

Vatnalíf Svartár í Suður Þingeyjarsýslu og mat á áhrifum vatnsaflsvirkjunar

Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ.
Magnúsdóttir, Sigurður Óskar Helgason og
Jón S. Ólafsson



Veiðimálastofnun



Forsíðumynd: Ármosi á botni Svartár

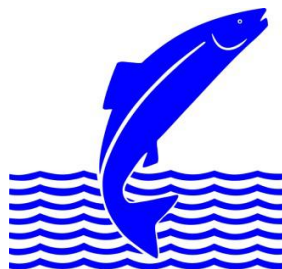
Myndataka: Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir

Vatnalíf Svartár í Suður Þingeyjarsýslu og mat á áhrifum vatnsaflsvirkjunar

Benóný Jónsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sigurður Óskar Helgason og
Jón S. Ólafsson

Selfossi og Reykjavík, febrúar 2015

Rannsóknin var unnin fyrir SSB Orku



Veiðimálastofnun

Veiðinýting • Lífríki í ám og vötnum • Rannsóknir • Ráðgjöf

Efnisyfirlit

Bls.

Ágrip	1
Inngangur	3
Staðhættir	5
Aðferðir	8
Þörungar, botndýr og lífrænt rek	8
Fiskur	10
Búsvæðamat	10
Seiði	12
Töluleg úrvinnsla	12
Niðurstöður	13
Þörungar, botndýr og lífrænt rek	13
Fiskur	19
Búsvæðamat	19
Veiðinytjar	27
Seiði	30
Umræða	33
Áhrif virkjanaframkvæmdar á vatnalífríki	38
Áhrif virkjanaframkvæmdar á veiðinytjar	40
Þakkarorð	41
Heimildir	42
Viðauki I	45

Töfluskrá

<i>Tafla 1. Botngildisstuðlar fyrir urriða.</i>	11
<i>Tafla 2. Niðurstöður mælinga á vatnshita, rafleiðni og sýrustigi.</i>	13
<i>Tafla 3. Magn blaðgrænu a á flatareiningu.</i>	14
<i>Tafla 4. Þéttleiki (fjöldi einstaklinga/m^2) fimm algengustu hópa botndýra.</i>	17
<i>Tafla 5. Magn (fjöldi einstaklinga/m^3) smádýra á reki.</i>	18
<i>Tafla 6. Niðurstöður búsvæðamats fyrir urriða</i>	23
<i>Tafla 7. Stærð búsvæða Svartár eftir framleiðslugildi</i>	27
<i>Tafla 8. Vísitala seiðapétteleika á 100 m^2 eftir aldri.</i>	30
<i>Tafla 9. Hlutfallslegt vægi (%) fæðugerða í urriðamögum</i>	31
<i>Tafla 10. Meðallengd ásamt staðalfrávik og fjöldi seiða</i>	32
<i>Tafla 11. Mat á fjölda framleiðslueininga eftir virkjunarkostum.</i>	40

Myndaskrá

1. mynd. Yfirlitsmynd af vatnasviði Svartár..	7
2. mynd. Magn blaðgrænu a á flatareiningu.....	14
3. mynd. Meðalpéttleiki botndýra.	15
4. mynd. Hlutföll fimm algengustu hópa botndýra.....	16
5. mynd. Skipting Svartár í árkafla I-XIV í búsvæðamati.	19
6. mynd. Horft upp eftir Svartá skammt neðan útfalls Svartárvatns.	20
7. mynd. Horft niður eftir Svartá á árkafla II, ofan lækjarmóta Kiðtungukvíslar.	20
8. mynd. Horft niður eftir Svartá að ármótum við Suðurá.	21
9. mynd. Séð niður eftir Húsabreiðu á árkafla III, í fjarska glampar í Víðiker.....	22
10. mynd. Árkafli VI: Horft upp eftir Krókhyl.....	22
11. mynd. Ullarfoss og árkafla VII neðan hans. Skiphylur fjærst.	23
12. mynd. Í Sellandi, árkafla IX.....	24
13. mynd. Svartá og ármót Grjótár, ofarlega á árkafla X.	24
14. mynd. Önnur kvísla Svartár við Bjarnarstaði og Rauðafell, neðarlega á árkafla X. ...	25
15. mynd. Horft upp eftir Svartárgili, árkafla XI.....	25
16. mynd. Horft niður eftir Svartá til Hólma, árkafla XII.	26
17. mynd. Svartá neðan Hólma, árkafla XIII.	26
18. mynd. Þyngd urriða og bleikju sem veiðst hefur í Svartá 2009–2014.	28
19. mynd. Fjöldi veiddra urriða á stöng í Svartá, neðan Suðurár 2009–2014.....	29
20. mynd. Lengdardreifing (cm) urriðaseiða á sýnatökustöðvum í Svartá 2014.....	33
21. mynd. Samanburður á heildarpéttleika botndýra í nokkrum lindám á landinu	35
22. mynd. Samanburður á hlutfalli rykmýs af heildarfjölda botndýra í nokkrum lindám.	36

Ágrip

Rannsóknin sem greint er frá var gerð vegna fyrirhugaðra virkjanaframkvæmda í Svartá í Bárðardal til að gefa mynd af lífríki árinna, veiðinytjum ásamt mati á hugsanlegum umhverfisáhrifum. Markmiðið var að safna upplýsingum um eðlisþætti, magn frumframleiðenda, botndýr, búsvæði fiskseiða, fiskfánu og veiðinytjar. Rafleiðni mældist há og var á bilinu 83,5–92,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í Svartá og enn hærrí í þveránum Suðurá og Grjótá, pH-gildi voru einnig há og á bilinu 7,9–8,6. Lífmassi þörungna var á bilinu 3,3–43,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ og var mestur á neðstu sýnatökustöðinni. Meðalþéttleiki botndýra var 33.752–57.617 dýr/ m^2 og var rykmý alls staðar ríkjandi botndýrahópur. Magn smádýra á reki var að meðaltali 17,9–104,3 einstaklingar í rúmmetra vatns og voru liffur og púpur rykmýsins auk bitmýslirfa alls staðar í mestu magni. Í búsvæðamati urriðaseiða í Svartá var ánni skipt í 14 árkafla og var samanlagður fjöldi framleiðslueininga metinn 10.643 FE, þar sem 39% leggjast til ofan Ullarfoss og 61% neðan Ullarfoss. Allmiklar veiðinytjar eru af urriða í Svartá en minni af bleikju. Á árunum 2009–2014 var meðalveiði urriða metin vera 1.116 fiskar og 23 bleikjur. Veiðitíminn er júní til ágúst og er flestum veiddum fiskum sleppt aftur í ána. Urriðaseiði fundust á öllum rannsóknarstöðum en aðrar tegundir seiða fundust ekki. Þéttleiki urriðaseiða var á bilinu 5,8–96,7 seiði/ 100m^2 .

Mat á áhrifum virkjanaframkvæmdar á lífríki greindi mun eftir því hvaða virkjanakostur væri valinn. Skerðing búsvæða Svartár allrar, til umráða fyrir vatnalífverur, var metin geta numið á bilinu 13,7–19,5% eftir virkjanakostum.

Veiði ofan Ullarfoss verður ekki fyrir áhrifum af framkvæmdum, en þar aflaðist 41% urriðaveiðinnar á árunum 2009–2014. Öll veiði neðan Ullarfoss mun verða fyrir áhrifum af framkvæmdum, en þar leggjast til 59% af veiðinni.

Inngangur

Svartá í Bárðardal er að stærstum hluta lindá. Upptök hennar eru annars vegar í Svartárvatni, sem er lindarvatn, og hins vegar í lindum í Suðurárbotnum. Sá hluti Svartár sem uppruninn er í Suðurárbotnum heitir Suðurá uns áin sameinast Svartá rétt norðan við Hátungur, sunnan við Húsasund. Hreinar lindár eru ekki mjög algengar hér á landi. Sé miðað við aðalvatnsföll ásamt helstu þverám þá telst fjöldi þeirra ekki vera nema 37 sem er um 10% af heildarfjölda áa. Samanlögð lengd lindáa er um 776 km sem samsvarar um 15% af heildarlengd áa hér á landi (Hilmar J. Malmquist 1998). Vistkerfi lindarvatna eru um margt sérstæð sem felst m.a. í stöðugu rennsli og hita ásamt háum styrk uppleystra jóna. Endurspeglast þetta í mikilli fjölbreytni og magni lífvera (Arnbór Garðarsson 1979, Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998, Hilmar J. Malmquist 1998) og útbreiðslu laxfiska (Sigurður Guðjónsson 1990). Vistkerfi Svartár og Suðurár í Bárðardal er lítt þekkt og ekki er vitað um neinar heimildir um rannsókn þaðan á smádýrum eða þörungum. Úttekt var gerð á laxfiskaseiðum í Svartá 1976 þar sem þéttleiki og tegundasamsetning seiða var könnuð. Megintilgangurinn var að kanna hversu vel Svartá væri fallin til laxaframleiðslu. Árinu áður hafði óþekktum fjölda sumaralinnna (0+) laxaseiða verið sleppt í ána, auk sleppinga í fleiri þverár Skjálfandafljóts. Tilgangurinn var fyrst og fremst að skoða vöxt seiðanna en ekki afkomu sleppingarinnar (Tumi Tómasson 1976). Í þessari könnun var rafveitt á fjórum stöðum í Svartá; ofan ármóta Suðurár, 500 m neðan við Ullarfoss, við Víðiker og neðst var rafveitt við Bjarnarstaði. Á öllum stöðvunum fundust urriðaseiði sem voru á aldrinum 0+ - 3+ og var þéttleiki þeirra á bilinu 1,7–42 seiði/100 m². Mestur var þéttleikinn í Svartá við Bjarnarstaði en minnstur 500 m neðan við Ullarfoss. Á tveimur efstu stöðvunum fundust laxaseiði sem sleppt hafði verið árið áður, en ekki á neðstu stöðvunum tveimur. Aðrar fisktegundir fundust ekki í þessari úttekt.

Rannsókn fór fram á fiski ásamt svif- og botndýrum í Svartárvatni 1993. Sú rannsókn var hluti af yfirlitskönnun á stöðuvötnum á Íslandi er náði til um 80 vatna víðsvegar á landinu. En auk þess hefur Náttúrurannsóknastöðin við Mývatn árlega sinnt

talningu andfugla á Svartárvatni og efri hluta Svartár og starfrækt hefur verið flugnagildra við útfallið úr vatninu frá 1990 (munnl. heimild Árni Einarsson).

Áform eru um að reisa vatnsaflsvirkjun við Svartá og nýta til hennar 18 m³/s af rennsli árinna (SSB Orka 2013). Í skýrslu þeirri sem SSB Orka leggur fram er gert ráð fyrir að virkjunin verði rennslisvirkjun og eru þar kynntir tveir kostir en meginmunur þeirra liggur í því hvar útfall frárennslis mun verða staðsett. Í báðum kostum er miðað við að inntaksstífla verði byggð í farvegi Svartár um 800 m ofan ármóta Grjótár og í báðum kostum verður virkjað vatnsmagn það sama, 18 m³/s. Frekari upplýsingar um virkjanatilhögun má nálgast í verklýsingu sem gefin var út af framkvæmdaraðila (SSB Orka 2013). Í rannsókn þeirri sem hér er kynnt var tekið mið af þessum tveimur kostum, en auk þeirra var í janúar 2015 bætt við þriðja kostinum og Veiðimálastofnun beðin um að hafa þann kost einnig með í umfjöllunum um hugsanleg áhrif virkjunar á líf í Svartá (sbr. tölvupóstur frá Þórhildi Guðmundsdóttur hjá verkfræðistofunni VERKÍS til Magnúsar Jóhannssonar Veiðimálastofnun 23. janúar 2015). Þar er gert ráð fyrir inntaksstíflu um 500 m ofan ármóta Grjótár og útfall frárennslis á nýjum stað. Ekki komu fram upplýsingar um virkjað vatnsmagn, en í skýrslunni er gert ráð fyrir sama magni og í hinum tveimur. Í viðauka eru sýndar loftmyndir sem skýra útfærslu þessa þriggja virkjanakosta.

Með rannsókn á vatnalífi Svartár 2014 er ætlunin að fá fram grunnupplýsingar um magn og fjölbreytni lífvera á þeim svæðum árinna sem verða fyrir röskun vegna fyrirhugaðrar virkjunar. Auk þess sem rannsóknin nær til nærliggjandi svæða í ánni sem ekki verða fyrir röskun og hægt verður að nota til viðmiðunar verði þörf á vöktun eða frekari rannsóknum á lífríki árinna í framtíðinni ef af virkjun árinna verður. Þessu til viðbótar var safnað saman tiltækum upplýsingum um veiðinytjar og fyrri rannsóknir í Svartá. Með þennan grunn er ætlunin að meta hugsanleg áhrif þriggja virkjunarkosta í Svartá á vatnavistkerfi hennar.

Staðhættir

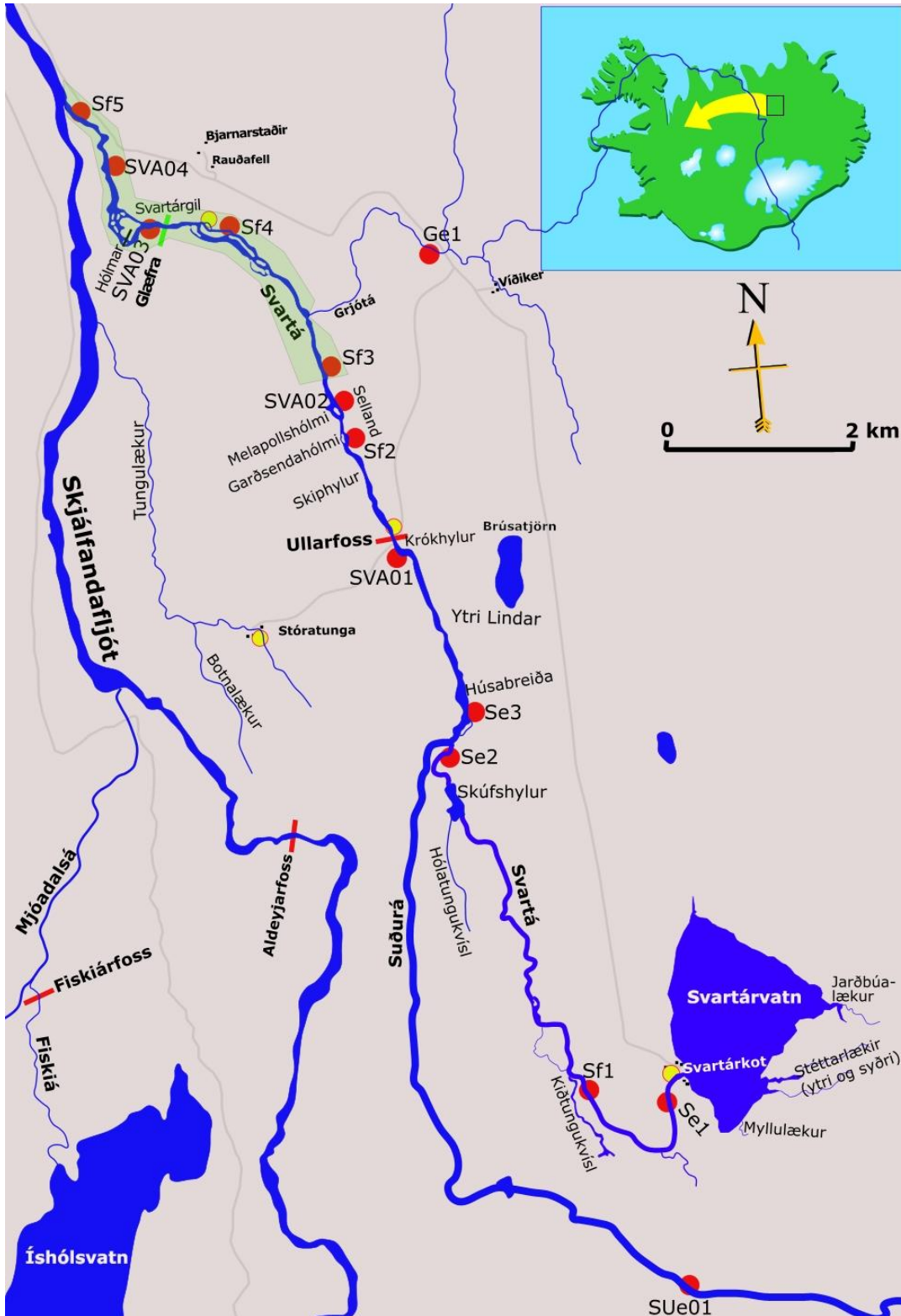
Svartá í Bárðardal á uppruna í Svartárvatni (395 m.y.s.) og í Suðurárbotnum (458 m.y.s.) sem fyrr segir. Lengd Svartár frá Svartárvatni að ármótum við Suðurá er um 7 km og renna þessar tvær ár saman um 9 km uns þær sameinast Skjálfandafljóti. Suðurá er um 20 km frá upptökum í Suðurárbotnum að ármótum við Svartá (Sigurjón Rist 1990). Svartá er vatnsmest þveráa Skjálfandafljóts og sameinast hún fljótinu til móts við Bjarnarstaði. Skjálfandafljót rennur til norðurs eftir Bárðardal og til sjávar í vestanverðum Skjálfanda. Rennsli Svartár er jafnan um fjórðungur af rennsli Skjálfandafljóts og er hlutfallið enn hærra við lágrennsli að vetri. Dagsmeðalrennsli í Svartá ofan brúar við Ullarfoss 1965–1997 var 19,5 m³/s (Páll Jónsson o.fl. 2001). Afrennsli Svartárvatns til Svartár hefur nokkrum sinnum verið mælt og reynst vera rúmir 3 m³/s (Sigurjón Rist 1953; Hörður Svavarsson og Freysteinn Sigurðsson 1986), neðan vatnsins og niður að ármótum Suðurrár bætist við 1 m³/s (Árni Hjartarson 2004).

Í Svartá eru þrjár smávirðjanir (10-40 kW). Efst virðjunin er í útfalli Svartárvatns, í landi Svartáarkots og er enn starfandi. Fyrst var virðjað þar til raforkuframleiðslu um 1950 og mannvirki endurnýjuð 1975 (Elín Baldvinsdóttir, munnlegar upplýsingar). Fiski er ekki gengt úr Svartá í Svartárvatn vegna stíflu sem reist var vegna virðjunarinnar. Smávirðjun var við Ullarfoss í landi Víðikers, hún var byggð 1970 en tekin úr notkun 2013. Neðsta virðjunin er í landi Bjarnarstaða og Rauðafells og er enn í notkun. Allar þessar smávirðjanir eru í eigu ábúenda og hefur raforkuframleiðslan verið til heimanotkunar.

Farvegur Svartár og Suðurrár liggur allur á eða í jaðri hrauna, sem saman hafa verið nefnd Bárðardalshraun og er það yngsta rúmlega tíuþúsund ára gamalt (Árni Hjartarson 2004). Hraunin eiga uppruna sinn norðan Vatnajökuls úr eldstöðvum sem taldar eru tengjast goskerfi Bárðarbungu. Eldvörpin eru þó ekki þekkt með neinni vissu þar sem talið er að jökull hafi gengið yfir þau og máð burtu ummerki á yfirborði (Árni Hjartarson 2004). Nokkrir lækir og ár renna til Svartár, á svæðinu ofan við Ullarfoss renna þrír lindarlækir til hennar, ónefndur lækur vestan Svartárvatns, Kiðtungukvísl og Hólatungukvísl neðar. Fjórða þveráin er lindáin Suðurá sem sameinast Svartá skammt

neðan Skúfshyls (1. mynd). Í raun gæti Svartá kallast þverá Suðurár en ekki öfugt, þar sem hún leggur til mun minna rennsli en sú síðarnefnda, sem auk þess á mun lengri aðdraganda. Upptök Suðurár eru í geysimiklum lindum í Suðarárbotnum og eru í hópi stærstu lindarsvæða landsins (Árni Hjartarson 2004). Suðurá rennur eftir Útbrunahrauni, sem er eitt fyrrnefndra Bárðardalshrauna og er farvegurinn því mótaður í hraungrjóti, sem víðast virðist mjög gróft.

Svartá á eina eiginlega þverá neðan við Ullarfoss, en 2,5 km neðan fossins sameinast dragáin Grjótá, hún er fremur vatnslítill og nokkuð blönduð mýrarrauða. Grjótá á sér aðdraganda allt innan úr Engitjörn í Engidal, litlu vatni eða tjörn sem er um 8 ha að stærð. Engar aðrar eiginlegar þverár er að finna neðan við Ullarfoss, utan nokkurra vatnslítilla lækjarsytra neðan Grjótár. Í raun má segja að umhverfi Svartár mótist mjög af eldvirkni, þar sem hraun hafa runnið til láglendis og gróðurásýndin markast af legu svæðisins á mörkum hálendis. Lyngmói er áberandi ofan til og kjarrmói í dalverpinu neðar. Miklir malarásar, leifar frá síðasta jökulskeiði, marka Bárðardalshraunum og Svartá farveg austan megin, með aflíðandi og víðast grónum hlíðum.



1. mynd. Yfirlitsmynd af vatnasviði Svartár. Á myndina eru merktar inn sýnatökustöðvar. Rauðir hringir tákna rannsóknarstöðvar og gulir hringir tákna heimarafstöðvar. Áhrifasvæði virkjunar m.t.t. vatnalfríkis er táknað með ljósgrænum fleti. Fossar eru merktir með þverstrikum á árfarvegi. Rauð strik tákna neðstu ófiskgengu fossa frá sjó. Græn strik tákna torfiskgenga fossa/flúðir.

Aðferðir

Sýnatökur og mælingar fóru fram á tímabilinu 30. ágúst – 3. september 2014. Vatnshiti og rafleiðni (leiðni) var mæld með YSI EcoSense EC300 mæli á alls 11 sýnatökustöðum og sýrustig (pH-gildi) mælt með YSI EcoSense pH100 mæli á fimm stöðum (1. mynd). Botngerð og staðháttum var lýst og ljósmyndir teknar af hverju svæði. Allar sýnatökustöðvar voru hnitsettar með GPS tæki miðað við WGS-84.

Þörungar, botndýr og lífrænt rek

Sýni af botndýrum, þörungum og lífrænu reki var safnað af fjórum stöðum í Svartá 30.–31. ágúst 2014. Tveir sýnatökustaðir voru innan fyrirhugaðs áhrifasvæðis virkjunar í Svartá (SVA03 og SVA04) og tveir utan þess (SVA01 og SVA02) (1. mynd). Við sýnatökur á botndýrum og þörungum var lagt út 30 m málband eftir bakka árinna. Fyrir sýnatökurnar var útbúinn listi með hnitum sem fengin voru með tilviljanatölum. Við sýnatöku voru botnsýni og steinar til blaðgrænumælinga teknir á þeim hnitum sem ákvörðuð voru með tilviljunarkenndri aðferð. Tilviljanatölurnar gáfu til kynna hvar á skilgreindu 30 m svæði meðfram árbakkanum og hvar í árfarveginum (hornrétt á straumstefnu á allt að 60 cm dýpi) ætti að taka hvert sýni. Byrjað var á sýnatökum neðst innan þessa skilgreinda svæðis og farið gegn straumi. Með því móti var komist hjá riski þar sem sýnataka átti eftir að fara fram.

Grófu reki (Coarse Particulate Organic Material) (CPOM) var safnað á sömu stöðum og þörungum og smádýrum með tveimur 363 μ m rekháfum sem komið var fyrir ofan við skilgreint sýnatökusvæði á hverri sýnatökustöð. Háfarnir tveir voru festir rækilega á botni þannig að hluti af opi háfsins væri upp úr vatni. Háfarnir voru staðsettir í straumi þannig að þeir gætu safnað því sem kynni að fljóta niður ána. Tíminn var skráður þegar háfarnir voru settir niður í ána og hvenær þeir voru teknir upp. Vatnsdýpi var mælt við op hvors háfs og straumhraði mældur með SonTek™ AD doppler straumhraðamæli. Með þessu móti var hægt að reikna út magn lífræns reks í rúmmáli á tímaeiningu. Innihald hvors háfs var tæmt í ílát og varðveitt í 70% etanóli.

Til rannsókna á lífmassa þörunga (mælt sem magn blaðgrænu *a*) voru teknir tíu steinar á hverri sýnatökustöð. Af hverjum steini voru þörungar burstaðir af með litlum vírbursta innan úr ramma (24x36 mm) sem lagður var á steininn og skolaðir með eimuðu vatni ofan í bakka. Hvert sýni var sett í 155 ml dollu og pakkað í svartan ruslapoka til að verja þau ljósi. Þegar komið var í hús að kvöldi voru sýnin síuð í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GF/C 47 mm í þvermál) við vægt sog. Að síun lokinni var sían tekin af trektinni, brotin saman til helminga og allt vatn þerrað úr henni með því að setja hana á milli samanbrotsins þerripappírs og pressa létt á í fyrstu en svo þéttingsfast. Sýninu var komið fyrir í plastglasi og sett í fljótandi köfnunarefni. Við úrvinnslu voru blaðgrænusýnin tekin úr frysti og látin þiðna á ís. Sían var þerruð með pappír svo enginn vökvi væri í henni. Blaðgrænan var leyst upp úr þörungunum á GF/C síunni með 8–12 ml af 96% etanóli og hún pressuð aðeins með skeið eða öðru áhaldi til þess að hún drægi í sig etanólið. Sýnin voru geymd í kæli (4°C) í 24 klst. fyrir mælingu og þess gætt að þau væru varin fyrir ljósi. Fyrir mælingu voru sýnin snúin niður í skilvindu í ca 5 mínútur á 2400 snún./mín. til að losna við trefjar úr GF/C síunni og óhreinindi úr sýninu og ca 4 ml teknir með pípettu í 10 × 10 ml kúvettu til mælingar á ljósgleypni. Ljósgleypnin var mæld með HACH Lange DR5000 litrófsmæli við 665 nm og 750 nm bylgjulengd, en áður hafði mælirinn verið núllstilltur með hreinni lausn af 96% etanóli. Fimm dropar af 0,1 N HCl voru settir í kúvettuna fyrir aðra mælingu og sýrunni blandað við sýnið með því að snúa henni þrisvar á hvolf. Þetta var gert til þess að koma allri blaðgrænunni yfir á niðurbrotsform, phaeophytin, svo hægt væri að reikna út magn virkrar blaðgrænu í sýninu. Útreikningar á magni blaðgrænu *a* byggjast á jöfnu eftir Lorenzen (1967) og fasta fyrir 96% etanól eftir Wintermans og De Mots (1965). Á stöð SVA-04 voru sýnin þynnt 4x með hreinu etanóli fyrir aðra mælingu þar sem styrkur blaðgrænu var mjög mikill og viðeigandi margföldunarstuðull notaður við útreikninga á magni blaðgrænu.

Sýni af smádýrum á botni voru tekin á þeim stöðum sem tilviljanatölur gáfu til kynna með því að taka stein af botni árinna (steinasýni). Steinasýni voru tekin þannig að háfi með 125 µm möskvastærð var komið fyrir hlémegin við hvern stein og steininum síðan lyf upp af botninum þannig að lífverur sem losnuðu af lentu í háfnum. Steininum

var síðan komið fyrir í fötu með síuðu vatni þar sem lífverur og gróður var burstaður af auk þess sem allt laust efni var skolað úr háfnum. Sýnið var síað í gegnum sigti (63 μm), sett í plastdöllu og varðveitt í 70% etanóllausn. Grófleiki steinanna var metinn á skalanum 1–5. Steinn með slétt yfirborð fékk gildið 1, 2 fremur slétt yfirborð, 3 fremur gróft, 4 gróft yfirborð og steinn sem hafði mjög hrjúft yfirborð var gefið gildið 5. Ofanvarp allra steina var dregið upp á blað og mesta hæð mæld. Á hverri sýnatökustöð voru tekin 10 steinasýni. Unnið var úr sex steinasýnum af tíu á hverri sýnatökustöð og voru sýni til úrvinnslu valin af handahófi. Smádyr úr hverju sýni voru grófflokkuð og helstu hópar greindir og taldir undir víðsjá. Ofanvarp hvers steins og teikning af 4 cm^2 reit var skannað inn í tölvu með myndaskanna og flatarmál steinanna metið með tölvuforriti (PixelSum 1.2) út frá fjölda punkta (pixels) í myndum steinanna og fjölda punkta í 4 cm^2 reitnum. Við útreikninga á heildarfjölda dýra voru allar fjöldatölur umreiknaðar í fjölda dýra á fermetra og meðalþéttleiki og staðalfrávik botndýra á steinunum reiknuð fyrir hverja sýnatökustöð auk lægsta og hæsta gildis.

Fiskur

Búsvæðamat

Mat á búsvæðum laxfiska var gert í allri Svartá, frá útfalli Svartárvatns og niður að ármótum Skjálfandafljóts á sama tíma og mælingar og sýnatökur fóru fram. Við búsvæðamat fyrir laxfiska var stuðst við kerfi sem hefur verið þróað erlendis en staðfært að íslenskum aðstæðum (Þórólfur Antonsson 2000).

Ánni var skipt upp í kafla með áþekkri botngerð. Farið var með ánni og tekin þversnið yfir árfarveginn að meðaltali á 730 metra fresti. Tekin voru 1–5 þversnið á hverjum kafla. Lengd hvers kafla var mæld á loftmyndum í QGIS-forriti. Hnit allra sniða voru skráð (WGS 84). Á hverju þversniði var breidd farvegsins mæld á vettvangi með fjarlægðarmæli. Ef dýpi var meira en 1 m einhvers staðar á þversniði var sérstaklega skráð breidd þess hluta. Botngerð var metin yfir sniðið eftir grófleika botnsins í eftirfarandi flokka: leir/sandur (kornastærð < 1 cm), möl (steinastærð 1-7 cm), smágrýti (7-20 cm), stórgrýti (>20 cm) og svo klöpp (tafla 1). Hlutdeild (%) hvers kornastærðarflokks var metin. Reiknað var meðaltal fyrir hlutdeild hvers

kornastærðarflokks fyrir hvern árkafla. Sökum dýpis og straumlags reyndist víðast ófært fyrir gangandi rannsóknarmann að vaða alla leiðina yfir ána, þar sem þannig háttaði til var gengið út frá því að botngerð þeirra svæða væri sú sama og þar sem vaðið var.

Tafla 1. Botngildistuðlar fyrir urriða (Sigurður Guðjónsson og Ingi Rúnar Jónsson 2010).

Botngerð	Kornastærð (cm)	Botngildi fyrir urriða
Leir / sandur	<1	0,05
Möl	1-7	0,3
Smágrýti	7-20	0,5
Stórgrýti	>20	0,1
Klöpp		0,05

Við botnmatið var Svartá skipt í 14 árkafla (I–XIV). Unnið var búsvæðamat fyrir urriðaseiði. Framleiðslugildi (FG) hvers árkafla var reiknað út frá botngerðarflokkum sem gefið er ákveðið botngildi (tafla 1) eftir mikilvægi þeirra sem búsvæði fyrir urriða (Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 1998). Einnig er hægt að nota botnmatið til að reikna botngildi fyrir lax og bleikju, en verður ekki gert hér enda finnst lax ekki á svæðinu og bleikja fáliðuð. Summa margfeldis botngildis og hlutdeildar botngerða mynda framleiðslugildi sem er mat á gæðum viðkomandi árkafla til uppeldis fyrir laxfiska.

Í skýrslunni verða notuð lýsingarorð fyrir gæði búsvæða, þar sem FG ≤10 eru rýr búsvæði; FG >10–20 fremur rýr búsvæði; FG >20–30 miðlungs búsvæði; FG >30–40 góð búsvæði og FG >40–50 eru ágæt búsvæði. Hæsta mögulega FG (bestu uppeldisskilyrði) fyrir urriða er 50 en lægsta 5. Framleiðslueiningar (FE) eru margfeldi flatarmáls botnsins og framleiðslugildis deilt með 1000. Við útreikning á framleiðsluflatarmáli hefur almennt verið miðað við að botnflötur sem er á meira en eins metra vatnsdýpi hafi helmings vægi (margfaldað með 0,5) (Þórólfur Antonsson 2000). Þetta er gert vegna þess að seiði laxfiska halda sig mest á fremur grunnu vatni og eru sjaldnast á meira en eins metra dýpi (Heggenes o.fl. 1999). Reiknuð var framleiðslubreidd á hverju sniði, þar sem breidd á yfir

eins metra dýpi fékk margfeldið 0,5 og sú tala lögð saman við árbreidd á innan við eins metra dýpi.

$$\text{Framleiðslubreidd}=(\text{árbreidd á minna en 1m dýpi})+(\text{árbreidd á meira en 1m dýpi}*0,5)$$

Við mat á áhrifum virkjunar á búsvæði laxfiska vegna skerðingar á rennsli var miðað við U-laga farveg og notuð jafnan: $y=47387\ln(x)+43980$. Þar sem y =botnflötur í m^2 og x =rennsli í m^3/s .

Seiði

Þéttleiki og tegundasamsetning fiskseiða var könnuð á þremur stöðum í Svartá, innan skilgreinds áhrifasvæðis fyrirhugaðrar virkjunar (Sf3–Sf5) og ofan skilgreinds áhrifasvæðis (Sf1–Sf2) (1. mynd). Seiðin voru veidd með rafveiðitæki og var þá veitt á afmörkuðum svæðum á hverjum sýnatökustað. Farin var ein yfirferð yfir hvert svæði. Vísitala á þéttleika seiða var síðan reiknuð út frá þeim fjölda sem veidd voru og stöðluð við $100 m^2$. Þessi aðferð gefur ekki heildarþéttleika þar sem aðeins hluti seiðanna veiðist en gefur þó vísbendingu um þéttleika seiða. Aðferðin telst vera góð nálgun við mat á þéttleika eins árs og eldri seiða en er síðri fyrir seiði á fyrsta ári (Friðþjófur Árnason o.fl. 2005).

Öll seiði sem veiddust voru tegundargreind, lengdarmæld (sýlingarlengd) og hjá hluta þeirra var fæða athuguð, ýmist á staðnum eða fæðan varðveitt í etanóli og greind síðar undir víðsjá. Dýr úr fæðu voru greind til hópa og metið rúmmálshlutfall hvernar fæðugerðar. Jafnframt var fylli maga metin þar sem 0 er tómur magi og 5 troðfullur. Úr sömu fiskum og magainnihald var greint úr voru tekin kvarna- og hreistursýni til ákvörðunar á aldri seiðanna. Seiðum var safnað til rannsókna á öllum sýnatökustöðvum.

Töluleg úrvinnsla

Til að bera saman breytileika á magni blaðgrænu á milli stöðva var notað óparametrískt próf, Kruskal – Wallis, fyrir tilviljanakennt úrtak og Tukey próf (*post hoc*) við frekari greiningu á breytileika milli stöðva. Við samanburð á þéttleika botndýra milli stöðva var notuð ferveikagreining (One Way Analysis of Variance). Tölfræðileg úrvinnsla var unnin í Microsoft Excel 2010 og SigmaPlot 12.3.

Niðurstöður

Vatnshitinn í Svartá var á bilinu 6,5 til 9,1°C þá daga sem sýnatökur og mælingar stóðu yfir. Hæstur hiti var í ánni við útfallið úr Svartárvatni (Se1), en kólnaði við ármót Suðurár (Se2). Vatnshiti Suðurár var 6,6°C ofan Svartáarkots (SUE1). Lægstur hiti mældist í Svartá 6,5°C neðan Svartárgils (SVA03). Leiðni í Svartá var á bilinu 83,5 til 92,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lægst við útfall Svartárvatns en fór hækkandi eftir því sem neðar dró. Leiðni í Suðurá var 90,7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ og 122,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í Grjótá (Ge1). Sýrustig (pH) í Svartá var á bilinu 7,9 til 8,6, en vatn Grjótár var aðeins súrara, þar sem pH var 7,6 (tafla 2).

Tafla 2. Niðurstöður mælinga á vatnshita, rafleiðni (stöðluð gildi við 25°C) og sýrustigi á sýnatökustöðvum í Svartá, Suðurá og Grjótá ásamt hnitum sýnatökustöðva. Einnig er sýnt hvaða þættir voru mældir á einstökum stöðvum (botndýr, þörungar eða rafveiði).

Vatnsfall	Stöð	Dags	Hnit °N	WGS84 °V	Botndýr	Þörungar	Rafveiði	Vatnshiti °C	Rafleiðni $\mu\text{S}/\text{cm}$ (við 25°C)	Sýrustig pH
Suðurá	Sue1	1.9.2014	65°19.408	17°15.377				6,6	90,7	
Svartá	Se1	1.9.2014	65° 20.338	17° 15.039				9,1	83,5	
Svartá	Sf1	2.9.2014	65° 20.445	17° 16.124			X			
Svartá	Se2	2.9.2014	65°22.387	17°17.895				7,9	83,7	
Svartá	Se3	2.9.2014	65°22.620	17°17.458				7,0	89,9	
Svartá	SVA01	30.8.2014	65° 23.629	17° 18.254	X	X		8,7	89,9	8,6
Svartá	Sf2	2.9.2014	65° 24.289	17° 18.897			X	8,1	87,7	
Svartá	SVA02	30.8.2015	65° 24.484	17° 19.040	X	X		8,4	89,7	8,5
Svartá	Sf3	2.9.2014	65° 24.665	17° 19.173			X			
Grjótá	Ge1	1.9.2014	65° 25.322	17° 17.466				8,1	122,1	7,6
Svartá	Sf4	3.9.2014	65° 25.502	17° 20.389			X			
Svartá	SVA03	31.8.2015	65° 25.600	17° 21.596	X	X		6,5	92,1	7,9
Svartá	SVA04	31.8.2015	65° 26.007	17° 22.026	X	X		6,7	91,8	8,1
Svartá	Sf5	3.9.2014	65° 26.312	17° 22.517			X	7,0	88,8	

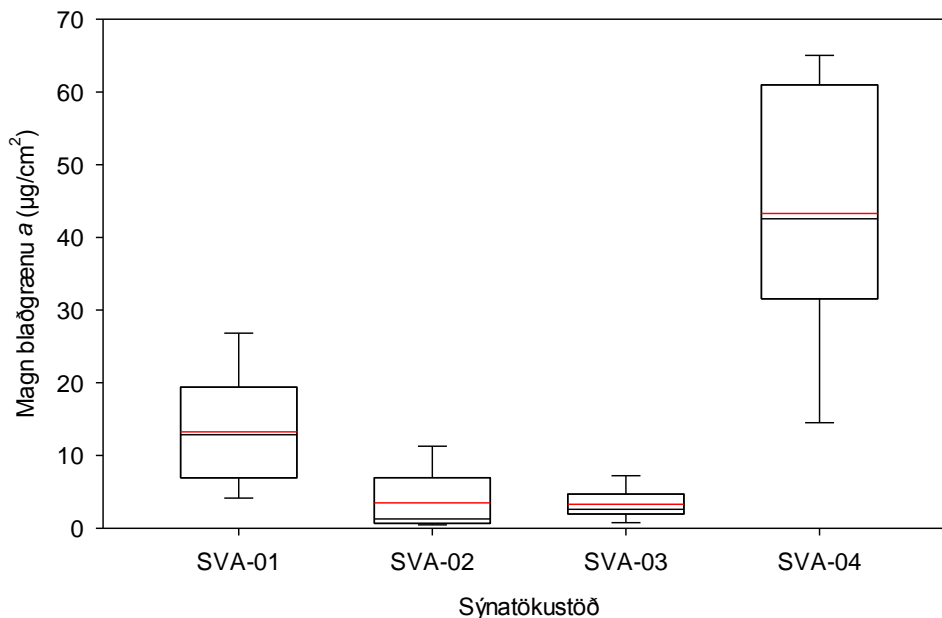
Þörungar, botndýr og lífrænt rek

Magn blaðgrænu á steinum gefur upplýsingar um lífmassa þeirra á botni og mældist hún að meðaltali mest á stöð SVA-04 í Svartá 43,3 $\mu\text{g}/\text{cm}^2$. Töluverður breytileiki var á milli einstakra sýna á magni blaðgrænu og var munur á hæsta og lægsta mæligildi meiri á

þeim stöðum þar sem mosi var meira áberandi á botni, en þar mældist blaðgræna einnig að meðaltali lægri $3,5 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (SVA-02) og $3,3 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (SVA-03). Á Stöð SVA-01 var magn blaðgrænu að meðaltali $13,2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (tafla 3, 2. mynd). Nokkur munur var á magni blaðgrænu *a* milli sýnatökustöðva í Svartá og reyndist sá munur tölfræðilega marktækur (Kruskal-Wallis: $P < 0,001$). Við frekari greiningu á breytileika milli einstakra stöðva með Tukey prófi (*post hoc*) reyndist magn blaðgrænu marktækt meira á stöð SVA-04 en á stöð SVA-02 og SVA-03. Eins var magn blaðgrænu marktækt meira á stöð SVA-01 en á stöð SVA-02.

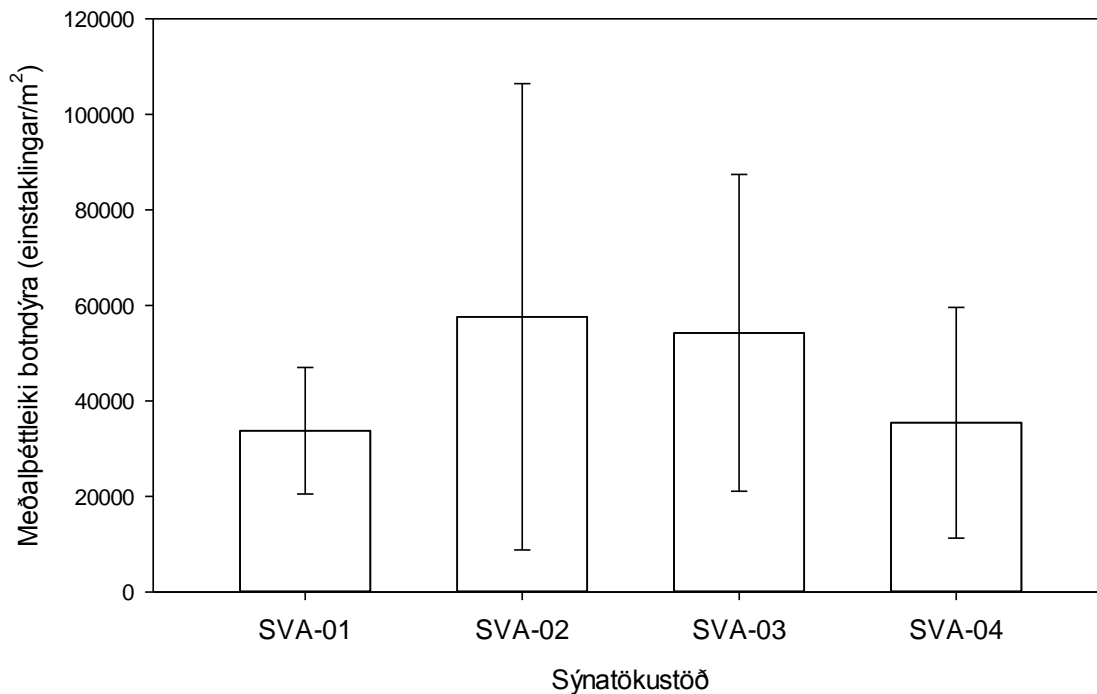
Tafla 3. Magn blaðgrænu *a* á flatareiningu á fjórum sýnatökustöðum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014. Sýnd eru meðaltöl, staðalfrávik meðaltalsgilda, lágsta og hæsta gildi.

Vatnsfall	Stöð	Dagsetning	Blaðgræna <i>a</i> $\mu\text{g}/\text{cm}^2$			
			Meðaltal	Staðalfrávik	Lágsta gildi	Hæsta gildi
Svartá	SVA-01	30.8.2014	13,2	7,6	4,1	27,3
Svartá	SVA-02	30.8.2014	3,5	3,9	0,5	11,7
Svartá	SVA-03	31.8.2014	3,3	2,2	0,7	7,2
Svartá	SVA-04	31.8.2014	43,3	17,0	13,6	65,2



2. mynd. Magn blaðgrænu *a* á fjórum sýnatökustöðum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014. Lárétt mörk kassanna sýna hvar neðri (25%) og efri (75%) mörk mælinga liggja. Lóðrétt lína sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinga liggja. Lárétt svört lína innan hvers kassa sýnir miðgildi fyrir hverja stöð og rauð lína meðaltal.

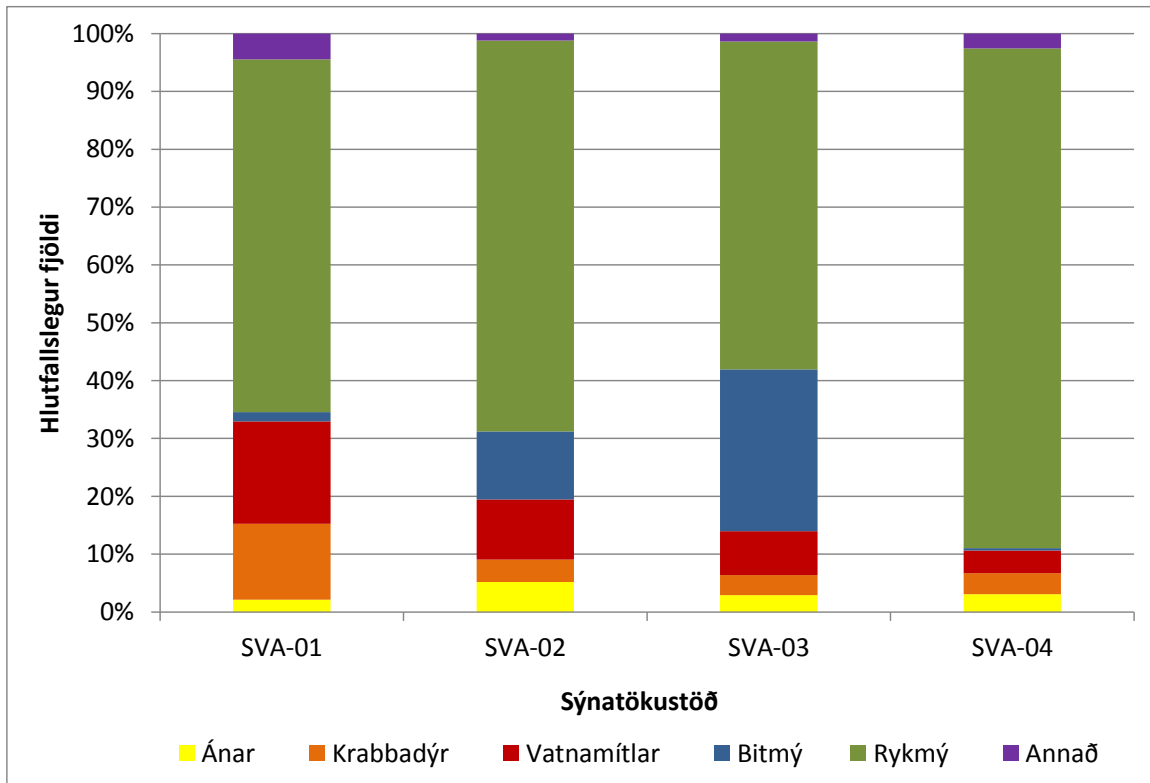
Meðalþéttleiki botndýra á steinum í Svartá var á bilinu 33.752–57.617 dýr/m² (3. mynd, tafla 4). Nokkur munur var á milli einstakra steinasýna á þéttleika botndýra og var hann heldur meiri á þeim stöðum þar sem mosi var meira áberandi á botni, en þar var þéttleiki botndýra einnig meiri 57.617 dýr/m² (Stf.=48.832) (SVA-02) og 54.256 dýr/m² (Stf.=33.180) (SVA-03). Á eftstu og neðstu sýnatökustöðinni var meðalþéttleiki botndýra heldur minni 33.752 dýr/m² (Stf.=13.248) (SVA-01) og 35.434 (Stf.=24.156) (SVA-04) (3. mynd, tafla 4) en munur á þéttleika botndýra milli stöðva var þó ekki tölfræðilega marktækur (One Way Analysis of Variance: P=0,472).



3. mynd. Meðalþéttleiki botndýra (meðalfjöldi einstaklinga/m²) og staðalfrávik meðalþéttleikans (lóðréttar línur) á fjórum sýnatökustöðvum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014.

Í Svartá var rykmý (Chironomidae) (lirfur og púpur) alls staðar ríkjandi hópur botndýra á steinum og var hlutdeild þess af heildarfjölda botndýra á bilinu 56,7–86,4% og meðalþéttleiki 20.593–38.948 dýr/m². Hluteild rykmýs var mest á neðstu sýnatökustöðinni (SVA-04) en minnst á stöð SVA-03 (4. mynd, tafla 4). Bitmý (Simuliidae) (lirfur og púpur) var næst algengasti hópur botndýra á stöð SVA-03 (28%) og SVA-02 (11,8%) en hlutdeild þess var lítil á efstu og neðstu sýnatökustöðinni 1,6% (SVA-01) og

0,4% (SVA-04). Meðalþéttleiki bitmýs á öllum botndýrastöðvum var á bilinu 146–15.180 dýr/m² og var hann mestur á stöð SVA-03.



4. mynd. Hlutföll fimm algengustu hópa botndýra á fjórum sýnatökustöðum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014. Sjaldgæfari dýrahópar eru settir saman í hóp sem „önnur dýr“.

Hlutdeild vatnamítla (*Hydrachnellae*) var á bilinu 3,9–17,7% og meðalþéttleiki þeirra 1.389–5.977 dýr/m². Hlutdeild þeirra og meðalþéttleiki var minnstur á stöð SVA-04 en mest á SVA-01. Meðalþéttleiki krabbadýra (*Crustacea*) var á bilinu 1.285–4.432 dýr/m² og ána (*Oligochaeta*) 715–2.984 dýr/m². Hlutdeild krabbadýranna var 3,5–13,1% en ánanna 2,1–5,2%. Önnur dýr fundust einnig en hlutdeild þeirra var að jafnaði lág eða samtals á bilinu 1,2–4,4% og meðalþéttleiki lítill (694–1.499 dýr/m²). Önnur dýr voru Örmlur (*Hydra*), sniglar (*Gastropoda*), bessadýr (*Tardigrada*), lirfa vatnabjöllu (*Coleoptera*), steinflugugyðla (*Plecoptera*), vorflugulirfur (*Trichoptera*), bakkabreddulirfur (*Empididae*), lirfur af ætt *Limonidae* og ógreindar tvívængjupúpur.

Tafla 4. Þéttleiki (fjöldi einstaklinga/m²) fimm algengustu hópa botndýra á fjórum sýnatökustöðvum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014. Sýndur er meðalþéttleiki, staðalfrávik meðalþéttleikans, minnsti og mesti fjöldi ásamt hlutalli (%) hvers dýrahóps. Sjaldgæfari líveruhópar voru sameinaðir sem „önnur dýr“.

SVA-01

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Ánar (Oligochaeta)	715	580	0	1.354	2,1
Krabbadýr (Crustacea)	4.432	2.902	2.319	10.018	13,1
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	5.977	6.687	1.899	19.286	17,7
Bitmý (Simuliidae)	536	943	0	2.438	1,6
Rykmý (Chironomidae)	20.593	8.185	11.646	34.177	61,0
Annað	1.499	473	949	2.288	4,4
Samtals fjöldi	33.752	13.248	23.022	57.491	

SVA-02

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Ánar (Oligochaeta)	2.984	3.363	514	9.523	5,2
Krabbadýr (Crustacea)	2.241	2.434	288	6.423	3,9
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	5.977	3.573	1.152	9.769	10,4
Bitmý (Simuliidae)	6.773	8.690	257	20.359	11,8
Rykmý (Chironomidae)	38.948	38.612	6.913	94.637	67,6
Annað	694	569	0	1.285	1,2
Samtals fjöldi	57.617	48.832	13.969	124.782	

SVA-03

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Ánar (Oligochaeta)	1.571	996	296	2.849	2,9
Krabbadýr (Crustacea)	1.896	420	1.280	2.469	3,5
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	4.108	2.787	296	8.162	7,6
Bitmý (Simuliidae)	15.180	14.340	3.950	34.249	28,0
Rykmý (Chironomidae)	30.754	17.980	6.518	51.694	56,7
Annað	746	745	148	2.073	1,4
Samtals fjöldi	54.256	33.180	14.814	98.587	

SVA-04

Lífveruhópar	Meðaltal	Staðalfrávik	Lágmark	Hámark	Hlutfall %
Ánar (Oligochaeta)	1.086	1.055	0	2.728	3,1
Krabbadýr (Crustacea)	1.285	1.527	215	4.287	3,6
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	1.389	1.035	215	2.923	3,9
Bitmý (Simuliidae)	146	169	0	390	0,4
Rykmý (Chironomidae)	30.617	20.624	14.580	70.934	86,4
Annað	912	398	430	1.452	2,6
Samtals fjöldi	35.434	24.156	16.645	82.432	

Magn smádýra á reki í Svartá 30. og 31. ágúst 2014 var að meðaltali 17,9–104,3 einstaklingar í hverjum rúmmetra (tafla 5). Mest var magn smádýra á efstu stöðvunum tveimur, en töluvert færri dýr voru í hverjum rúmmetra vatns á neðri stöðvunum. Lirfur og púpur rykmýsins, ásamt bitmýslirfum voru ríkjandi í sýnunum á öllum

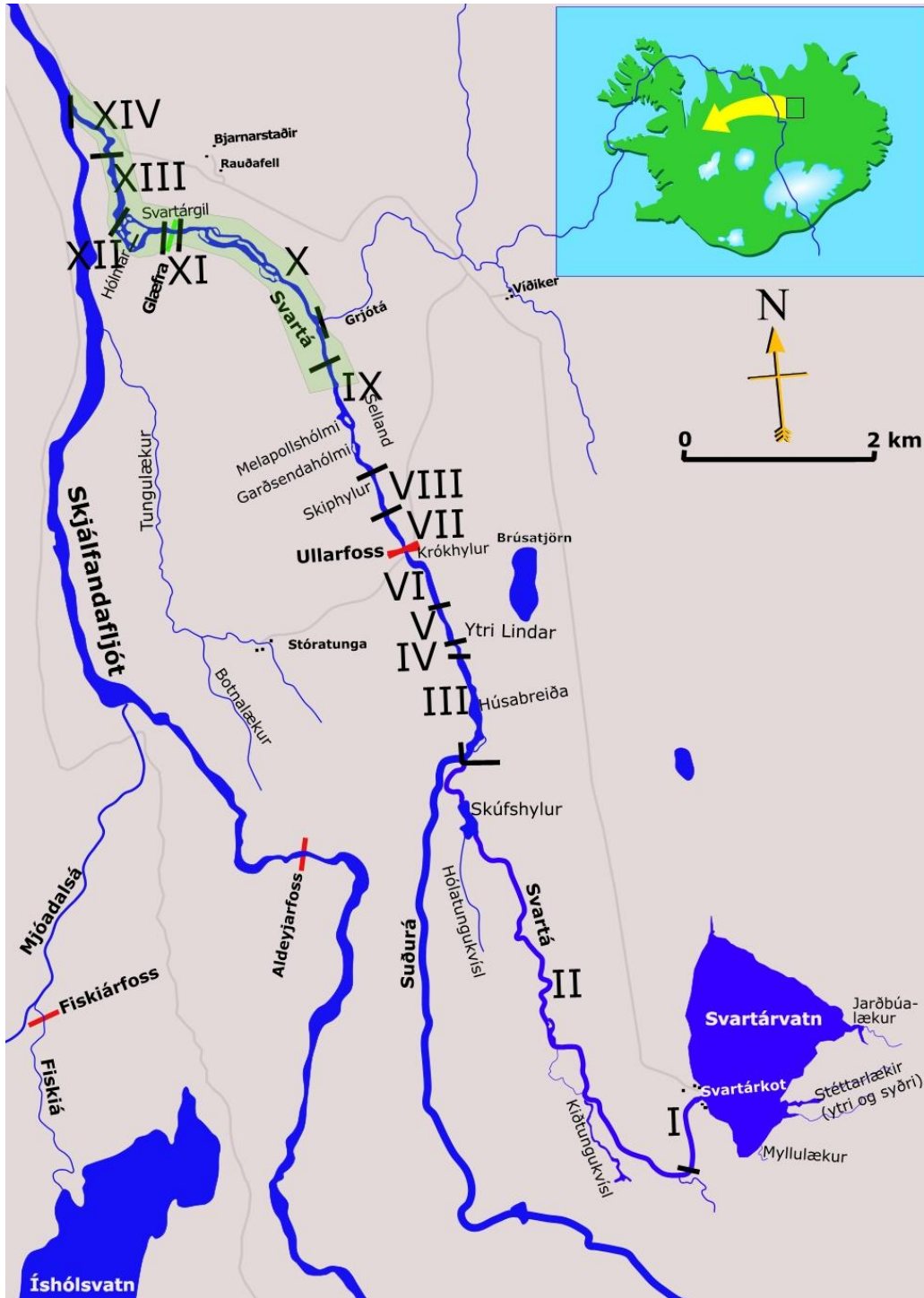
sýnatökustöðvunum. Auk þess voru vatnaflær í töluverðu magni á öllum stöðvunum og fullorðin skordýr (tvívængjur), sem voru áberandi á neðri tveimur stöðvunum (tafla 5).

Tafla 5. Magn (fjöldi einstaklinga/m³) smádyra á reki á fjórum sýnatökustöðvum í Svartá 30. og 31. ágúst 2014. Sýndar eru niðurstöður fyrir tvö rekháfssýni af hverri stöð.

Stöð	SVA-01	SVA-01	SVA-02	SVA-02	SVA-03	SVA-03	SVA-04	SVA-04
Dagsetning	30.08.14	30.08.14	30.08.14	30.08.14	31.08.14	31.08.14	31.08.14	31.08.14
Rek nr.	1	2	1	2	1	2	1	2
	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³	fj./m ³
Örmlur (Hydra)	0,28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ánar (Oligochaeta)	0,00	0,64	0,00	0,19	0,37	0,00	0,00	0,00
Sniglar (Gastropoda)	0,56	0,95	0,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Árfætlur (Copepoda)	1,95	6,04	1,63	1,67	1,30	0,61	0,95	0,47
Vatnaflær (Cladocera)	25,13	25,45	28,82	10,40	12,28	7,46	6,11	3,42
Vatnamítlar (Hydrachnellae)	1,40	6,04	1,63	1,11	2,05	0,61	1,29	0,53
Vatnsköttur (Coleoptera lirfa)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07	0,00	0,00
Vorflugulirfur (Trichoptera)	0,00	0,32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Bitmýslirfur (Simuliidae L)	11,45	7,95	26,65	5,76	3,91	3,56	1,46	1,58
Rykmýslirfur (Chironomidae L)	32,11	72,21	29,36	7,06	5,40	4,98	2,52	2,89
Rykmýspúpur (Chironomidae P)	1,40	5,09	14,14	5,76	16,37	9,21	2,75	3,63
Bakkabreddulirfur (Empididae L)	0,84	0,95	1,63	0,19	0,19	0,13	0,22	0,11
Lækjarflugulirfur (Muscidae L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Könguló (Araneae)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
Tvívængjur (Diptera)	5,31	2,54	25,01	8,36	14,89	8,00	3,14	4,68
Samtals fjöldi dýra	80,42	128,20	129,42	40,50	56,75	34,63	18,44	17,40

Fiskur

Búsvæðamat



5. mynd. Yfirlitsmynd af Svartá ásamt hluta Suðurár og Skjálfandafljóts þar sem sjá má afmörkun á árkjöflum sem búsvæðamat Svartár tók til. Áhrifasvæði virkjunar m.t.t. vatnalfríkis er táknað með ljósgrænum fleti.

Svartá ofan Ullarfoss

Árkafli I náði frá stíflu við útfall Svartárvatns og mældist 802 m langur (5. mynd). Í útfalli vatnsins er gömul stífla og vatnsaflsvirkjun. Rennsli neðan útfallsins hefur verið mælt 3 m³/s. Á þessum kafla var áin víðast um 30 m breið og bar mest á þéttum leirbotni með stórgrýti



6. mynd. Horft upp eftir Svartá skammt neðan útfalls Svartárvatns innanum. Lágur grasbrekkur lágu að ánni efst en bakkar eru lægri neðar á árkaflanum (6. mynd). Lítil halli er á farveginum en straumur þó nokkur. Framleiðslugildi (FG) kaflans var fremur lágt eða 11,8 sem jafngildir 21% af hámarksgildi. Framleiðsluflötur þessa kafla var um 2,5 ha og framleiðslueiningar (FE) 292 (tafla 6).

Árkafli II var 6.490 m langur og náði að ármótum Suðurár (5. mynd). Á þessum kafla rennur áin um nokkurn halla. Alls staðar voru grónir bakkar og smáhólmar hér og hvar í ánni, grasivaxnir efst en neðar voru hólmar og bakkar þaktir lyngmóa, víðikjarri og var birki einnig að finna þar. Botninn



7. mynd. Horft niður eftir Svartá á árkafla II. ofan lækjarmóta Kiðtungukvísar. einkenndist af hraungrýti, mest smágrýti (þvermál steina 7–20 cm) en stórgrýti innanum. Lítið var af möl (1–7 cm) á þessum kafla. Víðast var stríður straumur en litlir djúpir hyljir á köflum (7. mynd). Gróðurþekja á botni jókst eftir því sem neðar dró, mest bar á mosa

sem líklega var ármosi (*Fontinalis antipyretica*) og var þekja hans um 80% þar sem mest var. Ofar á kaflanum var gróðurþekja minni, á bilinu 1–10%. Þörungagróður var oft áberandi með bökkum en mosagróður úti í ánni. Kísilþörungurinn vatnaflóki (*Didymosphenia geminata*) var áberandi, með allt að 90% þekju neðarlega á þessum kafla árinna. Efst á árkaflanum sameinast ánni ónefndur lindarlækur úr suðri, neðar rennur lindarlækurinn *Kiðtungukvísl* út í Svartá og neðarlega á árkaflanum rennur síðan *Hólatungukvísl* til Svartár. Á neðsta hluta árkaflans rennur Svartá um *Skúfshyl*, sem virtist hyldjúpt smávatn. Skúfshylur var ekki skoðaður sérstaklega. Framleiðslugildi kaflans var 15,2 sem jafngildir 28% af hámarksgildi. Framleiðsluflötur árkafla II var um 13,5 ha og framleiðslueiningar hans samtals 2.047 (tafla 6).

Árkafli III náði frá ármótum Svartár og Suðurár og þaðan 1.076 m niður eftir ánni (5. mynd). Neðan ármótanna (8. mynd) rann áin í nokkuð þröngum farvegi, á grófum hraunbotni, en við Húsabreiðu breikkaði farvegurinn og var bæði halli og straumur minni en ofar. Allnokkrar malareyrar voru efst á Húsabreiðu þar sem



8. mynd. Horft niður eftir Svartá að ármótum við Suðará (kemur frá vinstri fyrir miðri mynd).

var göngufært yfir ána á stóru malarbroti. Kísilþörungur á botni voru áberandi með allt að 80% þekju og ármosi var víða með um 10% þekju. Við Húsabreiðu rann áin milli lágrar hraunbrúnar að vestan en austan megin voru brattar grasbrekkur og víðast hyldýpi (9. mynd). Framleiðslugildi kaflans var 21,7 sem jafngildir 39% af hámarksgildi. Framleiðsluflöturinn var um 8,2 ha þar sem 3,9 ha voru á innan við 1 m dýpi. Framleiðslueiningar árkafla III voru því 1.307 (tafla 6).

Árkafli IV var stuttur bútur af ánni neðan Húsabreiðu. Á þessu svæði voru klapparflúðir þar sem þrengdi að ánni og því víða stríður straumur. Þessi kafli árinna var 216 m að lengd og víðast um 20 m breiður (5. mynd). Framleiðslugildi kaflans var 11,8 sem jafngildir 21% af hámarksgildi. Framleiðsluflöturinn var um 0,4 ha. þar sem 0,2



9. mynd. Séð niður eftir Húsabreiðu á árkafli III. í fjarska glampar í Víðiker.

ha voru á innan við 1 m dýpi. Framleiðslueiningar árkafli IV voru 38 (tafla 6).

Árkafli V lá fram með *Ytri Lindum*, þar sem Svartá breiðir aftur úr sér neðan við kafla IV (5. mynd). Þarna rann áin milli brattrar hlíðar og hraunbrúna við vesturbakkann, í löngum djúpum hyl. Kafllinn var 498 m að lengd. Framleiðslugildi hans var 12,8 og framleiðsluflötur um 2,0 ha, þar sem 1,5 ha voru á innan við 1 m dýpi. Framleiðslueiningar árkafli V voru því 224 (tafla 6).

Árkafli VI var neðsti kafllinn ofan Ullarfoss sem var 730 m langur og flatarmál hans 2,2 ha. þar sem 0,6 ha voru á innan við 1 m dýpi (5. mynd). Efst og neðst á kaflanum rann áin í þröngum farvegi og var víða straumhörð. Skammt ofan brúar er Krókhylur (10. mynd) en hann er um 320 m langur. Þar var áin djúp og lítill straumur. Framleiðslugildi kaflans var 16,3 og framleiðslueiningar hans 225 (tafla 6).



10. mynd. Árkafli VI: Horft upp eftir Krókhyl.

Tafla 6. Niðurstöður búsvæðamats fyrir urriða í Svartá skipt eftir árköflum. Fram kemur hlutdeild (%) hvers botngerðarflokks. FG er framleiðslugildi og FE framleiðslueiningar/1000.

Vatnsfall	Árkafli	Framleiðslubreidd (m)		Lengd (m)	Leir/sandur (< 1 cm)	Möl (1-7 cm)	Smágrýti (7-20 cm)	Stórgrýti (> 20 cm)	Klöpp	FG	Framleiðsluflötur (m ²)	FE	FE/km
Svartá	I	31	31	802	65	5	10	20	0	11,8	24.862	292	364
Svartá	II	21	21	6490	4	7	28	23	38	15,2	134.992	2047	315
Svartá	III	36	76	1076	42	15	27	13	3	21,7	81.776	1307	1214
Svartá	IV	10	20	216	0	0	10	45	45	11,8	4.320	38	176
Svartá	V	31	40	498	15	8	13	40	25	12,8	19.920	224	449
Svartá	VI	8	30	730	10	10	15	40	25	16,3	21.900	225	309
Svartá	VII	35	35	312	0	5	30	40	25	21,8	10.920	238	761
Svartá	VIII	8	53	325	90	0	5	5	0	7,5	17.225	74	229
Svartá	IX	44	44	1343	8	35	43	10	5	33,4	59.092	1972	1469
Svartá	X	29	29	2497	1	30	47	23	0	34,6	71.165	2461	985
Svartá	XI	10	10	288	0	0	5	15	80	8,0	2.880	23	80
Svartá	XII	30	30	300	0	40	35	10	15	31,3	17.900	559	1865
Svartá	XIII	10	79	1138	30	15	10	5	40	13,5	89.333	680	597
Svartá	XIV	31	31	772	0	10	30	0	60	21,0	23.932	503	651
Samtals:				16.787							580.217	10.643	

Svartá neðan Ullarfoss

Árkafli VII sem var neðan við Ullarfoss var 312 m langur (5. mynd) og 27–44 m breiður (11. mynd). Þar féll áin um straumharða hrauntröð. Botninn þar var að mestu gróf hraunklöpp og víða stórgrýttur. Stærð framleiðsluflatar var um 1,1 ha og alls staðar virtist grynna en 1 m. Framleiðslugildi kaflans var 21,8 og framleiðslueiningar samtals 238 (tafla 6).



11. mynd. Ullarfoss og árkafli VII neðan hans, Skipphylur fjærst.

Árkaflí VIII. *Skiphyllur*, var 325 m að lengd (5. mynd). Þar var bæði halli og straumur lítill. Dýpi var víðast meira en 1 m, nema með bökkum þar sem grynna var. Flatarmál árkaflans var alls 1,7 ha, þar sem 0,3 ha voru á grynna vatni en 1 m. Framleiðslugildi kaflans var 7,5 og framleiðslueiningar alls 74 (tafla 6).

Árkaflí IX var 1.343 m langur, neðan Skiphylls (5. mynd), þar sem áin fellur með *Sellandi* (tún í landi Víðikers). Á þessum kafla var áin straumhörð og rann á smágrýtis- og malarbotni í þröngum farvegi (12. mynd).



12. mynd. Í *Sellandi*, árkaflí IX.

Árbreiddin var á milli 20–50 m, nema í *Melapólli*, þar sem breiddin var allt að 105 m. Farvegur árinna liggur með hraunbrún að vestanverðu, þar sem staka hrauntangar skaga út í ána. Hraunbrúnnin var vaxin gróðri ofantil en neðar varð hraunið hrjóstrugra og umhverfið gróðursnauðara. Dýpi var víðast nokkuð jafnt þvert yfir ána, oftast milli 0,4–0,8 m. Tveir hólmar eru á árkaflanum, *Garðsenda-* og *Melapóllshólmi*. Flatarmál árkaflans var 5,9 ha og framleiðslugildi 33,4. Samtals voru 1.972 framleiðslueiningar á þessum kafla (tafla 6).

Árkaflí X var 2.497 m að lengd, 24–38 m breiður og dýpi víðast hvar 0,4–0,6 m (5. mynd). Efst rann áin í þröngu lágu gili, þar sem stórgrýti og smágrýti var uppistaða botnefnis. Ofarlega á kaflanum fellur Grjótá til Svartár (13. mynd). Í gílinu voru nokkrir hávaðar eða flúðir, metið var að fiskgengt væri um það upp á árkafla IX. Neðar þar



13. mynd. Svartá og ármót Grjótár, ofarlega á árkafla X.

sem gilinu sleppir kvíslaðist áin í tvær meginkvíslar og rann um grasi grónar áreyrar (14. mynd).

Straumur varð minni eftir því sem neðar dró, en samt sem áður þó nokkuð stríður og þar var botninn fingerðari en ofar þar sem möl og smágrýti voru ríkjandi. Neðarlega á kaflanum er gömul 10 kw rennslisvirkjun frá Bjarnarstöðum. Samtals var kaflinn um 7,1 ha og framleiðslugildi hans 34,6. Samtals voru framleiðslueiningarnar 2.461 (tafla 6).



14. mynd. Önnur kvísla Svartár við Bjarnarstaði og Rauðafell, neðarlega á árkafla X.

Árkaflí XI lá um *Svartárgil* og var 288 m langur (5. mynd). Á þessum kafla rann áin um þröngt og djúpt gil í nánast samfelldri straumflúð (15. mynd). Efst í gilinu var flúð eða lágur foss, *Glæfra*. Metið var að torfiskgengt væri upp árkaflann, en líklegast þó fært stórum fiskum við hagstæðar aðstæður. Einkennandi botngerð var stórgrýtt klöpp.



15. mynd. Horft upp eftir Svartárgili, árkaflí XI.

Framleiðsluflötur var um 0,3 ha að stærð, framleiðslugildi þessa kafla var 8 og þá framleiðslueiningarnar samtals 23 (tafla 6).

Árkafli XII var neðan Svartárgils (5. mynd). Þar kvíslaðist áin um *Hólma*, sem eru eyjar í ánni (16 mynd).

Breidd kvíslanna var víðast 20–40 m og virtist rennslið vera svipað um hvora kvíslanna. Botngerðin var að mestu möl og smágrýti en stórgrýti og klöpp var einnig að finna. Straumur var mjög stríður á kaflanum og dýpi virtist alls staðar vera innan við 1 m. Búsvæði var metið í báðum kvíslunum og var lengd hvorrar um sig nær 300 m. Framleiðsluflötur árkaflans er um 1,8 ha, framleiðslugildi hans 31,3 og framleiðslueiningar samtals 559 (tafla 6).

Efsti hluti **árkafla XIII** var við neðanverða *Hólma* (5. mynd), þar breiddi áin úr sér og féll um djúpan

langan hyl (17. mynd). Straumur var hægur á kaflanum. Botngerðin var að mestu klöpp (hraunklöpp) og leir/sandur. Lengd kaflans var 1.138 m. Framleiðsluflötur árkaflans var um 8,9 ha. Þar sem 1,1 ha voru á innan við 1 m dýpi. Framleiðslugildi kaflans var 13,5 og framleiðslueiningar hans 680 (tafla 6).

Árkafli XIV var neðsti hluti Svartár og var hann 772 m að lengd. Farvegurinn þar var víða um 30 m breiður og straumur stríður (5. mynd). Á þessum kafla þrengir nokkuð að ánni og rann hún að mestu á klöpp en einnig bar nokkuð á smágrýti og möl á botninum. Framleiðsluflötur þessa kafla var um 2,4 ha, framleiðslugildið 21 og framleiðslueiningar 503 (tafla 6).



16. mynd. Horft niður eftir Svartá til Hólma, árkafla XII.



17. mynd. Svartá neðan Hólma, árkafla XIII.

Samtals var botngerð skoðuð á 16,8 km farvegar Svartár og metið að framleiðslueiningar fyrir urriða hafi verið 10.643 FE, þar af 4.133 FE (39%) sem leggjast til í farveginum frá Svartárvatni og niður að Ullarfossi og 6.509 FE (61%) frá Ullarfossi og niður að ósi í Skjálfandaflijóti. Niðurstöður búsvæðamats gefa til kynna að framleiðslugildi búsvæða sé rýrt (FG ≤10) á 3% metins heildarflatar, frekar rýrt (FG>10–20) á 51%, miðlungs (FG>20–30) á 20% flatarins og gott framleiðslugildi (FG>30–40) á 26% metins flatar (tafla 7). Ofan við Ullarfoss var framleiðslugildið fremur rýrt á 71% flatarins og miðlungs á 29% hans. Framleiðslugildi búsvæðis neðan við fossinn var mun betra, þar sem 51% þess var gott, 12% miðlungs og 37% frekar rýrt eða rýrt.

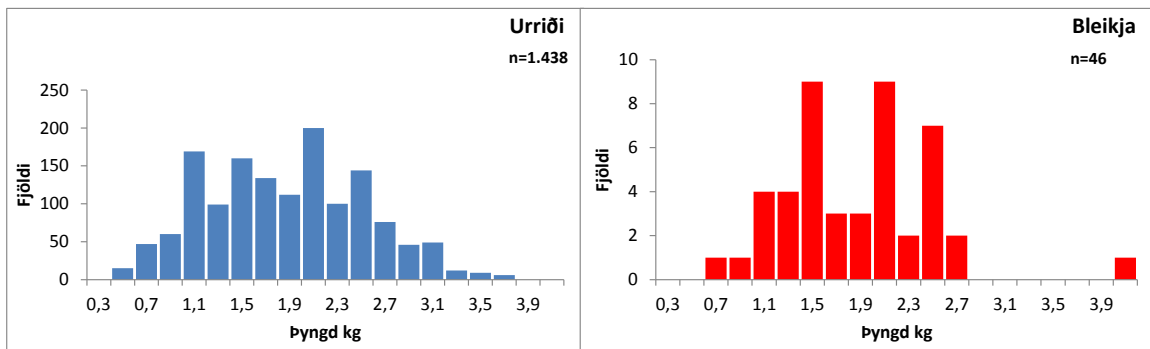
Tafla 7. Stærð búsvæða Svartár eftir framleiðslugildi. Sýnt er flatarmál hvers gæðaflokks ofan og neðan Ullarfoss, auk þess sem heildarflatarmál og hlutfall hvers gæðaflokks er sýnt.

Framleiðslugildi	Flatarmál búsvæða (m ²)			Hlutfall %
	Ofan Ullarfoss	Neðan Ullarfoss	Heild	
Ágætt	0	0	0	0
Gott	0	148.157	148.157	26
Miðlungs	81.776	34.852	116.628	20
Fremur rýrt	205.994	89.333	295.327	51
Rýrt	0	20.105	20.105	3
<i>Alls</i>	<i>287.770</i>	<i>292.447</i>	<i>580.217</i>	<i>100</i>

Veiðinytjar

Í Svartá er stunduð stangveiði og eiga fimm jarðir veiðirétt í ánni. Fyrir landi Stórutungu, Víðikers, Bjarnarstaða og Rauðafells er veitt á samtals 8 stangir og veiðileyfi oft seld sameiginlega. Veiðisvæði í landi Bjarnarstaða og Rauðafells eru neðan Svartárgils á árköflum XI, XII, XIII og XIV, ekki er veitt á árkafla X (5. mynd). Fyrir landi Víðikers og Stórutungu eru veiðisvæði dreifð um árkafla III-IX (5. mynd). Veitt er á stöng fyrir landi Svartáarkots og eru veiðileyfi seld á bænum, veiðisvæðið nær yfir árkafla I og II (5. mynd). Kaupendur veiðileyfa eru gestir og gangandi og enginn einn leigutaki veiðiréttar. Árlega hefst veiði 1. júní og stendur veiðitíminn til loka ágúst (Ólafur Ólafsson, munnlegar upplýsingar), samtals er því veitt í 92 daga. Flest öllum fiskum sem veiðast í Svartá er sleppt aftur og hefur það fyrirkomulag verið við lýði a.m.k. síðan 1985. Til eru fjöldatölur

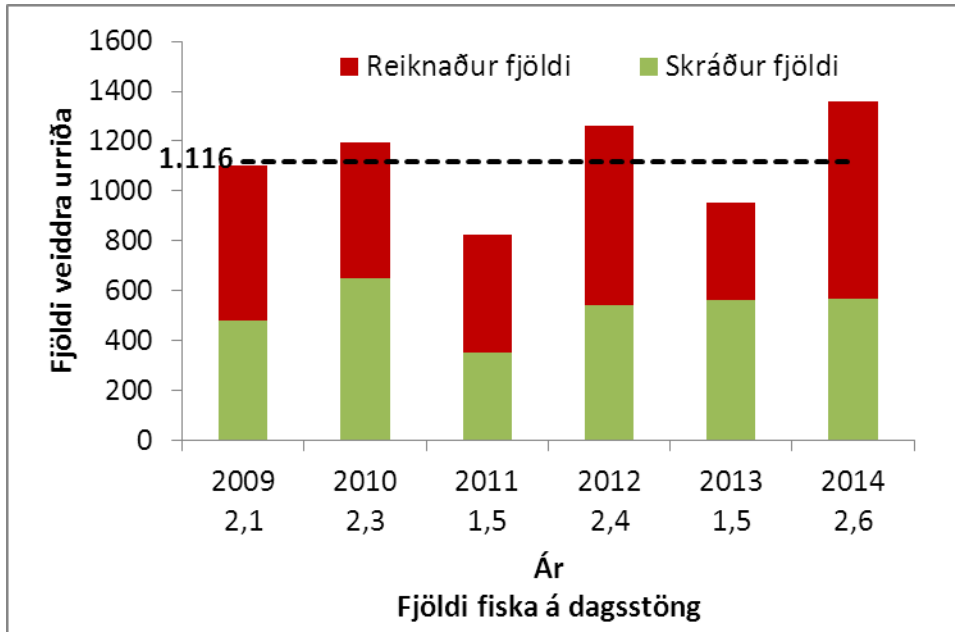
um veidda urriða fyrir landi Svartárkots en ekki liggja fyrir upplýsingar um þyngdir einstakra fiska. Veiðiskráning er stopul neðar í ánni en þó eru til vel færðar upplýsingar fyrir hluta veiðitímans hvert ár, allt frá 1985. Hér verða tekin saman veiðigögn fyrir árin 2009–2014 og ná þau til allrar veiði Svartárkots og samtals yfir 118 veiðidaga (11–32 veiðidagar á ári) á öðrum veiðisvæðum. Í Svartárkoti voru urriðar á bilinu 0,5–2 kg og neðar í ánni voru flestir vigtaðra urriða á bilinu 1–3 kg (18. mynd), en stærsti urriðinn sem vitað er til að veiðst hafi í Svartá var 4,5 kg (Páll Kjartansson 2014, munnlegar upplýsingar). Meðalþyngd vigtaðra urriða var 1,81 kg (Stf. 0,67, n=1.438). Flestar bleikjur sem veiddust voru 1–2,5 kg (18. mynd) og meðalþyngdin var 1,82 kg (Stf. 0,62, n=46). Fiskar voru taldir undirmáls ef þeir voru smærri en 35 cm að lengd og þeir ekki vigtaðir. Fjöldi þeirra var þó skráður. Á árunum 2009–2014 var veiðihlutfall 35 cm og smærri fiska á bilinu 0-26% í Svartá neðan Svartárkots.



18. mynd. Þyngd urriða og bleikju sem veiðst hefur í Svartá neðan Svartárkots 2009–2014.

Á veiðisvæði Svartárkots veiddust einungis urriðar og var ársveiðin 108–337 fiskar á árunum 2009–2014, en á öðrum veiðisvæðum samtals var skráð ársveiði á bilinu 112–544 urriði og 2–16 bleikjur. Þetta segir ekki alla söguna því eingöngu eru fyrirliggjandi veiðitölur fyrir hluta veiðitímans á veiðisvæðum neðan Svartárkots. Veiðitölur þar ná eingöngu til 11-32 veiðidaga, sem samsvarar 12–35% veiðitímans. Til að meta heildarveiðina í Svartá má nota upplýsingar um dagsveiði og stangarfjölda þá daga sem veiði var skráð. Til þess að það sé hægt þarf að gefa sér fjölda stanga á þeim tíma sem skráning nær ekki til. Þá daga sem veiðiskráning nær til var stangarfjöldinn á bilinu 6–7,5 á dag og 7,0 að meðaltali. Sé miðað við fjórar stangir á dag, sem ekki er óraunhæft, á þeim hluta veiðitímans sem veiði var óskráð og margfaldað með fjölda fiska sem

veiddust hvern dag á stöng á skráða hlutanum (19. mynd) reiknast heildarveiðin fyrir árin 2009-2014 á bilinu 825–1.359 urriðar (19. mynd) og meðalveiðin 1.116 urriðar. Bleikjuveiðin reiknast 10–32 bleikjur á ári og meðalveiði 23 bleikjur.



19. mynd. Fjöldi veiddra urriða á stöng í Svartá á árunum 2009–2014. Sýndur er skráður fjöldi fiska (grænt) og reiknaður fjöldi (rauður). Þar sem fjöldi er reiknaður er miðað við að veitt hafi verið á fjórar stangir þann tíma sem veiði var óskráð. Á láréttum ás, neðan ártals, er gefinn upp meðalfjöldi urriða sem veiddist á stöng á dag. Svört brotin lína táknar útreiknaða meðalveiði árunna.

Árið 1975 var sumargömlum laxaseiðum sleppt í Svartá og í kjölfarið á þeim sleppingum veiddist lax í nágrenni Melapollshólma (Páll Kjartansson 2014, munnlegar upplýsingar), sem bendir til þess að Svartárgil og Glæfra séu fiskgeng, að minnsta kosti fyrir fullorðna laxa. Helstu veiðisvæðin eru bæði ofan og neðan við Ullarfoss, en urriði veiðist alls staðar í ánni. Inni við Húsabreiðu eru gjöful veiðisvæði og einnig í Melapólli og við Garðsendahólma. Í Svartárvatni veiðist bleikja, en þangað voru flutt frjóvguð silungshrogn árið 1883 af Einari Friðrikssyni bónda í Svartárkoti (Bjarni Sæmundsson 1923), sem talin eru hafa verið hrogn Mývatnsbleikju. Ekki var vatnið þó fisklaust fyrir, því þess er sérstaklega getið að veiði hafi aukist mjög í kjölfar fiskræktar Einars (Bjarni Sæmundsson 1923). Líklegt er að í Svartárvatni hafi löngum notið veiðihlunninda, en á landakorti Þórðar Þorlákssonar frá 1668 eru stöðuvötnin í sunnanverðum Bárðardal nefnd „Fisk wotn“ sem bendir til þess að þau hafi þótt þýðingarmikil vegna silungsveiði

(Orri Vésteinsson 1996). Hugsanlegt er að áður en bleikja var flutt í vatnið á seinni hluta 19. aldar hafi Svartárvatn verið hreint urriðavatn, en urriðinn hafi látið undan síga í samkeppni við bleikjuna og loks nánast horfið úr vatninu upp úr 1950 með tilkomu virkjunar í útfalli vatnsins. Trúlega hefur þar lagst af aðal hrygningarstaður urriðans en urriðinn þarf rennandi vatn til hrygningar. Bleikja getur hins vegar hrygnt og þroskað hrogn í stöðuvötnum.

Seiði

Í Svartá, vestan útfalls úr Svartárvatni (Sf1) var veitt á 90 m² botnfleti. Þar var dýpi 25–45 cm og straumur stríður, metinn um 1 m/s. Mest bar á smágrýti og stórgrýti (64%) á botninum, en þar var einnig að finna mól (22%), klöpp (11%) og leir/sand (3%). Alls veiddust 14 urriðaseiði og var þéttleiki seiða 15,6 seiði/100 m². Voru þetta seiði sem tilheyrðu tveimur árgöngum; sumargömul seiði (0+) voru 11,1 seiði/100 m² og eins árs seiði (1+) sem voru 4,4 seiði/100 m² (tafla 8). Þrír urriðamagar voru skoðaðir og bar mest á bitmýslirfum í fæðunni (tafla 9).

Tafla 8. Vísitala seiðapéttleika á 100 m² eftir aldri á fimm sýnatökustöðum í Svartá 2014.

Vatnsfall	Stöð	Svæði (m ²)	Tegund: Urriði					Samtals
			Aldur: 0+	1+	2+	3+		
Svartá	Sf1	90	11,1	4,4	0,0	0,0	15,6	
Svartá	Sf2	30	80,0	13,3	3,3	0,0	96,7	
Svartá	Sf3	31	71,0	16,1	6,5	0,0	93,5	
Svartá	Sf4	69	2,9	1,4	0,0	1,4	5,8	
Svartá	Sf5	34	8,8	17,6	0,0	0,0	26,5	

Í Svartá gengt Garðsendahólma (Sf2) var rafveitt á 30 m² botnflatar. Allnokkur mosapekja var á botni (50%). Botninn einkenndist að öðru leyti af mól (60%), smágrýti (20%), sandi (15%) og stórgrýti (5%). Straumur var áætlaður tæplega 1 m/s og dýpi mældist allt að 40 cm. Bakkarnir voru alls staðar grasi grónir og allháir. Alls veiddust 29 urriðaseiði af þremur árgöngum. Af sumargömlum seiðum veiddust 24, eins árs seiðin voru fjögur og eitt tveggja ára seiði (tafla 10). Þéttleiki seiða var því samtals 96,7

seiði/100 m² (tafla 8). Tveir urriðamagar voru skoðaðir og bar mest á vorflugulirfum í fæðunni, en einnig fundust bitmýs- og rykmýslirfur (tafla 9).

Í Svartá neðan Melapolls (Sf3) var rafveitt á 31 m² botnflatar. Á rafveiðistað var aðdjúpt og reyndist ekki mögulegt að fara lengra en 1 m út frá bakka vegna dýpis og straumpunga. Botninn einkenndist af smágrýti (65%), stórgrýti (15%), möl (10%) og hraunklöpp (10%). Allmikil mosabekja var á botni og straumur um 1 m/s. Árbakkar voru nokkuð grónir en lítt gróin urð fjær bakka. Alls veiddust 29 urriðaseiði af þremur árgöngum, mest fannst af sumargömlum seiðum (22) en minna af eins árs (5) og tveggja ára (2). Þéttleiki seiða var samtals 93,5 seiði/100m² (tafla 8). Fjórir urriðamagar voru skoðaðir og var einn þeirra tómur. Sex fæðugerðir fundust, en mest bar á vorflugulirfum (tafla 9).

Tafla 9. Hlutfallslegt vægi (%) fæðugerða í urriðamögum eftir stöðum í Svartá. Sýnd er meðalfylli, staðalfrávik (Stf.) og fjöldi athugaðra maga. Allir magar innihéldu fæðu utan einn á stöð Sf3.

Stöð:	Sf1	Sf2	Sf3	Sf4	Sf5
Meðalfylli	2,3	1,5	2	2	1
Stf,	1,2	0,7	1	0	0
Fjöldi	3	2	4	2	2
Bitmýslirfur	79	15	3	40	2
Rykmýslirfur	2	18	50	13	16
Vorflugulirfur	2	68	27	48	83
Rykmýspúpur			3		
Flugur	10				
Ánar			8		
Ógreint	7		10		

Í Svartá við Bjarnarstaði var veitt á 69 m² neðan inntaksstíflu heimarafstöðvar (Sf4). Botngerð á rafveiðifleti var möl (60%), smágrýti (30%), stórgrýti (5%) og sandur (5%). Dýpi var allt að 25 cm og mikill mosi á steinum, straumhraði var undir 1 m/s. Bakkar voru alls staðar grasi og kjarri vaxnir. Alls veiddust fjögur urriðaseiði, tvö sumargömul og eins árs og þriggja ára seiði. Samtals var þéttleikinn 5,8 seiði/100 m² (tafla 8). Tveir urriðamagar voru skoðaðir og greindust þrjár fæðugerðir, mest bar á vorflugulirfum og bitmýslirfum (tafla 9).

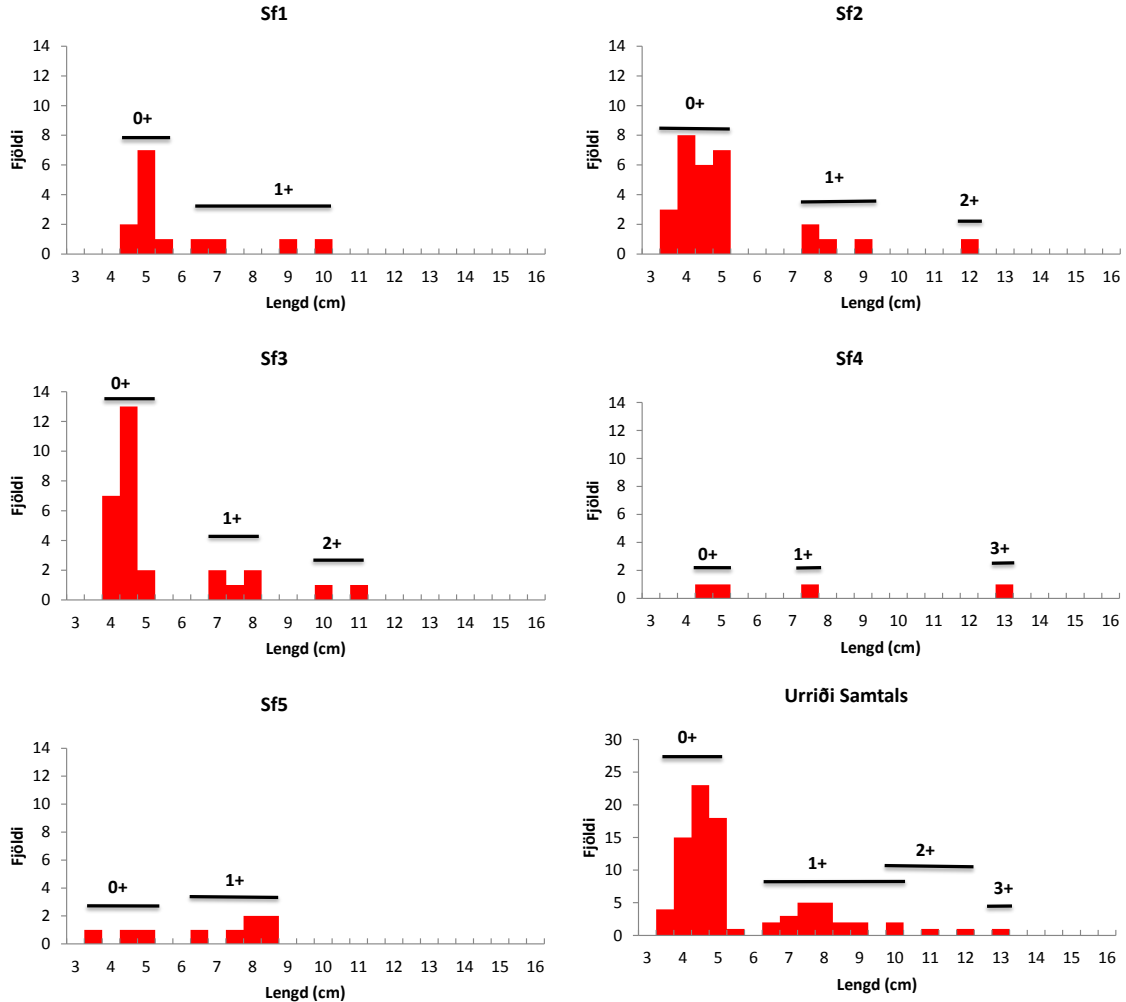
Í Svartá var neðst rafveitt á 34 m² rétt ofan óss (Sf5). Þar voru aðstæður fremur óhagstæðar til rafveiða, þar sem áin rennur þröngt með aðdýpi og hröðu straumlagi.

Veitt var upp með árbakkanum og farið 1 m út í ána. Botngerðin var hraunklöpp (60%), smágrýti (30%) og möl (10%), mosapekja á botni var allt að 100%. Árbakkinn var grasi gróinn og eilítið rofinn þar sem veitt var. Samtals veiddust 9 urriðaseiði, þrjú sumargömul og sex eins árs. Þéttleiki urriðaseiða var samtals 26,5 seiði/100 m² (tafla 8). Tveir urriðamagar voru skoðaðir og greindust þrjár fæðugerðir, mest þar á vorflugulirfum (tafla 9).

Meðallengd allra veiddra sumargamalla urriðaseiða var 4,5 cm (n=61, stf. 0,5), eins árs (1+) 7,8 cm (n=20, stf. 0,9) og tveggja ára 11,0 (n=3, stf. 0,9) (tafla 10). Meðallengd sumargamalla og eins árs seiða var hærri á stöðvum í Svartá ofan Suðurár (Sf1) en á stöðvum neðar (tafla 10). Lengdardreifing sumargamalla urriðaseiða var á bilinu 3,4–5,4 cm fyrir allar stöðvar, árgömlu seiðin voru á bilinu 6,4–9,9 cm, þau tveggja ára 10,1–11,8 cm og eina þriggja ára seiðið sem veiddist var 13,2 cm (20. mynd). Vorflugulirfur, bitmýslirfur og rykmýslirfur voru þýðingarmestu fæðugerðir urriðaseiða í ánni (tafla 9).

Tafla 10. Meðallengd í cm ásamt staðalfrávik (stf.) og fjöldi (n) mældra seiða eftir aldri á fimm sýnatökustöðum í Svartá 2014.

Vatnsfall	Tegund:		Urriði			
	Stöð	Aldur:	0+	1+	2+	3+
Svartá	Sf1	Meðallengd	5,0	8,2		0,0
		Stf.	0,2	1,6		0,0
		Fjöldi	10	4	0	0
Svartá	Sf2	Meðallengd	4,4	8,0	11,8	
		Stf.	0,5	0,6		
		Fjöldi	24	4	1	0
Svartá	Sf3	Meðallengd	4,4	7,5	10,6	
		Stf.	0,4	0,5	0,7	
		Fjöldi	22	5	2	0
Svartá	Sf4	Meðallengd	4,8	7,6		13,2
		Stf.	0,2			
		Fjöldi	2	1	0	1
Svartá	Sf5	Meðallengd	4,4	7,8		
		Stf.	0,6	0,8		
		Fjöldi	3	6	0	0
Svartá	Allar stöðvar	Meðallengd	4,5	7,8	11,0	13,2
		Stf.	0,5	0,9	0,9	
		Fjöldi	61	20	3	1



20. mynd. Lengdardreifing (cm) urriðaseiða á fimm sýnatökustöðvum í Svartá 2014. Auk þess eru sýndar heildarniðurstöður fyrir allar stöðvarnar (neðsta myndin til hægri). Athugið mismunandi kvarða fyrir fjölda á y-ás.

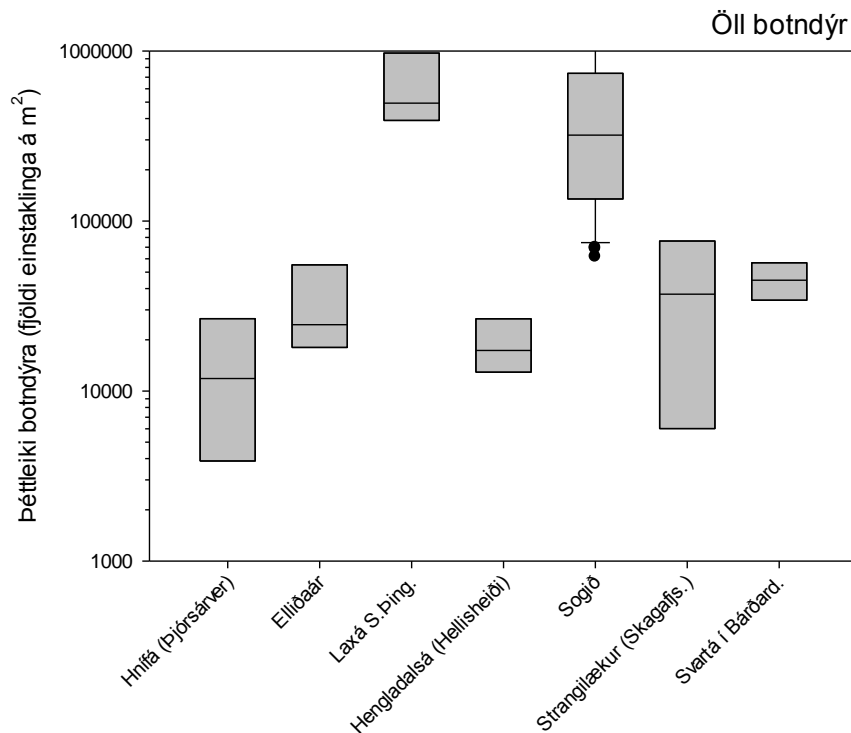
Umræða

Svartá í Bárðardal, neðan ármóta við Suðurá, er ein fárra lindáa á landinu sem hefur bæði upptök í stöðuvatni, sem er að uppruna lindarvatn, og í lindum sem spretta fram í Suðurárbotnum. Einkenni lindáa eru m.a. litlar sveiflur í rennsli og hita. Vatn þeirra er jafnan ríkt af steinefnum og endurspeglar þessi skilyrði lífauðgi lindáa (Hilmar J, Malmquist 1998). Rafleiðni er mælikvarði á magn uppleystra jóna í vatni og var hún frekar há í Svartá sjálfri og enn hærri í Grjótá, einum af hliðarám Svartár. Það sama má

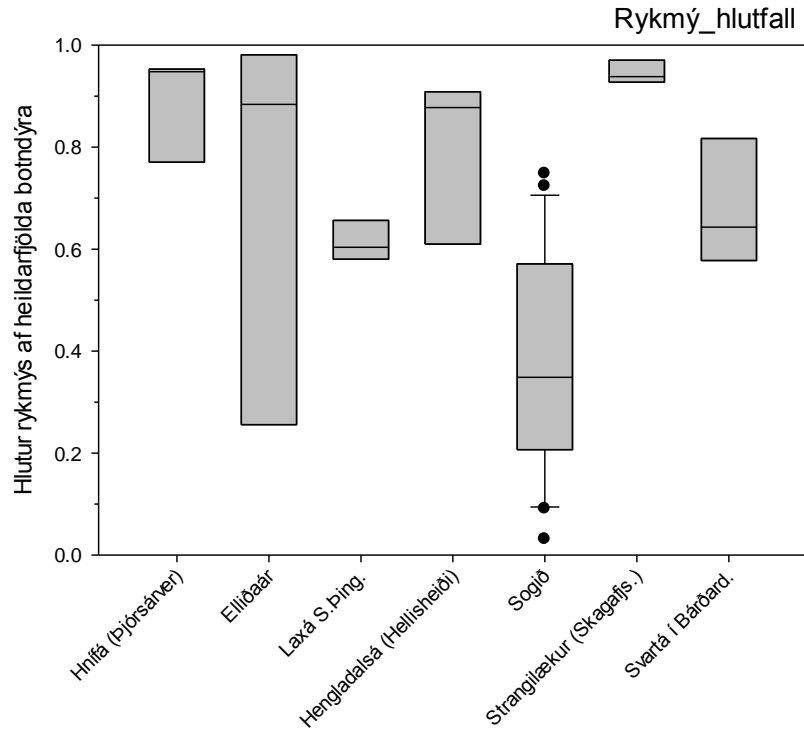
segja um pH-gildi vatnsins. Stöðugt rennsli, stöðugleiki á botni ásamt hárrí remmu næringarefna endurspeglast í gróskumiklum botngróðri. Í lindám er því oft mikil þekja mosa, grænþörunga eða smásærri þörunga eins og sést til að mynda í Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu (Jón S. Ólafsson o.fl. 2004), Soginu (Magnús Jóhannsson o.fl. 2011) eða Elliðaánum (Jón S. Ólafsson o.fl. 1998). Svartá í Bárðardal er að litlu frábrugðin frá þessu, með mikla og oft samfellda þekju mosa og þörunga á botni. Ekki var gerð tilraun til að meta lífmassa stórgróðurs s.s. mosa, heldur eingöngu miðað við að fá mælikvarða á lífmassa smávaxnari þörunga sem er helsta fæðuuppspretta hryggleysingja. Reyndist lífmassi þörunga (magn blaðgrænu) vera hár, einkum á efstu og neðstu sýnatökustöðunum í Svartá. Enn sem komið er eru því miður fáar aðgengilegar birtar upplýsingar um magn blaðgrænu í ám hér á landi og þar af leiðandi lítið um samanburðarhæf gögn. Veiðimálastofnun hefur nýlega hafið átak í að afla grunnupplýsinga um frumframleiðendur í ám héraendis og eru mælingar á lífmassa þörunga nú orðnar hluti af reglubundnum rannsóknum stofnunarinnar. Vonir standa því til að innan fárra ára byggist upp gagnagrunnur og þekking á hlut gróðurs í framleiðni áa hér á landi.

Skordýr (lirfur, púpur og fullorðin) voru mest áberandi í reki dýra í Svartá. Var hlutfall þeirra af heildinni samanlagt 64,5–73,3%. Magn skordýralirfa í reki Svartár er töluvert meira en mælt var í Sogi á sama árstíma 2008 (Magnús Jóhannsson o.fl. 2009). Í mörgum tilfellum getur fæða laxfiska að miklu leyti byggst á því sem rekur niður ár (sjá t.d. Magnús Jóhannsson o.fl. 2011). Þéttleiki botnlægra hryggleysingja í Svartá var allmikill, einkum á næstefstu og næstneðstu sýnatökustöðunum þar sem heildarþéttleiki dýra var á bilinu 54–57 þúsund einstaklingar á hvern fermetra. Að meðaltali var þéttleiki dýra á hinum stöðunum u.þ.b. 20 þúsund einstaklingum færri á fermetra. Í samanburði við aðrar lindár á landinu má sjá að þéttleiki dýra í Svartá er í hærri kantinum (21. mynd). Aðeins Laxá í Suður-Þingeyjarsýslu og Sogið eru með áberandi meiri þéttleika botndýra en Svartá, munar þar stærðargráðu á þeim tveimur og öðrum ám. Sé rýnt í hlut einstakra hópa botndýra í Svartá sést að rykmý var ríkjandi á öllum stöðunum og var hlutur þess á bilinu 57–86% allra botndýra. Er hlutfall þess í samræmi við það sem sést

hefur í öðrum lindám sem hér eru til samanburðar (22. mynd). Í þeim tilfellum þar sem sýnatökustaðir eru rétt neðan við útfall stöðuvatna t.a.m. í Soginu og Elliðaánum eru lírfur bitmýsins að jafnaði í algerum meirihluta. Þrátt fyrir að bitmýslírfur séu langalgengastar við útföll úr stöðuvötnum (Vigfús Jóhannsson 1986) þá finnast þær oft í miklum mæli neðar t.a.m. í grænþörungaslýi niður eftir ám (Jón S. Ólafsson o.fl. 2004). Hér á landi eru þekktar fjórar tegundir bitmýs (Peterson 1977) og um 80 tegundir rykmýs (Thora Hrafnisdóttir 2005). Í rannsókn á lífríki Svartár voru tegundir rykmýs og bitmýs ekki sundurgreindar, en slíkt hefði án efa gefið mun betri mynd af fjölbreytni botndýra þar en við höfum nú. Botnlægir hryggleysingjar eru aðalfæða fiska og fugla í straumvötnum líkt og sést hefur í Laxá í Suður Þingeyjarsýslu og þar er urriði engin undantekning (Árni Einarsson o.fl. 2006).



21. mynd. Samanburður á heildarþéttleika botndýra í nokkrum lindám á landinu. Lárétt mörk kassana sýna hvar neðri (25%) og efri (75%) mörk mælinganna liggja. Lóðrétt línan sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinganna liggja, punktarnir sýna síðan útgildi mælinganna. Lárétt svört lína innan hvers kassa sýnir miðgildi. Athugið að kvarðinn á lóðréttu ásnum er lógaritmískur. Byggt á eftirfarandi heimildum: Jón S. Ólafsson o.fl. 1998, Gísli Már Gíslason og Jón S. Ólafsson 2001, Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason 2002, Jón S. Ólafsson o.fl. 2004, Magnús Jóhannsson o.fl. 2011.



22. mynd. Samanburður á hlutfalli rykmýs af heildarfjölda botndýra í nokkrum lindám á landinu. Lárétt mörk kassana sýna hvar neðri (25%) og efri (75%) mörk mælinganna liggja. Lóðrétt línan sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinganna liggja, punktarnir sýna síðan útgildi mælinganna. Lárétt svört lína innan hvers kassa sýnir miðgildi. Athugið að kvarðinn á lóðréttu ásnum er lógaritmískur. Byggt á eftirfarandi heimildum: Jón S. Ólafsson o.fl. 1998, Gísli Már Gíslason og Jón S. Ólafsson 2001, Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason 2002, Jón S. Ólafsson o.fl. 2004, Magnús Jóhannsson o.fl. 2011.

Í Svartá er bestu urriðasvæðin að finna á árköflum IX, X og XII (5. mynd), þar sem framleiðslugildi var á bilinu 31,3–34,6 og þar eru 14,8 ha af góðum búsvæðum. Rýrustu búsvæðin fyrir urriða voru á árköflum VIII og XI þar sem framleiðslugildið var á bilinu 7,5–8,0 og flatarmál þeirra 2 ha. Þessir árkaflar eru allir á svæðinu neðan við Ullarfoss. Metin búsvæði voru álíka stór ofan (28,8 ha) og neðan við Ullarfoss (29,2 ha), en vegna þess að gæði búsvæða eru meiri neðan við fossinn gáfu þau (árkaflar VII-XIV) mun fleiri framleiðslueiningar (6.509) en fyrir ofan (4.133).

Þrátt fyrir að ákveðnir árhlutar í búsvæðamatinu fái lágt búsvæðagildi geta þeir þó haft mikla þýðingu við nýtingu urriðastofnsins í ánni. Búsvæðamatið er einkum unnið m.t.t. uppeldis seiða urriða. Í tilfalli Svartár er góð veiðisvæði að finna þar sem framleiðslugildi telst vera lágt, eins og á árkafla VIII og víðar þar sem hyldýpi og fínn botn

takmarkar framleiðslugildið. Það að veiði sé góð á þessum svæðum bendir til þess að þarna séu góð búsvæði fyrir stálpaða urriða.

Seiði fundust á öllum fimm stöðunum þar sem rafveitt var í Svartá og var urriði eina tegundin sem kom fram. Í rannsókn 1976 fundust urriða-, laxa- og bleikjuseiði í ánni og voru urriðaseiði ríkjandi á þeim fjórum stöðum sem skoðaðir voru (Tumi Tómasson 1976). Laxaseiðin sem fundust þá voru öll úr seiðasleppingu árinu fyrr. Bleikjuseiðin sem veiddust 1976 fundust einungis neðst í ánni, neðan Svartárgils við Bjarnarstaði og var þéttleiki þeirra fremur lágur eða 4 seiði/100 m². Þrátt fyrir að bleikjuseiði hafi ekki fundist við rafveiði í Svartá að þessu sinni er vitað að bleikja nýtir sér ána neðan Svartárgils, þar sem árlega veiðast bleikjur á því svæði, en ekki liggja fyrir upplýsingar um að bleikja veiðist ofar í ánni. Seiðarannsóknin 2014 gefur vísbendingu um að bleikja hafi í það minnsta ekki aukið útbreiðslu sína í ánni frá fyrri rannsókn árið 1976. Það kemur ekki á óvart að engin laxaseiði hafi fundist þar sem Svartá hentar laxi fremur illa þar sem hún er líklegast fullköld til þess að lax þrífist, auk þess hafa engar laxaseiðasleppingar verið gerðar eins og í undanfari fyrri rannsóknar.

Nokkur breytileiki var á seiðapéttleika eftir því hvar veitt var í ánni. Í Svartá ofan Suðurár (Sf1) var þéttleiki urriðaseiða 15,6 seiði/100 m², en mældist mun lægri þar árið 1976 eða 3,8 seiði/100 m². Mun meiri þéttleiki urriðaseiða var í Svartá á milli Ullarfoss og Grjótár árið 2014 en var árið 1976. Nú var hann á bilinu 93,5–96,7 urriðaseiði/100 m², en þegar skoðað var á svipuðum slóðum í eldri rannsókninni, var hann á bilinu 1,7–8,5 urriðaseiði/100 m² (Tumi Tómasson 1976). Á tveimur neðstu stöðunum, í nágrenni Bjarnarstaða, reyndist þéttleikinn hins vegar lægri árið 2014 en hann var árið 1976. Þar var þéttleikinn nú 5,8-26,5 seiði/100 m², en var 42 seiði/100 m² árið 1976. Hærri seiðapéttleiki ofan Grjótár er athyglisverður og gæti bent til þess að urriðastofninn í Svartá sé í betra ástandi nú en hann var 1976. Ein af ástæðum bættrar nýliðunar urriða gæti verið markviss stofnvernd veiðieigenda, en flestum veiddum fiskum í Svartá hefur verið sleppt í allmörg ár. Það hefur þau áhrif að fleiri fiskar taka þátt í hrygningunni og nýliðun eflist. Slíkt fyrirkomulag er sérlega áhrifaríkt þegar um staðbundna stofna er að ræða, en þeir geta verið viðkvæmir fyrir of mikilli veiði.

Vöxtur urriðaseiða virðist fremur hægur í Svartá, meðallengd allra veiddra 0+ seiða var 4,5 cm (stf.=0,5; n=61) og eins árs seiða 7,8 cm (stf.=0,9; n=20). Árið 1976 voru 0+ seiðin 3,9 cm (stf.=0,3; n=16) og 1+ voru 7,5 cm (stf.=0,8; n=30). Tveggja ára seiði (2+) voru 11,0 cm (stf.=0,9; n=3) að jafnaði 2014, en voru 11,8 cm (stf.=0,7; n=15) árið 1976. Árið 1976 var veitt mánuði fyrr en nú var gert, en í báðum rannsóknum virðast seiðin bæta við sig rúmlega 3 cm milli ára fyrstu vaxtarsumrin, sem telst fremur hægur vöxtur. Urriðaseiði í Svartá virðast smærri og vaxa hægar en greinst hefur í Laxá í Laxárdal, þar sem meðallengd allra veiddra 0+ urriðaseiða var 5,0 cm og 1+ seiða 9,2–10,3 cm fyrir árin 2001 og 2002 (Guðni Guðbergsson 2002, 2003). Trúleg skýring er minna fæðuframboð og hugsanlega lægri hiti í Svartá en í Laxá.

Áhrif virkjanaframkvæmdar á vatnalífriki

Miðað við þá kosti sem SSB Orka setur fram mun rennsli skerðast verulega frá inntaksstíflu og niður að útfalli frá virkjun. Skerðingin verður mismikil eftir virkjanakostum, hér eftir nefndir kostir 1–3 (Viðauki I). Kostir 1 og 2 gera ráð fyrir inntaksstíflu um 280 m ofan við mörk á árköflum IX og X. Kostur 3 gerir ráð fyrir inntaksstíflu á mörkum árkafla IX og X. Útfall verður á mismunandi stað eftir kostum. Kostur 1 gerir ráð fyrir útfalli til farvegjar Svartár um 700 m ofan óss í Skjálfandafljóti, á mótum árkafla XIII og XIV. Kostur 2 gerir ráð fyrir útfalli til farvegjar Svartár milli Hólma og Svartárgils, um 2.200 m ofan óssins og á mótum árkafla XI og XII. Kostur 3 gerir ráð fyrir útfalli til Svartár á skilum árkafla XII og XIII, um 1.900 m ofan óss. Ofan inntaksstíflu myndast lón sem áætlað er að nái 150 m upp eftir farvegi árinna. Ætla má að helstu áhrif Svartárvirkjunar verði vegna röskunar á búsvæðum samfara skerðingu á rennsli. Skerðing á rennsli mun minnka flatarmál botnsins sem er undir vatni og þar með minnka hentug búsvæði fyrir fiska og aðrar vatnalífverur. Verði minnkun á rennsli um 85% á áhrifakafli¹ virkjunar, eins og áætlanir gera ráð fyrir, hefur það í för með sér mikla skerðingu búsvæða á þeim kafla. Erfitt er að meta fyrirfram hve mikil búsvæðaskerðing muni eiga sér stað vegna minni botnflatar, þó eru til aðferðir til nálgunar á þeim þætti og

¹ Áhrifakafli: Farvegur milli inntaksstíflu og útfalls virkjunar.

hefur verið beitt í fyrri rannsóknum (Benóný Jónsson 2013, Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012, Magnús Jóhannsson o.fl. 2002). Samband botnflatar og rennslis fer eftir lögun farvegar. Sé farvegurinn V-laga í þversniði er sambandið línulegt. Þar sem farvegir eru U-laga er þetta samband ólínulegt, þar minnkar flötur undir vatni hægt við litla skerðingu en hraðar þegar skerðingin er orðin mikil (Armstrong og Nislow 2012). Af þessu má ætla að 85% rennslisskerðing leiði að hámarki til sömu hlutfallslegu skerðingar á botnfleti áhrifakaflans og samsvarandi fækkunar framleiðslueininga. Sé þetta fært yfir alla Svartá yrði skerðing framleiðslueininga 25–33%, mismunandi eftir virkjanakostum. Þar sem athuganir benda til að á áhrifakafla virkjunar sé farvegur Svartár að einhverju leyti U-laga er búist við að minnkun botnflatar til uppeldis seiða og vatnalífvera verði undir fyrrgreindu hámarki. Innan áhrifasvæðis er víðast aðdjúpt við bakka og svipað dýpi þar til komið er að bakka hinu megin. Þetta á sér þó auðvitað undantekningar, en allítarlegar þversniðsmælingar þyrfti til að búa til nákvæma líkingu af lögun farvegarins og fá þannig betra mat á skerðingu búsvæða. Búsvæðamatið fyrir urriða á einkum við um urriðaseiði, en Svartárvirkjun mun líklega einnig hafa neikvæð áhrif á stálpaða urriða og veiðinytjar í ánni. Til viðbótar koma neikvæð áhrif af ónáttúrulegum sveiflum í rennsli sem fylgja rekstri virkjunarinnar. Ef gefið er að lögun botnsskálarinnar sé nálægt því sem mælt hefur verið í öðrum hliðstæðum ám hér á landi² má gera tölulegt mat á skerðingu framleiðslueininga vegna rennslisskerðingar. Þetta er sérstaklega gagnlegt þegar bornir eru saman mismunandi virkjunarkostir. Matið gefur að vegna kosts 1 verði 19,5% skerðing á fjölda framleiðslueininga fyrir urriða (FE) í Svartá allri, frá Svartárvatni og niður að ósi (tafla 11). Í þeirri áætlun er gert ráð fyrir 2 m³/s rennsli á yfirfalli stíflu og að 1 m³/s rennsli bætist við neðan ármóta Grjótár. Með sömu aðferð er metið að kostur 2 valdi 13,7% skerðingu á fjölda framleiðslueininga og kostur 3 valdi 14,3% skerðingu (tafla 11). Metið er að framleiðslueiningum fækki á bilinu 1.460–2.080 fyrir kostina þrjá og hlutfallsleg skerðing þeirra innan áhrifakaflans verði 50–51% (tafla 11).

² Hér er miðað við U-laga farveg og notuð jafnan: $y=47387\ln(x)+43980$. Þar sem y =botnflötur í m² og x =rennsli í m³/s

Tafla 11. Mat á fjölda framleiðslueininga (FE) sem færu úr framleiðslu urriðaseiða vegna mismunandi virkjunarkosta. Athugið að hér er einkum verið að bera saman hlutfallslega skerðingu mismunandi virkjanakosta.

Virkjanakostur	Öll búsvæðametin svæði			Áhrifasvæði		
	Heildarfjöldi	Skerðing		Fyrir virkjun	Eftir virkjun	
	FE	FE	Skerðing (%)	FE	FE	Skerðing (%)
Kostur 1	10.643	2.080	19,5	4.085	2.006	50,9
Kostur 2	10.643	1.460	13,7	2.846	1.386	51,3
Kostur 3	10.643	1.522	14,3	3.043	1.521	50,0

Þar sem lón myndast, breytast búsvæði á þann veg að dýpi verður meira og staumur hægist. Í lóni verða frekar búsvæði fyrir stærri fiska en síðri fyrir urriðaseiði. Samfélag lífvera breytist úr tegundum sem aðlagðar eru straumi í tegundir sem aðlagðar eru lífi í lygnu vatni. Að framansögðu má reikna með að kostur 2 hafi í för með sér minnsta skerðingu á fjölda framleiðslueininga en kostur 1 mesta skerðingu. Leiða má líkum að því að fækkun framleiðslueininga fyrir urriðaseiði muni að einhverju leyti endurspeglast í áhrifum á framleiðslu þörunga og botndýra í Svartá. Mosi var mjög áberandi á botni Svartár. Í því samhengi er rétt að benda á að þéttleiki botnlægra hryggleysingja er marktækt tengdur magni mosa í ám (Suren 1991, Korsu 2004, Epele o.fl. 2012). Mosinn veitir skjól fyrir botndýr og eykur fæðuframboð, því þar vaxa þörungar og sest til lífrænt efni sem hryggleysingjar lifa á. Auk mosans eru klappir og annað fast og gróft undirlag ákjósanlegustu búsvæði fyrir flesta þörunga og hryggleysingja (sjá t.d. Dudley & D'Antonio 1991, Hart & Finelli 1999). Miðað við þá virkjanakosti sem hér eru til umræðu má þá ætla að hagstæð búsvæði fyrir þörunga og hryggleysingja skerðist umtalsvert og þar með magn fæðu fyrir fisk.

Áhrif virkjanaframkvæmdar á veiðinytjar

Veiði á árköflum I-VI í búsvæðamati mun ekki skerðast af völdum fyrirhugaðra framkvæmda. Að meðaltali var 41% (37–48%) af skráðri urriðaveiði í Svartá á þeim árköflum á árunum 2009–2014. Veiði á árköflum VII-XIV (frá Ullarfossi og niður að ósi) verður hins vegar að öllum líkindum fyrir mismiklum áhrifum af framkvæmdunum sem háð er hvaða leið verður valin við virkjun Svartár. Að meðaltali var 59% (52–63%) af skráðri urriðaveiði í Svartá á þeim árköflum á árunum 2009–2014. Veiðinytjar á árköflum

VII-IX, sem eru ofan stíflu vegna inntakslóns virkjunar, geta að hluta byggt á fiskframleiðslu og tilfærslum fiska neðar úr kerfinu og þess vegna verður allur farvegur Svartár neðan Ullarfoss skilgreindur sem áhrifasvæði m.t.t. veiðinytja. Innan þess áhrifasvæðis eru tvö veiðisvæði: Efra veiðisvæði, á árköflum VII-IX, þar sem meðalveiðin var 427 urriðar (267–540 urriðar). Neðra veiðisvæði, á árköflum XI-XIV, þar sem meðalveiðin var 234 urriðar (169–349 urriðar) og 24 bleikjur (10-32 bleikjur). Engin veiði er stunduð á árkafla X en þar er nokkur fiskframleiðsla. Veiðinytjar á efra veiðisvæði skerðast með tilkomu Svartárvirkjunar. Staðsetning inntaksstíflu hefur áhrif vegna þess að væntanlega verður ófiskgengt framhjá henni og því munu veiðinytjar ofan inntaksstíflu eingöngu byggjast á fiskframleiðslu ofan hennar eftir virkjun. Á efra veiðisvæði er kostur 3 (sjá viðauka I) líklegur til að valda minnstri skerðingu af þeim þremur kostum sem settir hafa verið fram. Veiðinytjar á neðra veiðisvæði skerðast með tilkomu Svartárvirkjunar. Áhrifin verða mismikil eftir virkjanakostum, kostur 1 er líklegur til að valda mestri skerðingu og kostur 2 minnstri skerðingu. Hér skiptir máli hvar útfall virkjunar verður staðsett, því neðar sem það er staðsett því meiri áhrif.

Þakkarorð

Fólkið í Bárðardal, á öllum bæjum í nágrenni Svartár, veitti ýmsar upplýsingar og gerði um leið mögulegt að skrifa þessa skýrslu. Starfsfólk Náttúrurannsóknastöðvarinnar við Mývatn, Guðni Guðbergsson og Leó Alexander Guðmundsson á Veiðimálastofnun veittu mikilsverða aðstoð í vettvangsferð. Magnús Jóhannsson á Veiðimálastofnun kom að skipulagi og framkvæmd rannsóknar og las skýrslu yfir í handriti. Öllum þessum aðilum eru færðar bestu þakkir frá höfundum.

Heimildir

- Armstrong J.D. og Nislow K. H. 2012. Modelling approaches for relating effects of change in river flow to population of Atlantic salmon and Brown trout. *Fisheries Management and Ecology* 2012, 19. bls. 527–536.
- Arnbór Garðarsson 1979. *Vistfræðileg flokkun íslenskra vatna*. Týli, tímarit um náttúrufræði og náttúruvernd 9:1–10.
- Árni Einarsson, Arnthor Gardarsson, Gísli Már Gíslason & Gudni Gudbergsson 2006. Populations of ducks and trout of the River Laxá, Iceland, in relation to variation in food resources. *Hydrobiologia*, 567:183–194.
- Árni Hjartarson 2004. Hraunin í Bárðardal. Náttúrufræðingurinn 72. árgangur, bls: 155–163.
- Benóný Jónsson 2013. Virkjanaframkvæmd í Grafará, Bláskógabyggð. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST/13044: 10 bls.
- Bjarni Sæmundsson 1923. Fiskirannsóknir 1921–1922. Skýrsla til Stjórnarráðsins. Tímaritið Andvari, 48(1): 102.
- Dudley, T.L. & D’Anonio, C.M. 1991. The effects of substrate texture, grazing, and disturbance on macroalgal establishment in streams. *Ecology* 72(1):297–309.
- Epele, L.B., Miserendino, M.L. & Brand, C. 2012. Does mature and persistence of substrate at a mesohabitat scale matter for Chironomidae assemblages? A study of two perennial mountain streams in Patagonia, Argentina. *Journal of Insect Science* 12:1–20, aðgengileg á veraldarvefnum: www.insectscience.org/12.68
- Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður M. Einarsson 2005. Evaluation of single-pass electric fishing to detect changes in population size of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) juveniles. *Icel. Agr. Sci.* 18:67–73.
- Gísli Már Gíslason og Jón S. Ólafsson 2001. *Lífriki Hnífár í Þjórsárverum. Könnun gerð í ágúst 2001*. Líffræðistofnun Háskólans. fjölrít nr. 56. 17 bls.
- Guðni Guðbergsson 2002. Laxá í Þingeyjarsýslu ofan brúa, seiðarannsóknir og urriðaveiði 2001. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-R/0210: 20 bls.
- Guðni Guðbergsson 2003. Laxá í Þingeyjarsýslu ofan brúa, seiðarannsóknir og urriðaveiði 2002. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST-R/0311: 21 bls.
- Hart, D.D. & Finelli, C.M. 1999. Physical-biological coupling in streams: The pervasive effects of flow on benthic organisms. *Annual Review of Ecology and Systematics* 30:363–395.
- Hákon Aðalsteinsson og Gísli Már Gíslason 1998. *Áhrif landrænna þátta á líf í straumvötnum*. Náttúrufræðingurinn 68:97–112.

- Heggenes, J., Baglinieer, J.L. og R.A. Cunjak 1999. Spatial niche variability for young Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in heterogeneous streams. *Ecology of Freshwater Fishes* 8: 1–21.
- Hilmar J. Malmquist 1998. Ár og vötn á Íslandi: Vistfræði og votlendistengsl. Í: Íslensk votlendi. Verndun og nýting. (Jón S. Ólafsson ritstj.). Háskólaútgáfan, Reykjavík. Bls. 37–55.
- Hörður Svavarsson og Freysteinn Sigurðsson 1986. Íshólsvatn, forathugun. Orkustofnun-OS-86065/VOD-21B, 55 bls.
- Jón S. Ólafsson og Gísli Már Gíslason 2002. *Smádýralíf í vötum á Hellisheiði, könnun í júlí 2001*. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrít nr. 59, 28 bls.
- Jón S. Ólafsson, Árni Einarsson, Gísli Már Gíslason og Yann Kolbeinsson 2004. *Samhengi botngerðar og botndýra í Laxá í S. Þingeyjarsýslu*. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrít nr. 72, 35 bls.
- Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir og Gísli Már Gíslason 1998. *Botndýralíf í Elliðaánum*. Líffræðistofnun Háskólans, fjölrít nr. 41.
- Korsu, K. 2004. Response of benthic invertebrates to disturbance from stream restoration: the importance of bryophytes. *Hydrobiologia* 523:37–45.
- Lorenzen, C.J. 1967. Determination of chlorophyll in pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Ocenogr.* 12. 343–346.
- Magnús Jóhannsson og Benóný Jónsson 2012. Vatnalíf og veiðinytjar á áhrifasvæði fyrirhugaðrar Búlandsvirkjunar. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST/12040: 68 bls.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2009. Fisk- og botndýrarannsóknir í Sogi og þverám þess árið 2008. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST/09034: 27 bls.
- Magnús Jóhannsson, Benóný Jónsson, Erla Björk Örnólfsdóttir, Sigurður Guðjónsson og Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir 2002. Rannsóknir á lífríki Þjórsár vegna virkjana í Þjórsá neðan Búrfells. Skýrsla Veiðimálastofnunar, VMST/020001: 124 bls.
- Magnús Jóhannsson, Guðni Guðbergsson og Jón S. Ólafsson 2011. *Lífríki Sogs. Samantekt og greining á gögnum frá árunum 1985–2008*. Veiðimálastofnun, VMST/11049: 111 bls.
- Orri Vésteinsson 1996. Menningarminjar á miðhálandi Íslands. Fornleifastofnun Íslands, FS019-95042: 204 bls.
- Páll Jónsson, Árni Snorrason og Ásgeir Gunnarsson 2001. Rennslisgögn úr vatnshæðarmæli 116 í Svartá í Bárðardal. Árin 1965–1997. Orkustofnun. Vatnamælingar OS-2001/014:121 bls.
- Peterson, B.V. 1977. The black flies of Iceland (Diptera: Simuliidae). *The Canadian Entomologist*. 109:449–472.

- Sigurður Guðjónsson 1990. Íslensk vötn og vistfræðileg flokkun þeirra. Í: Vatnið og Landið. Ávörp, erindi og ágríp (Guttormur Sigbjarnarson ritstj.). Orkustofnun, Reykjavík. Bls. 219–223.
- Sigurður Guðjónsson og Ingi Rúnar Jónsson 2010. Búsvæðamat fyrir urriða og bleikju í Vatnsdalsá, Húnavatnssýslu. Veiðimálastofnun, VMST/10030: 11 bls.
- Sigurjón Rist 1953. Suðurá og Svartá, Bárðardal. Raforkumálastjóri, skilagrein 69: 3 bls.
- Sigurjón Rist 1990. Vatns er Þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík: 248 bls.
- SSB Orka 2013. Svartárvirkjun, Bárðardal-Þingeyjarsveit. Fjölrit SSB Orku ehf um virkjunartilhögun. 27.1.2013: 15 bls.
- Suren, A.M. 1991. Bryophytes as invertebrate habitat in two New Zealand alpine streams. *Freshwater Biology* 26:399–418.
- Thora Hrafnisdóttir 2005. Diptera 2 (Chironomidae). *The Zoology of Iceland III*. 48b:1–169.
- Tumi Tómasson 1976. Athuganir á vatnasvæði Skjálfandaflijóts 28–29/7 1976. Fjölrit Veiðimálastofnunar, ónúmerað: 6 bls.
- Vigfús Jóhannsson 1986. The life history strategies of blackflies in Icelandic lake-outlets. Óbirt doktorsritgerð við háskólann í Newcastle upon Tyne, Englandi. 502 bls.
- Wintermans, J.F.G.M. og De Mots, A. 1965. Spectrophotometric characteristics of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta* 109. 448–453.
- Þórólfur Antonsson 2000. Verklýsing fyrir mat á búsvæðum seiða laxfiska í ám. Veiðimálastofnun, VMST-R/0014: 8 bls.
- Þórólfur Antonsson og Sigurður Guðjónsson 1998. Búsvæði laxfiska í Elliðaám. Framvinduskýrsla í lífríkisrannsóknum. Veiðimálastofnun, VMST-R/98001: 16 bls.

Viðauki I. Loftmyndir af þremur kostum sem settir hafa verið fram af fyrirhugaðri virkjun í Svartá.



Kostur 1.



Kostur 2.



Kostur 3.