1
Urriðafoss - kláfur	2005-07-27 23:27	686	58	150	11	5	11	39	34	1,9	S1	16	7	16	58	51	103	S		1
Urriðafoss - kláfur	2006-07-05 22:00	500	51	102	26	4	7	38	25	1,3	S1	26	4	7	39	25	51	S		1
Urriðafoss - kláfur	2006-08-09 20:19	517	51	151	8	4	8	48	32	1,6	S1	12	6	12	73	48	78	S		1
Urriðafoss - kláfur	2007-09-21 19:25	448	73	116	17	5	8	38	32	2,4	S1	20	6	9	44	37	52	S		1
Urriðafoss - kláfur	2007-10-25 20:00	819	70	240	4	8	8	52	28	0,8	S1	10	19	19	125	67	196	V	2	1
Urriðafoss - kláfur	2007-10-26 12:00	835	65	207	8	6	4	44	38	2,0	S1	17	12	8	91	79	173	V	2	0
Urriðafoss - kláfur	2009-12-17 16:45	301	60	48	41	8	8	26	17	1,6	S1	20	4	4	12	8	14	V		1
Urriðafoss - kláfur	2010-01-27 21:20	552	62	101	29	7	5	41	18	3,75	S1	29	7	5	41	18	56	V		1
Urriðafoss - kláfur	2010-08-15 12:10	596	59	76	15	3	8	15	59	1,1	S2	11	2	6	11	45	45	S		1
Urriðafoss - kláfur	2010-12-13 15:10	225	56	67	38	7	5	33	17	1,65	S1	25	5	3	22	11	15	V		1

Útgildi 1 = útgildi í styrk, 2 = útgildi í styrk og rennsli
Lykilsýni 0 = sýni ekki notað í lykil, 1 = sýni notað í lykil
vegið = wm
meðaltal %

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

Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Miðtanga																																			Heildaður skriðaur (kg/s)	Meðal skriðaur (g/s/m)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)
		7	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	160	170							
22.9.2004	18:06			0		0		1		1		13		13		10		1		1		1		1		0								>0	40		107			
22.9.2004	19:03			0		0		3		2		30		34		>0		>0		0		0		0		0								1	70		107			
7.7.2005	15:30			0		0		0		2		19		7		3		58		11		0		0		0								1	99	391	118			
7.7.2005	18:00			0		0		6		1		4		9		8		7		8		0											>0	44	366	113				
8.7.2005	10:30					0		0		3		9		20		12		29		7		0		1										1	81	393	113			
8.7.2005	14:00							0		3		11		41		6		52		3														1	114	393	98			
28.7.2005	18:30			4		0		7		302		670		554		177		68		236		111		7										21	2136	675	123			
29.7.2005	08:44			>0		0		2		62		86		292		367		55		118		85		6										11	1074	666	123			
6.7.2006	12:58	0	0		0		0		2		37		46		35		35		10		30													2	196	523	133			
6.7.2006	17:55						1		>0		11		89		95		11		76		5		0											3	287	541	133			
7.7.2006	10:50	>0	0		0		0		0		13		85		93		40		4		19		12											3	267	518	133			
10.8.2006	15:04		>0		1		1		1		1		1		12		42		12		5		27		46		1							1	149	528	135			
10.8.2006	16:34		1		>0		>0		1		10		44		44		12		3		54		34		>0		1							2	204	520	135			
11.8.2006	09:30				1		1		1		39		127																					4	446	751	125			
11.8.2006	14:42							2		384		170		1082		137		186		277		11		53										23	2301	618	115			
25.10.2007	18:25		2		2		1		3		4		4		32		56		347		51		14		36		148		20		22	4	3	8	746	830	158			
26.10.2007	09:02		1		1		1		2		168		239		309		24		55		11		142		154		11		4		1	1	11	1125	784	264				
26.10.2007	16:28		2		2		32		5		5		152		213		357		20		11		57		27		57		21		2	1	10	962	759	153				
27.10.2007	10:29		1		>0		>0		34		1		72		161		45		6		9		29		1		1							4	359	623	137			
19.5.2009	13:50									1		20		555		40		74		119		125				1						1	5	436	555	119				
19.5.2009	19:37									2		12		2		10		149		106		17				2						1	3	300	545	119				
20.5.2009	08:38									2		26		27		10		66		130		138				1					>0		7	401	554	119				
20.5.2009	15:06									6		31		14		50		98		116		53				1					>0		4	369	450	129				
27.1.2010	15:20						1		85		93		166		419		66		328		523				150								19	1831	543	99				
27.1.2010	20:21						59		78		47		130		270		424		184		71				11								13	1274	469	89				
28.1.2010	08:46						8		44		65		210		196		152		154		1												8	830	372	83				

Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Miðtanga																												Heildaður skriðaur (kg/s)	Meðal skriðaur (g/s/m)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)				
		7	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150	160	170				
28.1.2010	14:24				5		4		10		17		19		262		192		69															6	578	356	87
28.1.2010	17:10				2		11		110		28		123		45		109		54		4													5	485	330	92
15.8.2010	11:40						4		31		89		123		236		219		330		31		22		>0									11	1085	583	98
15.8.2010	15:17										>0		5		21		106		83		195		59		34		18		1				5	523	579	110	
15.8.2010	18:20										1		10		39		121		208		101		41		10		61		>0				6	593	574	110	
15.8.2010	20:53												26		31		67		93		193		111		34		30						7	585	571	100	
16.8.2010	08:45												21		73		319		253		72		220		33		150						11	1140	602	100	
16.8.2010	10:02												24		70		100		264		161		162		28		55						10	863	603	102	

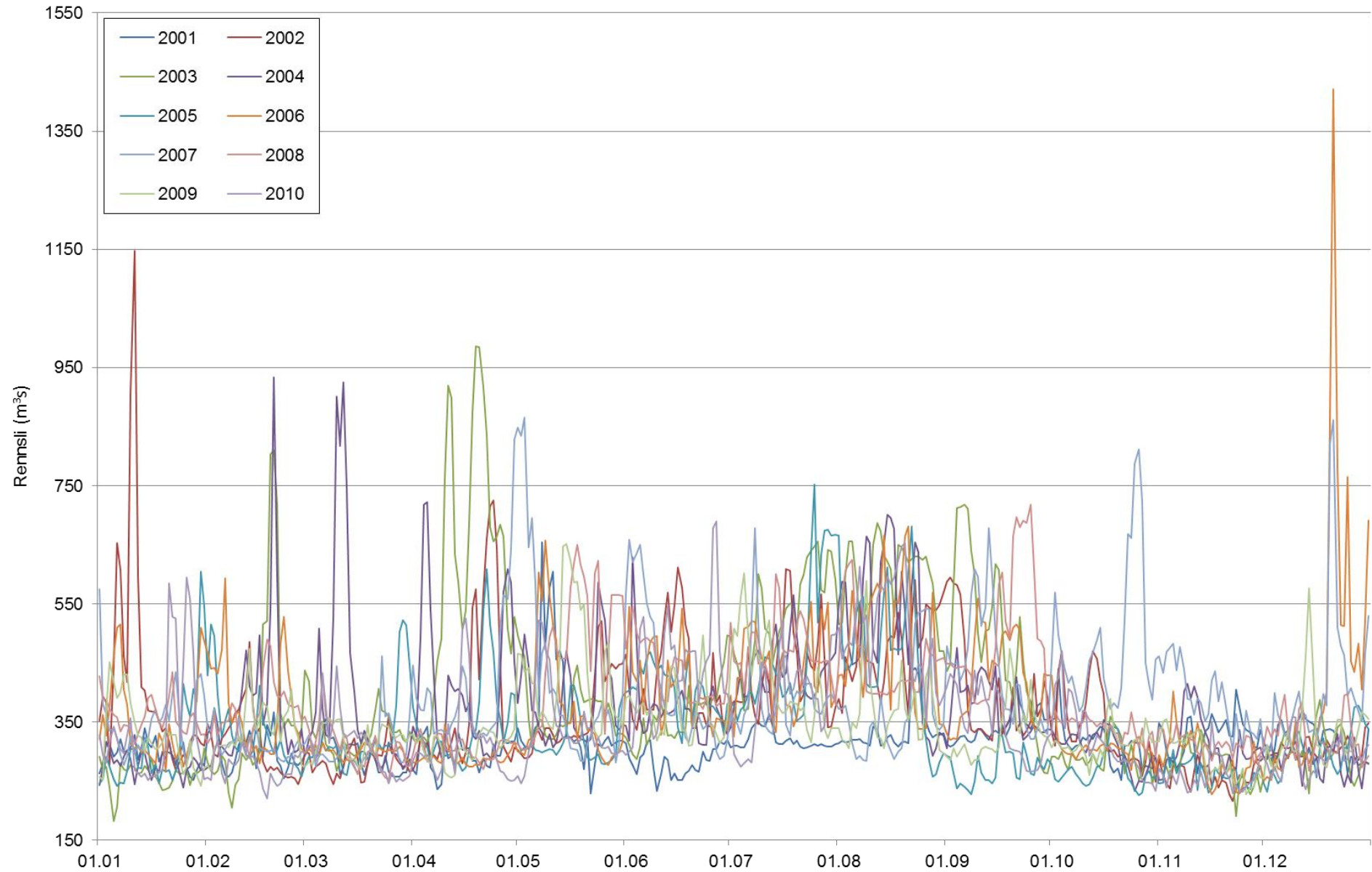
Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Krók																	Heildaður kríðaur (kg/s)	Meðal skríðaur (g/s/m)	140 (1/2)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)
		30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	105	110	120	130	140	160	180					
2001-07-11	13:50		16	105		110		200	12	2	2		4				>0	>0	5	451		337	171
2001-07-23	11:50		12	127	2	111	170	289	8		2					2		>0	5	723		308	161
2001-07-31	12:10		2	124		215	146	653	2							2			9	1144		314	141
2001-08-08	13:30		86	2069		2608	1086	3396	137							141			10	1236		315	141
2001-08-13	20:40		1	135		240	252	577	10							3			9	1218		314	141
2001-08-23	12:40		3	315		231	339	485	8							42			13	1423		430	141
2001-08-29	12:10		3	3		6	248	251	2							108			10	621		329	141
2001-09-18	11:10		3	106		168	182	254	6							55			9	773		338	141
2001-12-19	10:30		59	124		121	115	197	3							6			6	624		338	141
2002-01-10	17:50		2820	3899		1608	2626	1350	122							177			134	12602		1286	141
2002-01-11	17:10		19	320		52	1386	13	16							425			37	2231		1062	141
2002-01-12	11:20		4	230		12	71	144	5							118			11	583		558	141
2002-06-20	15:27		1	87		17	8	12	2							2			1	127		335	141
2002-06-22	11:20		1	212		38	7	28	3							2			3	292		384	141
2002-06-23	10:35		3	391		227	359	77	14							11			9	1082		483	141
2002-06-24	00:05		2	197		67	352	137	3							5			6	764		434	141
2002-08-15	16:40		5	342		177	247	34	7							15			7	826		486	141
2002-08-16	14:29		5	352		137	237	394	7							16			10	1149		495	141
2002-11-07	10:45		9	165		151	200	467	5							2			8	1000		261	141
2002-12-15	12:20		2	181		176	160	172	28							1			6	721		284	141
2003-07-02	13:08		50	6		264	371	368	334							11			20	1405		455	141
2003-07-03	09:24		16	16		79	52	202	337							7			15	709		432	141
2003-08-08	10:04		13	146		10	203	56	4							8			4	440		516	141
2003-08-08	20:58		27	3		21	55	8	4							11			2	129		541	141
2003-08-09	08:58		3	348		28	391	102	10							73			11	955		549	141

Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Krók																	Heildaður kríðaur (kg/s)	Meðal skríðaur (g/s/m)	140 (1/2)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)
		30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	105	110	120	130	140	160	180					
2003-09-02	12:42		2	305		135	7	5	4							2			4	460		446	141
2003-09-03	09:29		5	294		45	15	9	19							7			5	394		552	141
2003-09-03	13:46		7	498		49	30	14	22							9			7	630		640	141
2003-10-29	13:51		3	66		114	249	73	5							2			4	511		281	141
2003-11-13	10:14		23	319		259	303	354	154							3			15	1415		333	141
2003-11-19	10:25		3	154		362	375	330	177							1			15	1402		291	141
2003-11-20	09:27		2	91		119	126	76	191							1			8	606		291	141
2004-03-10	12:10		134	62		24	257	453	19			47				234			21	1230		809	141
2004-03-10	16:10		747	528		30	224	718	26			38				53			28	2363		820	141
2004-03-11	10:24		55	145		133	215	99	34			387				218			28	1285		927	141
2004-03-11	13:50		20	380		305	353	157	55			502				865			67	2637		968	141
2004-08-03	17:55		6	23		9	86	6	4							6			1			451	141
2004-08-04	08:20		21	30		8	26	5	4							15			2	140		454	141
2004-08-04	10:15		52	22		6	39	139	5							6			3	109		420	141
2004-08-04	14:32		6	19		16	264	89	6							8			3	408		436	141
2004-08-04	18:18		13	56		14	27	131	28							5			3	274		457	141
2004-09-20	16:44		3	497		369	428	270	7							3			12	1577		392	141
2004-09-21	08:43		2	244		54	286	2	5							2			5	596		376	141
2004-09-21	10:59		2	137		330	599	219	5							3			9	1295		364	141
2004-09-21	12:14		2	310		321	48	40	6							2			6	729		355	141
2004-09-21	13:30		2	279		464	498	388	2							1			12	1634		351	141
2004-09-21	14:44		2	4		388	164	495	4							1			8	1057		337	141
2004-09-21	16:05		2	2		53	442	64	5							2			3	569		318	141
2004-09-21	17:22		2	3		118	137	378	3							2			5	642		293	141
2004-10-11	14:30		2	145		99	96	78	3							2			4	426		434	141

Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Krók																	Heildaður kríðaur (kg/s)	Meðal skríðaur (g/s/m)	140 (1/2)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)	
		30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	105	110	120	130	140	160	180						
2004-10-12	09:35		4	3		5	90	173	6							4			2	285			434	141
2005-07-05	14:50		13	10		6	295	26	4							7			3	361	210		369	141
2005-07-05	16:08		2	397		205	211	63	5		3				1	6	1	1	7	896			387	166
2005-07-05	21:42		3	235		289	481	36	3							2			7	1049	59		378	141
2005-07-06	08:24		6	9		8	124	74	6							23			3	250	683		395	141
2005-07-07	02:12		40	16		5	756	196	9							6			7	1027	184		406	141
2005-07-26	12:42		1	1		5	132	9	3							4			1	155	118		454	141
2005-07-26	13:55		1	1		4	299	103	2		1			1		4			3	418			440	161
2005-07-27	15:20		32	17		15	258	42	13							37			5	413	1109		732	141
2005-07-28	08:36		16	20		10	131	31	7							20			3	236	610		669	141
2006-07-04	18:30	5	55	6		15	918	991	3		2			1		2			13	1998			412	156
2006-07-04	20:32		26	23		50	785	1017	5							18			14	1924			434	141
2006-07-04	21:34		54	9		16	93	973	9							17			10	1171			455	141
2006-07-04	22:34		10	5		16	106	565	3							15			6	720			476	141
2006-07-05	12:05	32	45	65		23	542	286	3							37			9	1032			509	146
2006-07-05	14:46		116	73		43	223	96	8							5			5	563			501	141
2006-08-08	14:08	1	4	2		4	77	22	3		3			1		2			1	118	15		343	156
2006-08-08	17:43		15	19		7	122	84	4							5			2	258	160		363	141
2006-08-09	09:06		7	11		12	137	207	9							11			3	395	344		476	141
2006-08-09	12:09		11	19		15	238	142	10							9			3	444	269		498	141
2006-12-20	20:20	3578	177	897		474	999		558										101	6683			1555	116
2006-12-20	22:36	2421	147	693		571	983	17	664										88	5498			1613	116
2006-12-22	13:10	17	9	20		15	278	1424	15		9			7		9			13	1802	175		661	146
2006-12-22	16:11	628	24	31		20	125	2253	15		11			7		9			26	3121	175		630	146
2009-05-19	12:49		6	10		21	120	66	148							21			8	224			530	148

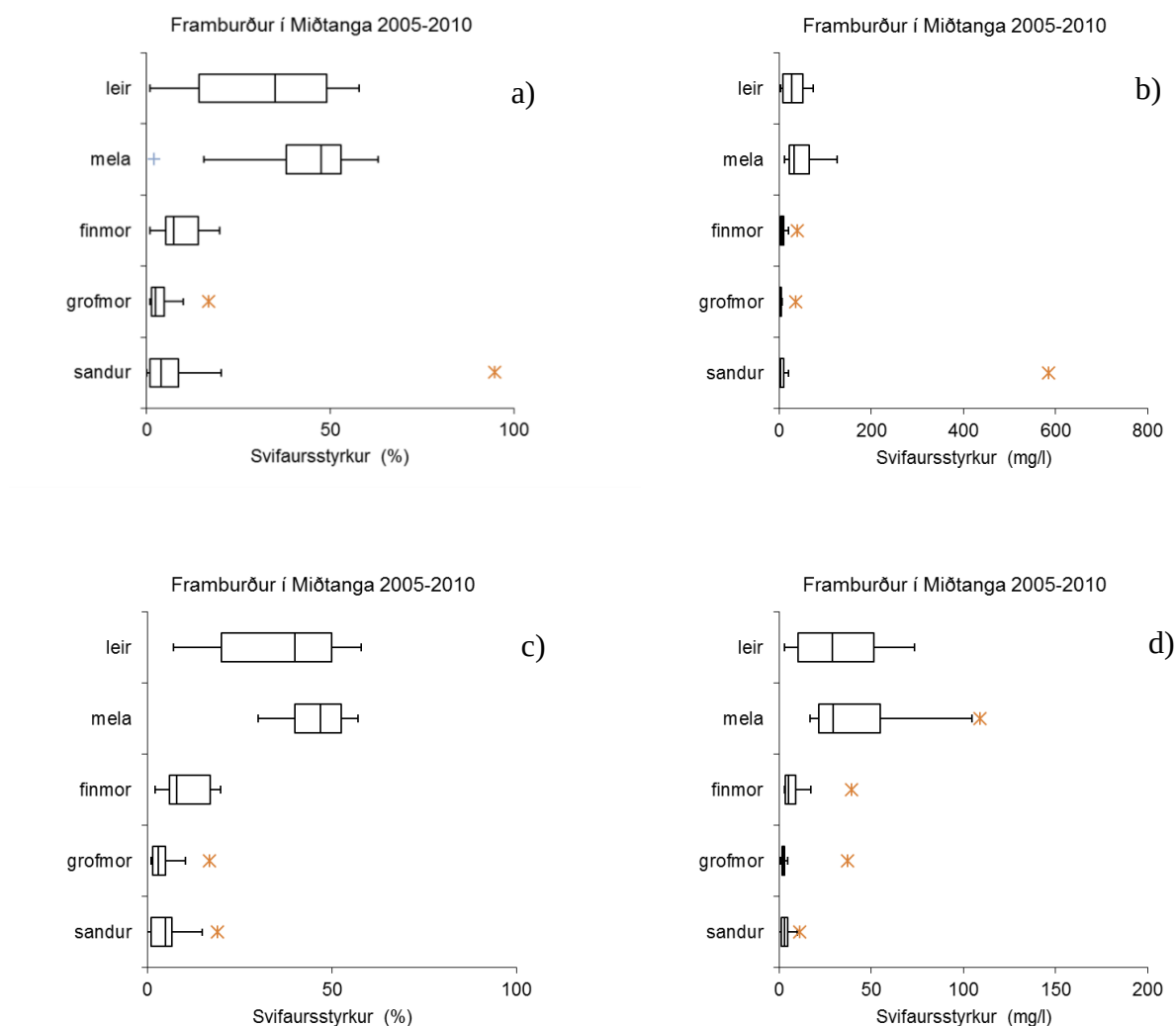
Dagsetning	Upphafstími	Stöðvar við Krók																	Heildaður kríðaur (kg/s)	Meðal skríðaur (g/s/m)	140 (1/2)	Meðalrennsli (m³/s)	Farvegur (m)
		30	40	50	55	60	65	70	80	90	100	105	110	120	130	140	160	180					
2009-05-20	08:22	13	4		18	143	279	10							5			4	453	284	545	148	
2009-05-20	13:04	39	5		19	304	199	9							9			5	585		544	148	
2010-01-27	10:15	40	2		10	514	88	215							2			13	871		543	155	
2010-01-27	12:54	96	81		17	488	362	33							19			12	1095	657	534	155	
2010-01-28	09:55	31	1		10	99	498	4							16			7	660	554	480	155	
2010-01-28	11:10	5	2		9	36	434	4							3			5	493	103	457	155	
2010-01-28	12:50	52	1		60	207	192	2							3			5	517	89	429	155	
2010-01-28	14:35	3	1		3	102	273	3							2			4	385	60	414	155	
2010-08-15	18:00	7	274		9	266	151	7										6	714		594	118	
2010-08-16	20:05	9	6		11	496	32	6										4	560	193	584	118	

Viðauki 3. Rennslisferlar frá mælum í neðri hluta Þjórsár 2001–2010.



Viðauki 4. Yfirlit yfir kornastærðardreifingu svifaurssýna.

Miðtangi



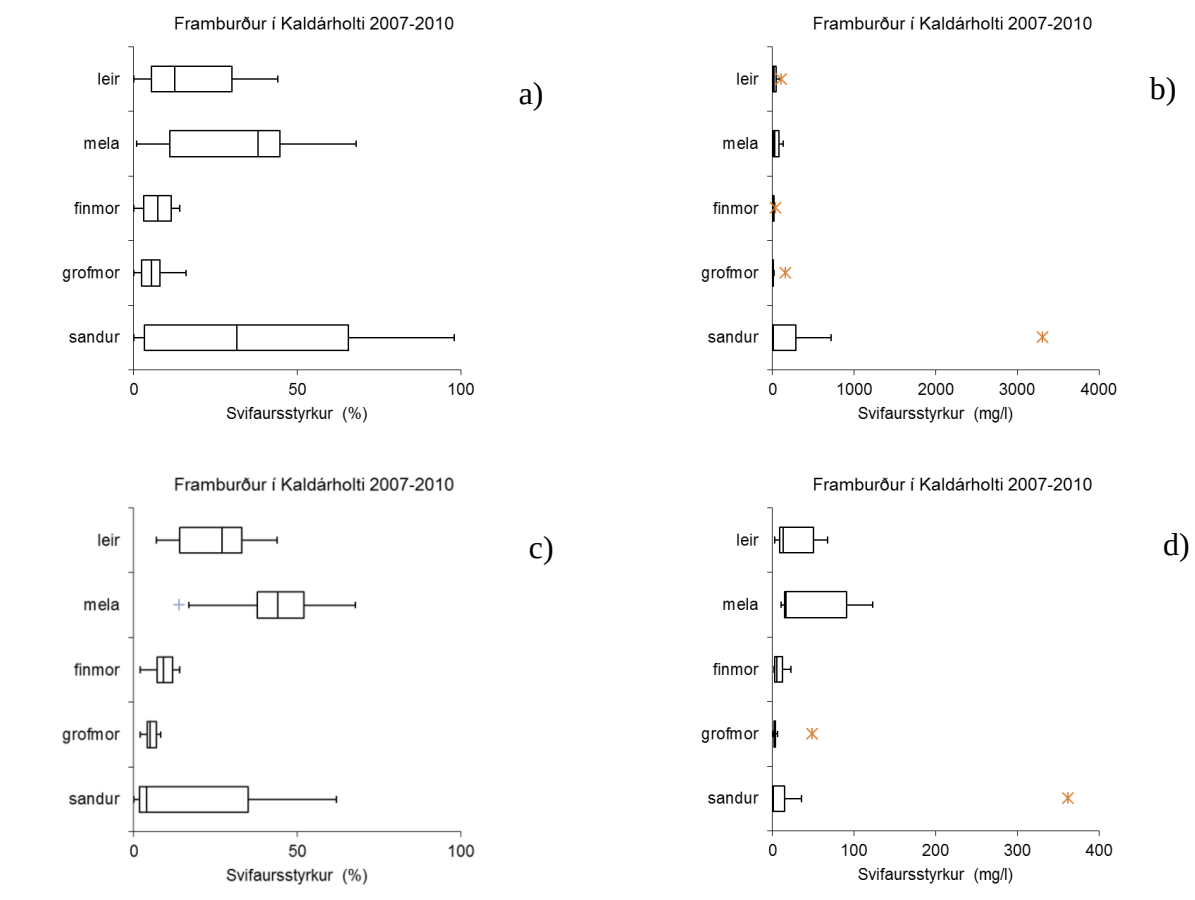
Mynd 56. a-f. Miðtangi. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum. Myndir a) og b) sýna dreifingu allra svifaurssýna en myndir c) og d) eru sýni sem notuð voru í lyklagerð. Vinstri myndinar (a og c) sýna prósentuhlutfall hvers kornastærðarflokks en hægri myndirnar (b og d) sýna dreifingu svifaursstyrks.

Tafla 30. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki annars vegar (vinstri dálkar) og styrk efnis í hverjum flokki (hægri dálkar) hins vegar, fyrir úrtökin öll sýni áranna 2005–2010 (S1, S2 og S3 sýni) og lykilsýni (þ.e. ekki S3 sýni eða athugaverð útgildi).

	%					mg/l				
	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir
Ár 2005–2010, fjöldi sýna = 22										
Lægsta gildi	0	1	1	2	1	0	1	2	12	3
Q ₁	1	1	5	38	14	1	1	3	22	8
Miðgildi	4	3	7	47	35	3	2	6	32	26
Q ₃	9	5	14	53	49	9	3	10	64	52
Hæsta gildi	95	17	20	63	58	586	37	40	126	73
IQR	8	3	9	15	35	8	2	7	43	44
Efri útlagar	95	17	#N/A	#N/A	#N/A	586	37	40	#N/A	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	2	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Lykilsýni 2005–2010, fjöldi sýna = 15										
Lægsta gildi	0	1	2	30	7	0	1	3	17	3
Q ₁	1	2	6	40	20	1	1	3	22	10
Miðgildi	5	3	8	47	40	3	2	5	29	29
Q ₃	7	5	17	52	50	5	3	9	55	52
Hæsta gildi	19	17	20	57	58	11	37	40	109	73
IQR	6	3	11	13	30	3	1	6	33	41
Efri útlagar	19	17	#N/A	#N/A	#N/A	11	37	40	109	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

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

Kaldárholt



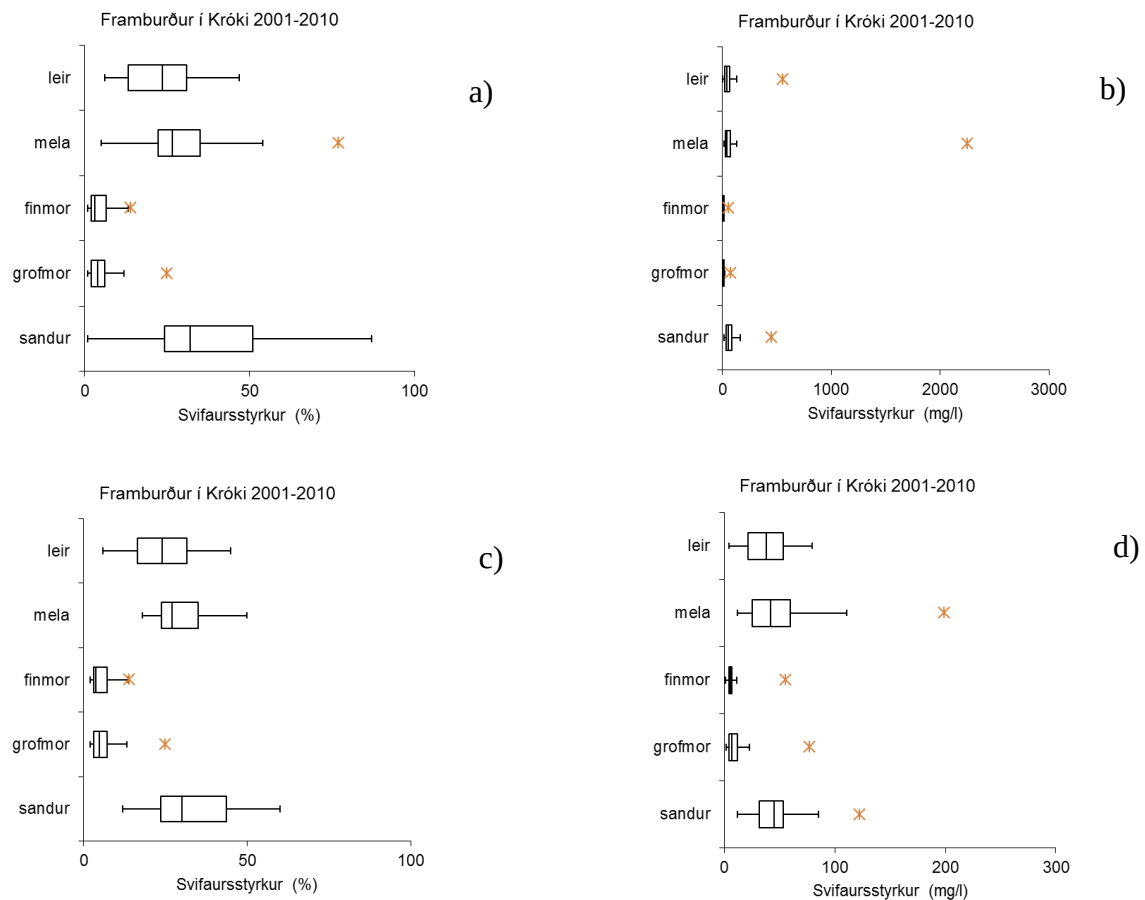
Mynd 57. a-f. Kaldárholt. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum. Myndir a) og b) sýna dreifingu allra svifaurssýna en myndir c) og d) eru sýni sem notuð voru í lyklagerð. Vinstri myndinar (a og c) sýna prósentuhlutfall hvers kornastærðarflokks en hægri myndirnar (b og d) sýna dreifingu svifaursstyrks.

Tafla 31. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki annars vegar (vinstri dálkar) og styrk efnis í hverjum flokki (hægri dálkar) hins vegar, fyrir úrtökin öll sýni áranna 2007–2010 (S1, S2 og S3 sýni) og lykilsýni (þ.e. ekki S3 sýni eða athugaverð útgildi).

	%					mg/l				
	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir
Ár 2007–2010, fjöldi sýna = 14										
Lægsta gildi	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Q ₁	3	3	3	11	6	1	2	2	15	8
Miðgildi	32	6	8	38	13	13	4	5	25	15
Q ₃	66	8	12	45	30	289	8	16	77	46
Hæsta gildi	98	16	14	68	44	3314	160	40	133	107
IQR	63	6	9	34	25	288	6	13	62	38
Efri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	3314	160	40	#N/A	107
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Lykilsýni 2007–2010, fjöldi sýna = 9										
Lægsta gildi	0	2	2	14	7	0	1	2	10	3
Q ₁	2	4	7	38	14	1	2	3	15	9
Miðgildi	4	5	9	44	27	2	3	5	16	13
Q ₃	35	7	12	52	33	15	4	12	91	50
Hæsta gildi	62	8	14	68	44	362	49	23	123	68
IQR	33	3	5	14	19	14	2	10	76	41
Efri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	122	77	56	199	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	14	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

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

Krókur



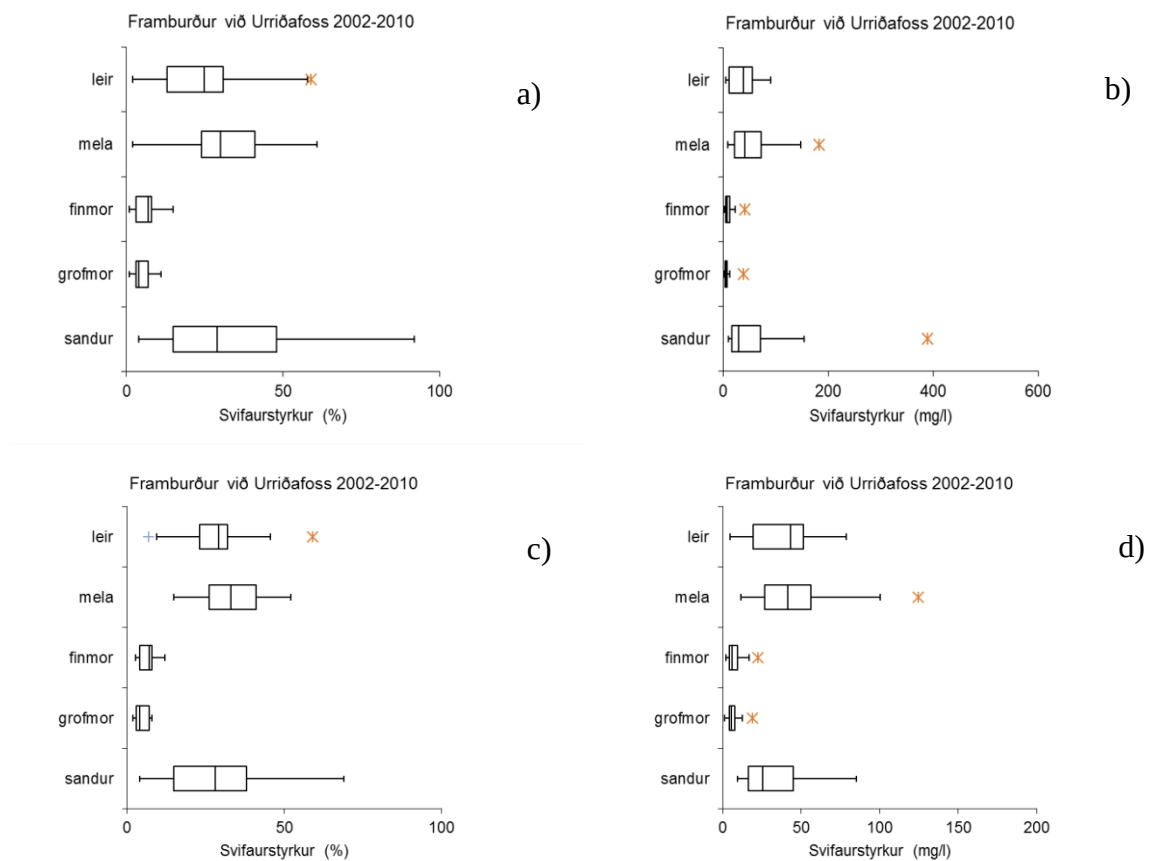
Mynd 58. a-f. Krókur. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum. Myndir a) og b) sýna dreifingu allra svifaurssýna en myndir c) og d) eru sýni sem notuð voru í lyklagerð. Vinstri myndinar (a og c) sýna prósentuhlutfall hvers kornastærðarflokks en hægri myndirnar (b og d) sýna dreifingu svifaurssýrks.

Tafla 32. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki annars vegar (vinstri dálkar) og styrk efnis í hverjum flokki (hægri dálkar) hins vegar, fyrir úrtökin öll sýni árána 2001–2010 (S1, S2 og S3 sýni) og lykilsýni (þ.e. ekki S3 sýni eða athugaverð útgildi).

	%					mg/l				
	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir
Ár 2001–2010, fjöldi sýna = 38										
Lægsta gildi	1	1	1	5	6	12	2	1	12	4
Q ₁	24	2	2	22	13	33	4	4	29	24
Miðgildi	32	4	3	27	24	51	6	5	42	42
Q ₃	51	6	7	35	31	85	10	8	71	67
Hæsta gildi	87	25	14	77	47	454	77	58	2249	555
IQR	27	4	5	13	18	53	6	4	42	43
Efri útlagar	#N/A	25	14	77	#N/A	454	77	58	2249	555
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Lykilsýni 2001–2010, fjöldi sýna = 24										
Lægsta gildi	12	2	1	14	4	12	2	1	12	4
Q ₁	26	3	3	24	18	32	4	4	25	21
Miðgildi	31	6	4	31	24	45	7	6	42	38
Q ₃	51	7	7	39	35	53	12	7	59	53
Hæsta gildi	122	25	23	102	56	122	77	56	199	80
IQR	25	4	4	15	17	21	7	3	34	32
Efri útlagar	122	25	23	102	#N/A	122	77	56	199	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

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

Urriðafoss



Mynd 59. a-f. Urriðafoss kláfur. Kassagröf sem sýna dreifingu svifaurssýna eftir kornastærðarflokkum. Myndir a) og b) sýna dreifingu allra svifaurssýna en myndir c) og d) eru sýni sem notuð voru í lyklagerð. Vinstri myndinar (a og c) sýna prósentuhlutfall hvers kornastærðarflokks en hægri myndirnar (b og d) sýna dreifingu svifaursstyrks.

Tafla 33. Hlutfall sýna í kornastærðarflokki annars vegar (vinstri dálkar) og styrk efnis í hverjum flokki (hægri dálkar) hins vegar, fyrir úrtökin öll sýni áranna 2001–2010 (S1, S2 og S3 sýni) og lykilsýni (þ.e. ekki S3 sýni eða athugaverð útgildi).

	%					mg/l				
	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir	Sandur	Grófmór	Fínmór	Méla	Leir
Ár 2007-2010, fjöldi sýna = 14										
Lægsta gildi	4	1	1	2	2	10	1	2	9	5
Q ₁	15	3	3	24	13	17	4	5	22	11
Miðgildi	29	4	7	30	25	29	6	8	41	39
Q ₃	48	7	8	41	31	71	8	12	73	55
Hæsta gildi	92	11	15	61	59	389	40	41	183	90
IQR	33	4	5	17	18	55	3	7	51	44
Efri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	59	389	40	41	183	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A
Lykilsýni 2007-2010, fjöldi sýna = 9										
Lægsta gildi	4	2	3	15	7	10	1	2	11	5
Q ₁	15	3	4	26	23	17	4	4	27	19
Miðgildi	28	4	7	33	29	25	5	6	41	43
Q ₃	38	7	8	41	32	45	8	9	56	51
Hæsta gildi	69	8	12	52	59	85	19	22	125	79
IQR	23	4	4	15	9	28	3	5	30	32
Efri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	59	#N/A	19	22	125	#N/A
Neðri útlagar	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	7	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A	#N/A

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



Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

