

Rannsóknir í Fjarðará vegna uppbyggingar ofan-flóðavarna í Neðri-Botnum á Seyðisfirði



Erlín Emma Jóhannsdóttir

Unnið fyrir VSÓ ráðgjöf

 NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS		
Skýrsla nr: NA-240268	Dags: Nóvember 2024	Dreifing: Opin
Heiti skýrslu (aðal- og undirtitill): Rannsóknir í Fjarðará vegna uppbyggingu ofanflóðavarna í Neðri-Botnum á Seyðisfirði		Síðufjöldi: 19 með viðauka
		Upplag: aðgengileg á www.na.is
Höfundar: Erlín Emma Jóhannsdóttir		Fjöldi viðauka: 1
Ljósmyndir á forsiðu og í skýrslu: Erlín Emma Jóhannsdóttir		
Unnið fyrir: VSÓ Ráðgjöf		
Vegna fyrirhugaðra framkvæmda við ofanflóðavarnir í Neðri-Botnum á Seyðisfirði er áætlað að leggja veg yfir Fjarðará sem felur í sér að setja ræsi í ána. Að beiðni VSÓ Ráðgjafar tók Náttúrustofa Austurlands að sér að kanna seiðapétteleika og umhverfisþætti í ánni til að meta mögulega áhrif framkvæmdanna á lífríkið og leggja til mótvægisáðgerðir til að draga úr neikvæðum áhrifum. Rannsóknir fóru fram í ágúst og var seiðapétteleiki kannaður með rafveiðum á tveimur stöðvum í ánni. Ein stöð var staðsett ofan við fyrirhugaða þverun og ein stöð neðan hennar. Auk rafveiðanna voru uppeldisskilyrði fyrir laxfiska (búsvæðamat) könnuð á rafveiðistöðvunum og út frá eldri gögnum. Botngerð árinna var metin í fimm grófleika flokka og reiknað út svokallað framleiðslugildi árinna sem er eins konar mælikvarði á hversu góður botninn/áin er til framleiðslu á laxfiskum. Framleiðslugildið var einungis reiknað út fyrir bleikju. Blaðgræna α, hiti, leiðni og sýrustig var einnig mælt á báðum stöðum en þessir ólífrænu og lífrænu þættir segja til um hversu frjósamar ár eru og hafa mótandi áhrif á laxfiska í ám. Þá voru veiðitölur síðustu ellefu ára í ánni teknar saman. Fjarðará er dragá á eldri berggrunni landsins líkt og flestar ár á Austurlandi eru flokkaðar. Einkenni slíkra áa eru miklar sveiflur í rennsli með lágrennsli að vetri og vor- og haustflóð. Árnar eru fremur kaldar og lítill styrkur uppleystra efna í þeim. Niðurstöðurnar sýndu að bleikja var ráðandi fisktegund í Fjarðará en einnig veiddust laxaseiði á neðri stöðinni en í mun minni þéttleika og er það í takt við það sem finnst í öðrum ám á Austurlandi. Fjarðará er næringar-efnasauð samkvæmt eldri rannsóknum og mældist rafleiðni lítil og vatnshiti var lágur við úttekt 2024, en slíkar aðstæður eru hamlandi fyrir vöxt og viðgang lax. Botngerðarmatið sýndi að „gæði“ botnsins er nokkuð jöfn á fiskgenga hluta árinna til uppeldis fyrir seiði. Mun fleiri bleikjuseiði veiddust á efri stöðinni en þeirri neðri. Skýringin gæti verið að magn blaðgrænu α (lífmassi þörungna) var meiri þar en á neðri stöðinni en sá þáttur hefur áhrif á hryggleysingja sem er fæða fyrir seiði. Fyrirhuguð framkvæmd getur haft verulega neikvæð áhrif á laxfiska Fjarðarár ef far þeirra raskast. Ef fiskar komast ekki óhindrað upp og niður ána skerðast búsvæði fiskistofna Fjarðarár um meira en helming. Til að koma í veg fyrir að fiskistofnum hnigni í ánni er mikilvægt að hanna þverunina þannig að ferðir fiska og hryggleysingja verði ekki heft.		
Lykilorð: Neðri-Botnar, ofanflóðavarnir, Seyðisfjörður, blaðgræna α , seiði, ræsi, vegagerð, botngerð, rafleiðni, bleikja, laxaseiði		ISSN nr: 2547-7447 (rafræn útgáfa) ISBN nr: 978-9935-543-18-9 (rafræn útgáfa)
Yfirfarið: KÁ		

Efnisyfirlit

Myndaskrá	4
Töfluskrá	4
1 Inngangur	5
2 Aðferðir	6
3 Niðurstöður	8
4 Umræður	12
4.1 Áætluð áhrif framkvæmda á lífríkið og mótvægisáðgerðir.....	12
5 Lokaorð.....	14
6 Heimildir	15
Viðauki I.....	17

Myndaskrá

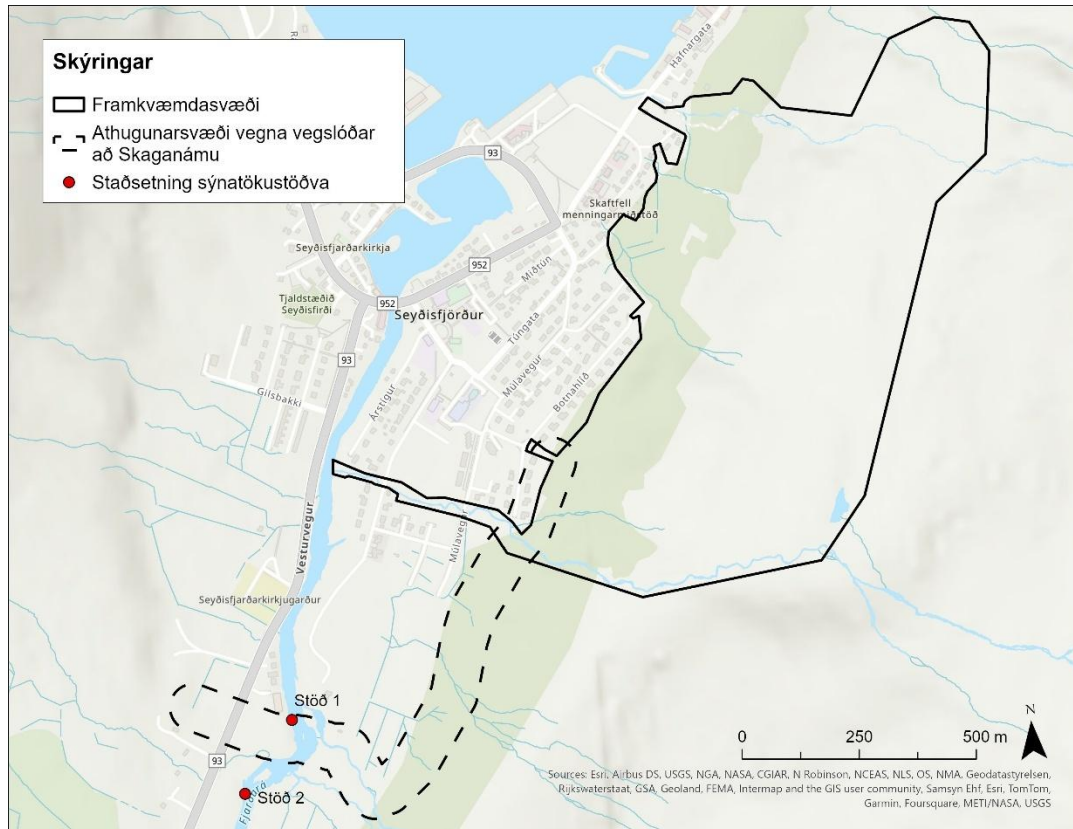
1. mynd. Framkvæmdasvæði vegna ofanflóðamannvirkja í Neðri-Botnum á Seyðisfirði auk athugunarsvæðis vegna vegslóðar frá framkvæmdasvæði að Skaganámu. Bakgrunnskort: ESRI (2024). 5
2. mynd. Árleg skráð bleikjuveiði í Fjarðará Seyðisfirði árin 2013-2023 ásamt meðalveiði þessara ára (M-veiði) (Gögn fengin úr; Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023). 11
3. mynd. Árleg skráð laxveiði í Fjarðará Seyðisfirði árin 2013-2023 ásamt meðalveiði þessara ára (M-veiði) (Gögn fengin úr; Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023). 11

Töfluskrá

- Tafla 1. Hnit stöðva í Fjarðará í Seyðisfirði i ágúst árið 2024. 7
- Tafla 2. Botngerðaflokkar eftir þvermáli botnefna og botngildi fyrir bleikju fyrir hvern botngerðarflokk (Þórólfur Antonsson, 2000). 8
- Tafla 3. Umhverfispættir, meðaltal blaðgrænu a (ásamt staðalfrávik, sf.) og hlutfallsleg skipting blaðgrænu á blábakteríur og þörungum á báðum rannsóknastöðvunum í Fjarðará í Seyðisfirði í ágúst 2024. 9
- Tafla 4. Meðallengd (M-lengd, cm), meðalþyngd (M-þyngd, gr) og holdastuðull ásamt staðlafrákviki meðaltala (Sf.) og fjölda (n og á 100 m²) mældra seiða eftir aldri og tegund. 10
- Tafla 5. Reiknað framleiðslu gildi (FG), framleiðslu eining (FE) og hlutfall framleiðslu einingar (FE) af heildarflatarmáli í Fjarðará árið 2001 og endurmat árið 2024. 10
- Tafla 6. Forsendur notaðar til ákvörðunar á fiskgengd ræsa og stokka fyrir fullorðinn laxfisk og laxfiskaseiði og aðrar tegundir (allir aldurshópar) eftir lengd þverunar. M Strhr = meðalstraumhraði í þverun, M dýpi = meðaldýpi í þverun, fallhæð = fallhæð á vatnsflöt og hvort hylur sé undir fallhæð ef hún er til staðar. Sýnd eru hámarks sem leyfileg eru fyrir meðalstraumhraða og fallhæð og lágmörk fyrir meðaldýpi og hyl undir fallhæð (tafla og töflutexti fenginn úr Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005). 13

1 Inngangur

Sumarið 2024, rannsakaði Náttúrustofa Austurlands, seiðabúskap og uppeldisskilyrði fyrir seiði í Fjarðará í Seyðisfirði vegna áætlana um að þvera ána með vegi. Setja á ræsi í ána og eru framkvæmdirnar hluti af byggingu ofanflóðamannvirkja við Neðri- Botna í Seyðisfirði (1. mynd). Markmiðið var að meta möguleg áhrif framkvæmdanna á lífríki árinna.



1. mynd. Framkvæmdasvæði vegna ofanflóðamannvirkja í Neðri-Botnum á Seyðisfirði auk athugunarsvæðis vegna vegslóðar frá framkvæmdasvæði að Skaganámu. Bakgrunnskort: ESRI (2024).

Samkvæmt reglugerð um flokkun vatnshlota, eiginleika þeirra, álagsgreiningu og vöktun (nr. 535/2011) kemur fram að eitt af markmiðum reglugerðarinnar er að tryggja gott vist-fræðilegt ástand vatnshlota. Skilgreindir hafa verið líffræðilegir, eðlisefnafræðilegir og vatnsformfræðilegir gæðapættir í straum- og stöðuvötnum sem horfa skal til þegar vist-fræðilegt ástand vatnshlota er metið. Líffræðilegir gæðapættir eru hryggleysingjar (tegunda-auði, fjölbreytni og jafndreifni), púpuhamir rykmýs, blaðgræna *a* og fiskur. Auk þess hafa verið skilgreindar vísitæguðir hryggleysingja fyrir straum- og stöðuvötn af tiltekinni vatna-gerð, en samsetning hryggleysingja getur sagt til um hvort einhver röskun er á búsvæði þeirra. Eðlisefnafræðilegir og vatnsformfræðilegir þættir gefa síðan upplýsingar um eiginleika vatnshlotsins og eru notaðir til stuðnings við líffræðilegu gæðapættina. Eðlisefnafræðilegu þættirnir eru: rafleiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$) vatns, súrnunarástand (pH-gildi og basavirkni (meq/l)) og næringarefnaástand vatns (PO_4 , NO_3 , NH_4). Vatnsformfræðilegu þættirnir eru vatns-búskapur/rennslishættir og samfella áa (Umhverfisstofnun og Stjórn vatnamála, 2022).

Mannvirkjafamkvæmdir í straumvötnum, eins og þverun áa vegna vegagerðar og ísetning ræsa, geta haft mikil áhrif á vatnsformfræðilega gæðapætti þá sérstaklega samfellu. Ef engin mannvirki eru til staðar í árfarvegi straumvatna og ekkert álag má ganga út frá því að

vatnsformfræði viðkomandi vatnshlots sé náttúrulegt og endurspegli *mjög gott* ástand. Þá flæðir vatn, set og næringarefni óhindrað frá upptökum til ósa og fiskar og hryggleysingar geta ferðast óhindrað upp og niður farveginn, sem er nauðsynlegt fyrir lífsferil þeirra (Svava Björk Þorláksdóttir o.fl., 2023).

Rannsóknir, bæði erlendar og íslenskar, hafa sýnt að ein helsta hættan við þverun straumvatna í tengslum við vegagerð er sú að ferðir fiska og annarra vatnalífvera rofna vegna illa hannaðra eða rangt frágenginna ræsa. Þetta getur leitt til þess að mikilvæg búsvæði glatist, þar á meðal hrygningar- og uppeldissvæði fyrir laxfiskaseiði (Sleight og Neeson, 2018; Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005). Við framkvæmdir í og við straumvötn getur einnig skapast hættu á mengun, til dæmis ef olía eða önnur efni leka í vatnið.

Fjarðará er skipt upp í tvö vatnshlot Fjarðará 1 (102-1139-R) (Stjórn vatnamála, 2024a) sem er á fiskgenga hluta árinna og Fjarðará 2 (Stjórn vatnamála, 2024b) sem er á ófiskgenga hluta hennar (102-1144-R) en hún er fiskgeng upp að Fjarðarselsfossi (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001) og eru frirhugaðar framkvæmdir á fiskgenga hluta hennar. Bæði vatnshlotin falla í vatnagerð RL1 sem eru bergvatnsár (dragár) á láglendi (h.y.s. < 600m) á eldri berggrunni landsins líkt og flestar ár á Austurlandi (Sigurjón Rist, 1990; Stjórn vatnamála, 2024; Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl., 2020). Einkenni slíkra áa eru miklar sveiflur í rennsli með lágrennsli að vetri og vor- og haustflóð. Árnar eru fremur kaldar og lítill styrkur uppleystra efna í þeim. Bleikjan hefur hvað mesta aðlögunarhæfni af þeim þremur ferskvatnstegundum (lax, bleikju og urriða) sem lifir á Íslandi og nær að lifa við hrjóstrugri aðstæður líkt og gerist í ám á Austurlandi en t.d. lax sem kys fremur frjósamari og hlýrri vatnakerfi en slíkar ár er að finna á yngri berggrunni landsins (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996).

Fyrri rannsóknir á seiðabúskap og veiðitölur sýna að bleikja er ráðandi fisktegund í Fjarðará en einnig þrífst þar lax og urriði en í mun minna mæli (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001, Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019; Jóhannes Sturlaugsson, 2021). Einnig hefur hnúðlax veiðst þar. Bleikjustofninn er að mestu sjóbleikja (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001) og er eðli þeirra að dvelja í sjó í nokkrar vikur á sumrin en svo ganga þær upp í árnar seinnipart sumars (september til nóvember) til að hrygna og verja vetrinum þar. Seiðin klekjast út vorið eða sumarið á eftir og eyða þau fyrstu æviárum sínum í ánni en ganga svo til sjávar um tveggja til þriggja ára aldur (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996). Fjarðará er ein gjöfulasta sjóbleikjuá landsins (Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023) og nær veiðisvæðið frá ósi og upp að Fjarðarselsfossi og hefur Stangveiðifélag Seyðisfjarðar ána á leigu.

2 Aðferðir

Rannsóknir fóru fram 20. ágúst 2024 á tveimur stöðvum í Fjarðará 1, stöð 1 var staðsett neðan fyrirhugaða þverun og stöð 2 ofan hennar (1. mynd og Tafla 1). Á báðum stöðvunum var seiðapétteleiki kannaður með rafveiðum. Auk þess var blaðgræna α , hiti, leiðni og pH gildi árvatnsins mælt á staðnum. Staðsetningar voru valdar með hliðsjón af fyrri rannsóknum þar sem seiðapétteleiki hefur áður verið kannaður af Hafrannsóknastofnun (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001; Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019).

Tafla 1. Hnit stöðva í Fjarðará í Seyðisfirði í ágúst árið 2024.

Stöð	GPS hnit	
	Norðlæg breidd	Vestlæg breidd
1	65.25230	-14.01444
2	65.25096	-14.01682

Mælingar á rafleiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$ @ 25°C), sem er mælikvarði á heildarstyrk uppleystra jóna í vatni, pH gildi og vatnshita voru gerðar á báðum stöðum. Rafleiðni var mæld með YSI PRO 30 mæli, pH gildi og hiti ($^\circ\text{C}$) var mælt með Orion STAR A324 mæli og Ross pH rafskauti. Áður en að mælingarnar voru gerðar var búið að kvarða mælana með bufferum (pH: 7,00 og 10,01, leiðni: $1.413 \mu\text{S}/\text{cm}$).

Mælingar á blaðgrænu a voru framkvæmdar á staðnum á steinum í árfaveginum, með BenthosTorch flúrmæli (bbe Moldaenke©), sem gefur heildarmagn blaðgrænu a ($\mu\text{g cm}^{-2}$). Mælirinn sendir frá sér ljós og er endurkast þess af mismunandi bylgjulengdum notað til útreikninga á magni blaðgrænu a . Nákvæmni mælinga á blaðgrænu með flúrmælinum er upp á $0,1 \mu\text{g Chl-}a \text{ cm}^{-2}$ (bbe-moldaenke, 2023). Mælirinn skiptir mældri blaðgrænu a upp í þrjá hópa út frá endurkasti af mismunandi bylgjulengdum, í grænþörungum, kísilþörungum og blá-bakteríum. Afmarkað var 15 m svæði meðfram árfarveginum þar sem mælingar fóru fram á tilviljunarhnitum. Tilviljunarhnitin gáfu til kynna hvar á skilgreindu 15 m svæði meðfram árbakkanum og hvar í árfarveginum (hornrétt á straumstefnu) ætti að mæla blaðgrænu. Til að koma í veg fyrir rask á sýnatökustöðinni var byrjað neðst innan þessa skilgreinda svæðis og farið gegn straumi. Mælingar fóru fram á báðum stöðvum. Mælt var á 10 steinum á hverri stöð og voru þrjár mælingar á hverjum steini, þ.e. samtals 30 mælingar á stöð þar sem mælt var. Sneitt var hjá steinum þar sem mosi eða háplöntur voru áfastar til að trufla ekki merki frá þörungum, en mælingarnar miðast við mat á magni blaðgrænu a úr þörungum. Mælingarnar voru vistaðar í tækinu og þeim hlaðið niður í tölvu við heimkomu.

Við rafveiðina var notuð rafstöð sem framleiðir 220 volta riðstraum, sem breytt er í 300/600 volta jafnstraumsspennu. Málmotta var lögð á botn árinna sem bakskaut (katóða), en forskautið (anóða), var málmhringur á enda stafsins sem veiðimaðurinn hélt á. Hringnum á enda stafsins var haldið undir vatnsborðinu og hann færður skipulega yfir stöðina. Seiðin drógust að hringnum á stafnum og þá var hægt að háfa þau upp. Farin var ein yfirferð á hverri stöð og flatarmál þess svæðis sem rafveitt var á mælt. Með því móti var unnt að reikna vísitölu seiðapétteleika fyrir viðkomandi stöð, sem fjölda veiddra seiða á hverja 100 m^2 árbotns.

Öll seiði sem veiddust voru greind til tegunda og þyngd þeirra og lengd skráð. Fultons ástandsstuðull (K) eða holdastuðull var reiknaður út frá sambandi lengdar (cm) og þyngdar (g) (Bagenal og Tech, 1978), samkvæmt jöfnunni:

$$K = \text{þyngd (g)} / \text{Lengd}^3 \text{ (cm)} * 100$$

Stuðullinn gefur vísbendingu um holdafar laxfiska og er um 1,0 hjá fiskum sem eru í eðli-legum holdum. Seiðin voru fljót að jafna sig eftir rafveiðina og því voru þau svæfð með phenoxyl ethanol áður en þau voru mæld og vegin.

Af hluta seiðanna voru einnig teknar kvarnir til aldursákvörðunar. Seiði á fyrsta vaxtarsumri (vorgömul seiði) voru táknuð sem 0+, árgömul seiði voru táknuð sem 1+ en þau höfðu verið einn vetur í ánni eftir klak og voru á öðru vaxtarsumri. Seiði sem höfðu verið tvo vetur í ánni eftir klak voru táknuð sem 2+ o.s.frv. Einnig var innihald maga kannað og magafylli metin. Magafylli var skráð á skala frá 0 til 5 þar sem 0 var tómur magi og 5 var fullur magi. Innihald magans var sett á petriskál og það skoðað og greint undir víðsjá, Leica MZ6 með 40x stækkun.

Auk rafveiða var aflað upplýsinga um veiðitölur í Fjarðará síðustu ellefu ár (2013 til og með 2023) úr skýrslum Hafrannsóknastofnunar um lax- og silungsveiði (Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023). Auk þess var heimilda aflað um fyrri rannsóknir sem farið hafa fram á seiðabúskap Fjarðarár.

Notað var fyrirliggjandi botnngerðarmat á ánni til að lýsa uppeldisskilyrðum (framleiðslugildi) fyrir seiði í Fjarðará (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001). Botnngerðarmatið fór fram frá ós og upp að Fjarðarselsfossi. Til að kanna hvort raunhæft væri að nota þær niðurstöður var farið á sömu staði og botnngerðarmat hafði farið fram á þá og árfarvegurinn og botninn skoðaður. Við botnngerðarmat árið 2001 var ánni skipt upp í sex árkafla (a til f) sem hver um sig var 350 m (viðauki I). Á hverjum kafla var grófleiki botnsins metinn til hundraðs-hluta í fimm flokka. Við útreikninga á svo kölluðu framleiðslugildi er hlutdeild hvers gróf-leikaflokks margfölduð með botngildi (Tafla 2) en þetta gildi er mismunandi fyrir lax og bleikju. Dýpi var einnig mælt á hverjum athugunarpunkt og breidd sniðsins mælt. Einungis var reiknað út framleiðslugildi fyrir bleikju hér. Aðferð við botnngerðarmat er nánar lýst í skýrslu Veiðimálastofnunar (nú Hafrannsóknastofnun) (Þórólfur Antonsson, 2000). Auk þess var gert botnngerðarmat á rafveiðistöðvunum í þessari rannsókn en þær niðurstöður voru svipaðar og fengust í botnngerðarmatinu árið 2001 og byggir botnngerðarmatið á rann-sóknunum árið 2001 (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001) þar sem það var mun ítarlegra.

Tafla 2. Botnngerðaflokkar eftir þvermáli botnefna og botngildi fyrir bleikju fyrir hvern botnngerðarflokk (Þórólfur Antonsson, 2000).

Botnngerð	Þvermál (cm)	Botngildi
Leir/sandur	0 - 1	0,09
Möl	1 - 7	0,4
Smágrýti	7 - 20	0,4
Stógrýti	>20	0,09
Klöpp		0,02

3 Niðurstöður

Umhverfispættir og blaðgræna a

Þegar athugun fór fram var lofthiti um 8,0°C, skýjað og smá gola. Vatnshiti var svipaður á báðum stöðvum en pH-gildi vatnsins var örlítið lægra á stöð 2 en stöð 1 (Tafla 3). Rafleiðni í vatninu var lág á báðum stöðum og mældist um 17 µS/cm (Tafla 3). Magn blaðgrænu *a* var

um tvöfalt hærra á stöð 2 en stöð 1 eða $0,38 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ á móts við $0,16 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (Tafla 3). Hlutföll mismunandi hópa frumframleiðenda miðað við magn blaðgrænu sýndi að kísilþörungar voru ríkjandi þörungahópur á stöð 1 en í minnstum þéttleika á stöð 2. Grænþörungar voru með hlutfallslega mestan þéttleika á stöð 2 en blábakteríur voru einnig í töluverðum þéttleika þar eða 41% (Tafla 3).

Tafla 3. Umhverfisþættir, meðaltal blaðgrænu a (ásamt staðalfrávik, sf.) og hlutfallsleg skipting blaðgrænu a í blábakteríur og þörungar á báðum rannsóknastöðvunum í Fjarðará í Seyðisfirði í ágúst 2024.

Stöð	pH	Rafleiðni $\mu\text{S}/\text{cm}$ @25°C	Hiti °C	Blaðgræna		Hlutföll þörungahópa		
				Meðaltal $\mu\text{g}/\text{cm}^2$	Sf.	Blábakteríur %	Grænþörungar %	Kísilþörungar %
1	7,24	16,5	6,5	0,16	0,10	31	25	44
2	7,19	16,6	6,9	0,38	0,33	41	51	8

Seiðapétteleiki og veiðitölur

Rafveitt var á samtals 310 m^2 botnflatar og veiddust 28 bleikjuseiði og 2 laxaseiði sem reiknast sem 9,0 bleikjuseiði/ 100 m^2 og 0,6 laxaseiði/ 100 m^2 .

Á stöð 1 var rafveitt á 210 m^2 og veiddust þar samtals 11 seiði, 9 bleikjuseiði og 2 laxaseiði sem reiknast sem 3,8 bleikjuseiði/ 100 m^2 botnflatar og 1,0 laxaseiði/ 100 m^2 botnflatar (Tafla 4). Bleikjuseiðin voru af þremur árgöngum vorgömul (0+, klakin árið) eins árs (1+) og tveggja ára (2+). Þéttleiki vorgömlu seiðanna var mestur (5 stk.) og var meðallengd þeirra 3,7 cm (spönn 3,4 – 3,9 cm), meðalvigt var 0,4 gr (spönn 0,3 – 0,5 gr) og holdastuðullinn var 0,84 (spönn 0,76 – 0,98). Einungis eitt eins árs seiði veiddist á stöð 1. Laxaseiðin voru eins árs og voru 7,1 og 5,3 cm (að meðaltali 6,2 cm) og vógu 4,1 og 1,7 gr (að meðaltali 2,9 gr) gr og var holdastuðull þeirra 1,03.

Á stöð 2 var rafveitt á 100 m^2 en þar veiddust einungis bleikjuseiði, samtals 19. Þrír árgangar veiddust eins og á stöð 1 og voru flest seiði árgömul eða samtals 10 seiði og voru þau að meðaltali 6,7 cm (spönn 4,4 – 8,9 cm) og 3,4 gr að þyngd (spönn 0,8 – 6,9 gr) og holdastuðull þeirra 0,97 (spönn 0,87 – 1,23). Vorgömul seiði voru samtals 7 og voru að meðaltali 3,4 cm að lengd (spönn 3,2 – 3,6 cm) og holdastuðullinn 0,72. Tvö tveggja ára seiði veiddust og voru 10,3 cm og 11,6 cm að lengd og 12,1 gr og 14,3 gr að þyngd (Tafla 4).

Öll seiði voru með einhverja fæðu í maga og var magafylli metið 2 í öllum bleikjuseiðum en 1 hjá laxaseiðum. Uppistaðan í fæðu bæði lax- og bleikjuseiðanna voru rykmýslirfur á báðum stöðvum og var hlutfall þeirra 90% til 100% af heildarrúmmáli fæðu í maga.

Tafla 4. Meðallengd (M-lengd, cm), meðalþyngd (M-þyngd, gr) og holdastuðull ásamt staðlafrákviki meðaltala (Sf.) og fjölda (n og á 100 m²) mældra seiða eftir aldri og tegund.

Stöð	Tegund	Aldur	Fjöldi á 100 m ²	Fjöldi (n)	M-lengd (cm)	Sf.	M-þyngd (gr)	Sf.	Holdast.	Sf.
1	Bleikja	0+	2,4	5	3,7	0,25	0,4	0,11	0,84	0,09
		1+	0,5	1	4,2		0,6		0,80	
		2+	1,4	3	7,6	1,17	3,1	3,06	1,03	0,18
		Samtals	4,3	9						
	Lax	1+	0,95	2	6,2	1,27	2,9	1,70	1,14	0,00
		Samtals	0,95	2						
2	Bleikja	0+	7,0	7	3,4	0,28	0,3	0,05	0,72	0,12
		1+	10,0	10	6,7	1,64	3,4	2,18	0,97	0,10
		2+	2,0	2	11,0	0,92	13,2	1,56	1,01	0,14
		Samtals	19,0	19						

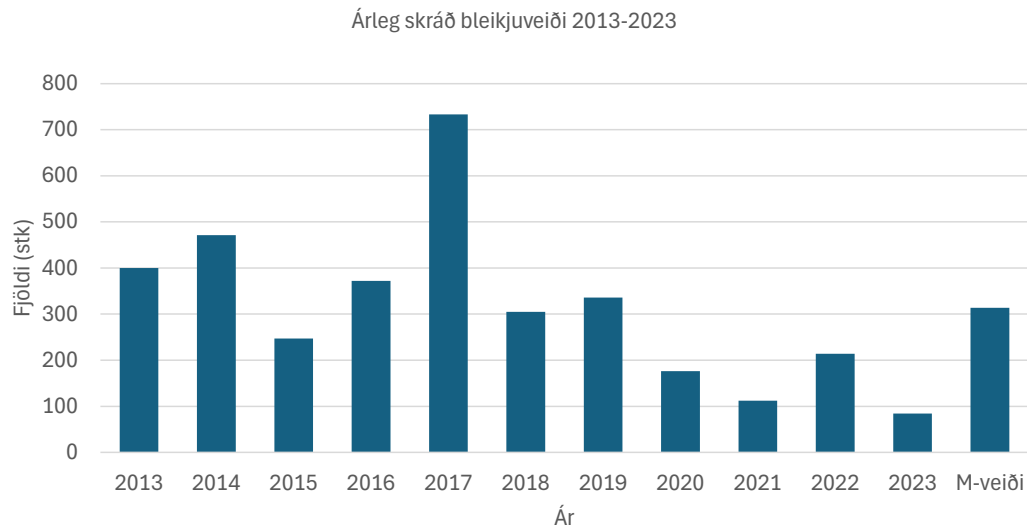
Heildarflatarmál árinna var 54.075 m² (viðauki I). Samkvæmt niðurstöðum botnngerðarmatsins var stórgrýti ríkjandi (80% og 60%) á fyrstu 700 m árinna en um miðbik árinna (næstu 700 m) var smágrýti ríkjandi botngerð (70% og 60%) en einnig stórgrýti áberandi þar (20%). Eftir því sem neðar dró jókst hlutdeild af mól og var hún 30% og 80% af botngerð á neðstu stöðvunum (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001 og endurmat árið 2024).

Framleiðslueiningar árinna reiknuðust frá 117,0 – 393,3 fyrir bleikju og var lægst efst en hæst á neðstu stöðinni (Tafla 5) (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001). Ef horft er til fyrirhugaða framkvæmd þá reiknast framleiðslueiningar ofan fyrirhugaða þverun samtals 919,5 en 635,4 neðan hennar. Allar niðurstöður og útreikninga sem og staðsetningu stöðva má finna í viðauki I.

Tafla 5. Reiknað framleiðslu gildi (FG), framleiðslu eining (FE) og hlutfall framleiðslu einingar (FE) af heildarflatarmáli í Fjarðará árið 2001 og endurmat árið 2024.

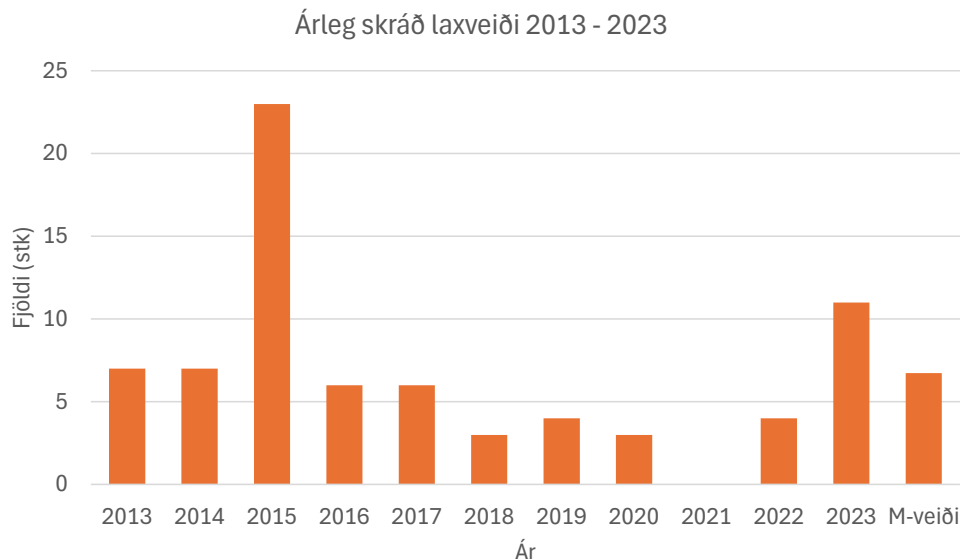
Staðs. m.v þverun	Snið	Framleiðslu gildi (FG)	Framleiðslu einingar (FE) FG*m ² /1000	Hlutall FE í %
Ofan	a	15,2	117,0	7,5
	b	21,4	187,3	12,0
	c	33,8	354,9	22,8
	d	33,8	260,3	16,7
Neðan	e	27,6	241,5	15,5
	f	36,9	393,9	25,3

Bleikjuveiði í Fjarðará síðustu ellefu ár (2013 – 2023) hefur sveiflast nokkuð milli ára eða frá 733 bleikjur árið 2017 þegar mest var, en fæstar bleikjur veiddust árið 2023 eða 84 bleikjur (2. mynd). Meðalveiði yfir það tímabil voru 314 bleikjur (staðalfrávik = 184) (Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023).



2. mynd. Árleg skráð bleikjuveiði í Fjarðará Seyðisfirði árin 2013-2023 ásamt meðalveiði þessara ára (M-veiði) (Gögn fengin úr; Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023).

Sama má segja um laxveiðina en fjöldi veiddra laxa yfir ellefu ára tímabil sveiflast nokkuð milli ára og veiddist enginn lax árið 2021 en 23 laxar veiddust árið 2015 (3. mynd). Meðalveiði yfir ellefu ára tímabil voru 7 laxar (staðalfrávik = 6) (Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023).



3. mynd. Árleg skráð laxveiði í Fjarðará Seyðisfirði árin 2013-2023 ásamt meðalveiði þessara ára (M-veiði) (Gögn fengin úr; Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023).

4 Umræður

Bleikjuseiði veiddust bæði fyrir ofan og neðan fyrirhugaða þverun og sýnir þessi rannsókn og fyrri rannsóknir að hún er ríkjandi fisktegund í ánni og nokkuð jafndreifð um hana (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001, Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019; Jóhannes Sturlaugsson, 2021). Það sem takmarkar stofnstærð bleikjunnar er hversu stutt áin er fiskgeng en frá ósi og upp að Fjarðaselsfossi sem er ófiskgengur eru um 2,1 km. Botngerð árinna er þó góð til uppvaxtar fyrir bleikjuseiði en smágrýti og mól var algengasta botngerðin á flestum stöðum sem er sú botngerð sem gefur hæstu einkunn hvað botngildi varðar fyrir bleikju (Þórólfur Antonsson, 200; Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001). Smágrýtið veitir skjól fyrir seiði auk þess sem flókið þrívítt búsvæði á árbotninum skapar meira fæðuframboð af hryggleysingjum. Mól er einnig hentug fyrir hrygningu (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996).

Samantekt á veiðitölum sýna að áin er góð sjóbleikjuá og ein sú aflahæsta á Austurlandi (Guðni Guðbergsson, 2013; 2014; 2015; Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2016; 2017; 2018; 2019; 2020; 2021; 2022; Guðmunda Björg Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson, 2023).

Mismunur á þéttleika bleikjuseiða á efri stöðinni (19,0 seiði/m²) og þeirri neðri (4,3 seiði/m²) gæti meðal annars stafað af mismun á magni blaðgrænu *a* (lífmassi þörunga) á steinum milli stöðva en hún mældist mun minni (0,16 µg/cm²) á neðri stöðinni en þeirri efri (0,38 µg/cm²). Þörungar ásamt öðrum frumbjarga lífverum gegna lykilhlutverki í vistkerfum straum- og stöðuvatna. Þörungar á árbotninum mynda flókin lífræn efni úr einföldum ólífrænum efnum við ljóstillífun og eru frumstig í fæðuvef straumvatna og þar með grunnur að tilveru annarra dýra ofar í fæðukeðjunni (Steinman o.fl., 2007). Samfélög og þéttleiki botnlægra hryggleysingja (sem er aðal fæða fiska) mótast síðan af lífrænni framleiðslu svæðisins, eðlis- og efnafræðilegum þáttum, framburði lífrænna efna, botngerð, vatnafari og rennslisháttum árinna (Gísli Már Gíslason o.fl., 1998; Jón S. Ólafsson o.fl., 2001; 2002).

Þéttleiki laxaseiða var lítill og er það í samræmi við niðurstöður á þéttleika laxaseiða í öðrum ám á Austurlandi en þéttleiki þeirra er almennt lítill nema í ám á Vopnafirði og á Suðausturlandi (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019). Skýringin er sú að lax kys frjósamari og hlýrri aðstæður en eru í Fjarðará. Mælingar á eðlisþáttum í ánni nú og í rannsóknum sem gerðar voru 2017 (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019) og 2001 (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001) sýna að rafleiðni var lág í ánni (16,7 µS/cm; 24,5 µS/cm; 34 µS/cm) og vatnshiti lágur (6,5 °C; 10,9 °C; 6,6°C). Næringarefnin fosfat, níturat og ammoníum voru einnig lág og svipðu og mældist í öðrum ám á Austurlandi árið 2017. Fosfat (PO₄) mældist 0,252 µmól/l, níturat (NO₃) <0,1 µmól/l og ammoníum (NH₄) 0,333 µmól/l (Leó Alexander Guðmundsson o.fl., 2019) en ofangreindir eðlis- og efnaþættir eru meðal annars þeir þættir sem taka þátt í lífrænni framleiðslu og segja til um frjósemi áa og eru oftast takmarkandi til vaxtar og viðgangs fyrir lax (Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson, 1996).

4.1 Áætluð áhrif framkvæmda á lífríkið og mótvægisáðgerðir

Fyrirhuguð þverun er neðarlega í ánni. Ef hún hindrar ferðir fiska, mun svæðið sem þeir geta nýtt til vaxtar og hrygningar skerðast um 59%. Slík búsvæðarárnun getur haft veruleg áhrif á viðgang bleikjustofnsins. Rannsóknir, bæði á Íslandi og erlendis, hafa sýnt fram á að illa

hönnuð og frágengin ræsi eru ein helsta ógnin við vatnalífriki þegar vatnsföll eru þveruð vegna vegagerðar. Slíkar framkvæmdir geta truflað náttúrulegar ferðir fiska og stuðlað að búsvæðatapi (t.d. Warren og Pardew, 1998; Vaughan, 2002; Gibson o.fl., 2005; Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005; Bjarni Jónsson, 2005; Sleight og Neeson, 2018).

Í skýrslu sem Veiðimálastofnun (nú Hafrannsóknastofnun) gaf út árið 2005 um áhrif brúa og ræsagerðar á ferðir ferskvatnsfiska og búsvæði þeirra eru teknar saman forsendur sem notaðar voru til að kanna fiskgengd ræsa og stokka fyrir fullorðinn laxfisk og laxfiskaseiði í ám og lækjum á Íslandi (Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005). Forsendurnar sem getið er um í þeirri skýrslu byggja á erlendum rannsóknum/leiðbeiningaritum og miða við lengd þverunar og breytur sem ákvarða fiskgengd um ræsi s.s. eins og meðalstraumhraða, meðaldýpi, fallhæð við útfall, hylur undir fallhæð ef fallhæð er til staðar og hindranir við inntak eða útfall s.s. eins og grjóthnullungar og taka tillit til aldurs fiska og tegunda (Tafla 6) (Gosse o.fl., 1998; Bates o.fl., 2003). Mikilvægt er að ræsið sé nægjanlega stórt og vítt og að það sé uppsett þannig að halli árfarvegarins haldist nær óbreyttur svo náttúrulegur straumhraði haldist, en mikill straumhraði getur komið í veg fyrir að fiskar komist ferða sinna. Jafnframt þarf að tryggja ákveðið lágmarksdýpi vatns inn í ræsinu og að líkt sé eftir botngerð ofan og neðan þverunar (ef lengd þverunar er meiri en 30 m) til að koma í veg fyrir búsvæða tap (Tafla 6) (Bates o.fl., 2003; Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005). Ef þverunin á að vera varanleg er brú betri kostur.

Tafla 6. Forsendur notaðar til ákvörðunar á fiskgengd ræsa og stokka fyrir fullorðinn laxfisk og laxfiskaseiði og aðrar tegundir (allir aldurshópar) eftir lengd þverunar. M Strhr = meðalstraumhraði í þverun, M dýpi = meðaldýpi í þverun, fallhæð = fallhæð á vatnsflöt og hvort hylur sé undir fallhæð ef hún er til staðar. Sýnd eru hámarks gildi sem leyfileg eru fyrir meðalstraumhraða og fallhæð og lágmarks gildi fyrir meðaldýpi og hyl undir fallhæð (tafla og töflutexti fenginn úr Guðmundur Ingi Guðbrandsson o.fl., 2005).

Lengd þverunar	Fullorðinn laxfiskur				Laxfiskaseiði og aðrar tegundir			
	M Strhr (m/s)	M dýpi (m)	Fallhæð (m)	Hylur (m)	M Strhr (m/s)	M dýpi (m)	Fallhæð (m)	Hylur (m)
0 - 18m	1,2				0,34*			
18 - 30m	1,2	0,20	0,30	0,60	0,34*	0,15	0,15***	0,60
30 - 60m	0,9				**			

*ef botn ræsis/stokks er náttúrulegur, þ.e. líkir eftir botngerð ofan og neðan þverunar, þá er miðað við meðalstraumhraða 0,6m/s.

**ef ræsi/stokkur er yfir 30m á lengd verður botn þverunarinnar að líkja eftir botni vatnsfalls ofan og neðan þverunar.

***fyrir aðrar tegundir en laxfiska er miðað við að fallhæð sé engin.

Rannsóknir á hrygningastofni sjóbleikjunnar í Fjarðará árið 2021 og samanburður við botngerðarmat árið 2001 sýndu að álitleg hrygningarsvæði eru fyrir neðan fyrirhugaða þverun (Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001; Jóhannes Sturlaugsson, 2021). Því þarf að huga að þegar og ef framkvæmdir hefjast og miða að því að þær fari ekki fram þegar hrygning á sér stað (september til nóvember).

Ef mikið magn af fínu efni rótast upp við uppgröft í ánni getur það haft þær afleiðingar að egg laxfiska þroskast síður t.d. vegna þess að minna súrefni berst til eggjanna en einnig getur gruggið sest á árbotninn og grafið egg og kviðpokaseiði (t.d. Greig o.fl., 2005; Maret o.fl., 1993).

Aukið magn af fínu efni getur einnig haft neikvæð áhrif á aðra líffræðilega gæðabætti, eins og magn blaðgrænu *a* og hryggleysingja. Minna ljós nær niður á árbotninn þar sem frumframleiðendur hafast við (t.d. þörungar, blábakteríur, mosi og háplöntur). Fyrir vikið verður minni frumframleiðsla í kerfinu sem leiðir til minna fæðuframboðs fyrir síðframleiðendur (Joint og Pomroy, 1981; Hall, o.fl., 2015). Þá getur fínt efni einnig, grafið hryggleysingja og gert búsvæði þeirra lakara. Þetta eru þó oftast skammtímaáhrif og takmarkast við framkvæmdatíma og eru afturkræf, að því gefnu að samfellu árinna verði ekki raskað.

5 Lokaorð

Fyrirhuguð þverun er neðarlega í ánni og ef ferðir laxfiska raskast getur það haft verulega neikvæð áhrif á fiskistofna árinna og þar með á veiði á sjóbleikju en áin er ein aflahæsta sjóbleikjuá landsins. Laxfiskastofnar Fjarðarár, sem og annað botndýralíf, er mikilvægt fyrir svæðið í heild sinni, ekki síst til að viðhalda líffræðilegum fjölbreytileika svæðisins en í annarri grein náttúruverndarlaga (lög nr. 60/2013) er fjallað um að „*varðveita skuli tegundir lífvera og erfðafræðilega fjölbreytni þeirra og tryggja ákjósanlega verndarstöðu þeirra þannig að tegundirnar nái að viðhalda sér í lífvænlegum stofnum til lengri tíma á náttúrulegum búsvæðum sínum*“.

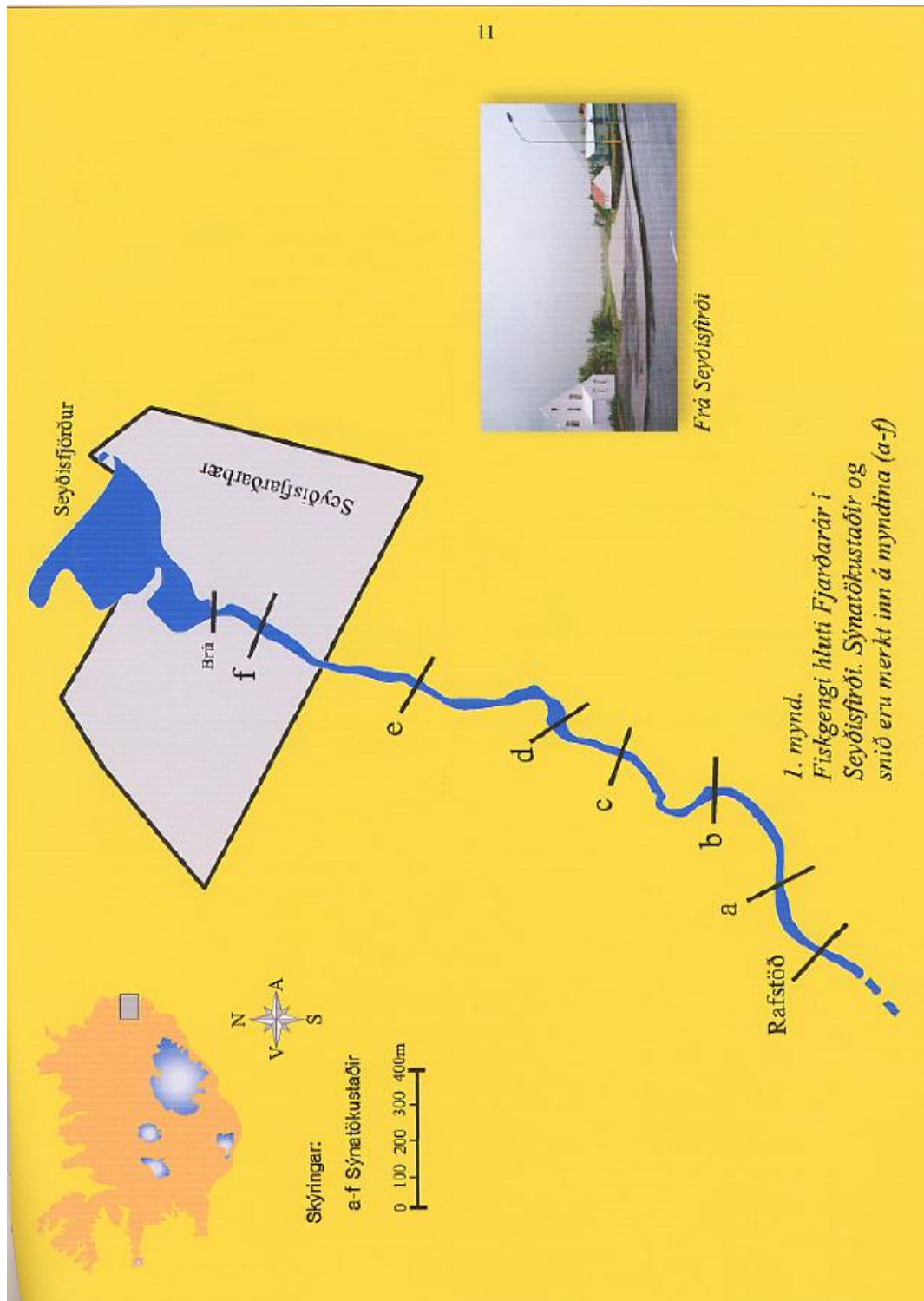
Hafa skal einnig í huga að bakkagróður er verndaður samkvæmt náttúruverndarlögum (nr. 60/2013) en markmið með þeirri vernd er að: „*leitast við að viðhalda náttúrulegum bakka-gróðri við ár og stöðuvötn og haga mannvirkjum og framkvæmdum þannig að sem minnst röskun verði á bökkum og næsta umhverfi vatnsins*“.

6 Heimildir

- Ásdís Hlökk Theodórsdóttir, Hólmfríður Birgisdóttir, Jakob, Gunnarsson, Pétur Ingi Haraldsson og Carine Chatenay (2005). *Leiðbeiningar um flokkun umhverfispátta, viðmið, einkenni og vægi umhverfisáhrifa*. Skipulagsstofnun.
- Bagenal, T.B. and Tesch, F.W. (1978). Age and Growth bls. 101-136. Í: IBP Handbook No 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Waters, T. Bagenal (ritstj.). Blackwell Scientific Publications. Oxford. Þriðjaútgáfa.
- Bates, K., Barnard, B., Heiner, B., Klavas, J.P. og Powers, P.D. (2003). Design of road culverts for fish passage. *Washington Department of Fish and Wildlife, Olympia*.
- ESRI (2024). World Imagery. Esri, Maxar, USDA, USGS, GeoEye, Getmapping, AeroGRID, IGN, IGP, UPR-EGP, and the GIS user community.
- Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Fjóla Rut Svavarsdóttir og Svava Björk Þorláksdóttir (2020). Lýsing á viðmiðunaraðstæðum straum- og stöðuvatna á Íslandi. Unnið fyrir Umhverfisstofnun. VÍ 2020-007, HV 2020-23, NÍ-20004.
- Gísli Már Gíslason, Jón S. Ólafsson & Hákon Aðalsteinsson (1998). Animal communities in Icelandic Rivers in relation to catchment characteristics and water chemistry. *Nordic Hydrology*, 29, 129–148.
- Gosse, M.M., Power, A.S., Hyslop, D.E. og Pierce, S.L. (1998). Guidelines for protection of freshwater habitat in Newfoundland and Labrador. *Fisheries and Oceans*. St.John's Newfoundland.
- Greiga, S.M, Searb, D.A & Carlingb, P.A. (2005). The impact of fine sediment accumulation on the survival of incubating salmon progeny: Implications for sediment management. *Science of the Total Environment* 344, bls 241 – 258.
- Guðni Guðbergsson og Þórólfur Antonsson. (1996). *Fiskar í ám og vötnum. Fræðirit fyrir almenning um íslensku ferskvatnsfiska*. Landvernd. 191 bls.
- Guðni Guðbergsson (2013). Lax- og silungsveiðin 2013. VMST/14044. Sótt af: <https://www.hafogvatn.is/static/files/2020-sidur/2013.pdf>.
- Guðni Guðbergsson (2014). Lax- og silungsveiðin 2014. VMST/15022. Sótt af https://www.hafogvatn.is/static/research/files/skra_0071558.pdf
- Guðni Guðbergsson (2015). Lax- og silungsveiðin 2015. VMST/16026. Sótt af:
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2016). Lax- og silungsveiðin 2016. HV 2017-029. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/hv2017-029.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2017). Lax- og silungsveiðin 2017. HV 2018-35. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/hv2018-35.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2018). Lax- og silungsveiðin 2018. HV 2019-42. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/hv2019-42.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2019). Lax- og silungsveiðin 2019. HV 2020-38. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/1608029102-hv2020-38.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2020). Lax- og silungsveiðin 2020. HV 2021-35. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/hv2021-35.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2021). Lax- og silungsveiðin 2021. HV 2022-30. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/files/2022_2/hv2022-30.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2022). Lax- og silungsveiðin 2022. HV 2023-22. Sótt af: https://www.hafogvatn.is/static/research/files/hv2023_22_-laxsil2022.pdf
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2023). Lax- og silungsveiðin 2023. HV 2024-27. Sótt af: <https://www.hafogvatn.is/static/research/files/lax-og-silungsveidi-2023.pdf>
- Guðmundur Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson (2023). *Lax- og silungsveiði 2023, Salmon, trout and charr catch statistics 2023*. Hafnarfjörður: Hafrannsóknastofnun.
- Guðmundur Ingi Guðbrandsson, Bjarni Jónsson, Eik Elfarsdóttir og Karl Bjarnason (2005). *Áhrif brúa- og ræsagerðar á ferðir ferskvatnsfiska og búsvæði þeirra*. Veiðimálastofnun Norðurlandsdeild
- Hill, W. R., Ryon, M. G. & Schilling, E. M. (1995). Light limitation in a stream ecosystem: response by primary producers and consumers. *Ecology* 76(4): 1297-1309.

- Joint, I. R. & Pomroy, A. J. (1981). Primary production in a turbid estuary. *Elsevier*, 13(3).
[https://doi.org/10.1016/S0302-3524\(81\)80028-X](https://doi.org/10.1016/S0302-3524(81)80028-X)
- Jóhannes Sturlaugsson (2021). Fjarðará- Fiskirannsóknir 2021. Reykjavík: Laxfiskar ehf.
- Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson & Gísli Már Gíslason (2001). Classification of running waters in Iceland, based on catchment characteristics. Í S. Bäck & K. Karttunen (ritstj.) Classification of Ecological Status of Lakes and Rivers. *TemaNord* 2001, 584, 57–59.
- Jón S. Ólafsson, Hákon Aðalsteinsson, Gísli Már Gíslason, Iris Hansen & Þóra Hrafnisdóttir (2002). Spatial heterogeneity in lotic chironomids and simuliids in relation to catchment characteristics in Iceland. *Verh. Int. Verein. Limnol.*, 28, 157–163.
- Leó Alexander Guðmundsson, Hlynur Bárðarson, Jón S. Ólafsson og Eydís Salome Eiríksdóttir (2019). *Útbreiðsla laxfiska og umhverfisþættir vatnsfalla á Austfjörðum*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2019-40.
- Marianne Jensdóttir Fjeld, Þóra K. Hrafnisdóttir & Haraldur R. Ingvason (2016). *Vistgerðir í ferskvatni*. Í: Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir & María Harðardóttir (ritstj.), *Vistgerðir á Íslandi*, bls. 170–214. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar nr. 54. Garðabær: Náttúrufræðistofnun Íslands.
http://utgafa.ni.is/fjolrit/Fjolrit_54.pdf [skoðað 10. október 2024].
- Maret, T.R., Burton, T.A., Harvey, G.W. & Clark, W.H. (1993). Field testing of new monitoring protocols to assess brown trout spawning habitat in an Idaho stream. *North American Journal of Fisheries Management* 13:567-580.
- Moss, B. (2010). Ecology of freshwaters. A view for the twenty-first century 4th Edition. Wiley-Blackwell A John Wiley & Sons, Ltd., Publication, Oxford, UK. 470 bls.
- Sigurjón Rist. (1990). Vatns er þörf. Bókaútgáfa Menningarsjóðs. Reykjavík. 248 bls
- Sleight, N. og Neeson, T. M. (2018). *Opportunities for collaboration between infrastructure agencies and conservation groups: Road-stream crossings in Oklahoma*. Transportation Research Part D, 63, 622-631.
- Steinman, A., Lamberti, G.A. & Leavitt, P.R. (2007). Biomass and pigment of benthic algae. Í; *Methods in stream ecology*, 2. Útgáfa, ritstj.: Hauer, F.R. og Lamberti, G.A. Academic Press, bls. 357 – 379.
- Stjórn vatnamála (2024a). Fjarðará 1. Upplýsingar um straumvatnshlot sótt 10. október af slóðinni: <https://vatnavefsja.vedur.is/#/waterbody/102-1139-R>
- Stjórn vatnamála (2024b). Fjarðará 2. Upplýsingar um straumvatnshlot sótt 10. október af slóðinni: <https://vatnavefsja.vedur.is/#/waterbody/102-1144-R>
- Svava Björk Þorláksdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Þóra Hrafnisdóttir og Tinna Þórarinsdóttir (2023). *Aðferðir við mat á mjög góðu vatnsformfræðilegu ástandi straum- og stöðuvatna*. Unnið fyrir Umhverfisstofnun. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.
- Lög um náttúruvernd nr. 60/2013 m.s.br. Sótt í ágúst 2024 á: Umhverfisstofnun og Stjórn vatnamála (2022). *Vatnaáætlun Íslands 2022-2027*. Reykjavík: Umhverfisstofnun.
- Vaughan, M.D. (2002). *Potential impact of road-stream crossings (culverts) on the upstream passage of aquatic macroinvertebrates*. US Forest Service Report.
- Warren, M.L. og Pardew, M.G. (1998). Road crossings as barriers to small-stream fish movement. *Transactions of the American Fisheries Society*, 127, 637-644.
- Þórólfur Antonsson (2000). *Verklýsing fyrir mat á búsvæðum seiða laxfiska í ám*. Veiðimálastofnun. VMST- R/0014. 10 bls.
- Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson (2001). *Seiðabúskapur og uppeldisskilyrði Fjarðarár í Seyðisfirði*. Veiðimálastofnun. VMST-R/0117, 14 bls.

Viðauki I. Fiskgengi hluti Fjarðarár og snið (a-f) þar sem botngerð var metin árið 2001 (mynd fengin úr Þórólfur Antonsson og Þorkell Heiðarsson, 2001).



Staðs. m.v þverun	Snið	Kafla lengd (m)	M-breidd (m)	Flatarmál (m ²)	Leir/sandur	x0,09	Möl	x 0,4	Smágrýti	x0,4	Stórgryti	x0,09	Framleiðslu gildi (FG)	Framleiðslu einingar (FE) FG*m ² /1000	Hlutfall FE í %
Ofan	a	350	22	7700	0	0	0	0	20	8	80	7.2	15,2	117,0	7,5
	b	350	25	8750	0	0	10	4	30	12	60	5.4	21,4	187,3	12,0
	c	350	30	10500	0	0	10	4	70	28	20	1.8	33,8	354,9	22,8
	d	350	22	7700	0	0	20	8	60	24	20	1.8	33,8	260,3	16,7
Neðan	e	350	25	8750	40	3.6	30	12	30	12	0	0	27,6	241,5	15,5
	f	350	30.5	10675	10	0.9	80	32	10	4	0	0	36,9	393,9	25,3

NÁTTÚRUSTOFA AUSTURLANDS

Bakkavegi 5 • 740 Neskaupstaður • Sími 477-1774 • Netfang: na@na.is
Tjarnarbraut 39B • 700 Egilsstaðir • www.na.is