



HAF- OG VATNARANNSÓKNIR

MARINE AND FRESHWATER RESEARCH IN ICELAND

Aurflóðið í Andakílsá 2017 –
afleiðingar þess og framvinda lífríkis

*Jón S. Ólafsson, Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir,
Eydís Heiða Njarðardóttir, Iris Hansen, Jóhanna Margrét Haraldsdóttir,
Ragnhildur þ. Magnúsdóttir, Sigurður Már Einarsson*

Aurflóðið í Andakílsá 2017 – afleiðingar þess og framvinda lífríkis

*Jón S. Ólafsson, Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir,
Eydís Heiða Njarðardóttir, Iris Hansen, Jóhanna Margrét Haraldsdóttir,
Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sigurður Már Einarsson*

Skýrslan er unnin fyrir ON - Orku náttúrunnar

Upplýsingablað

Titill: Aurflóðið í Andakílsá 2017 – afleiðingar þess og framvinda lífríkis		
Höfundar: Jón S. Ólafsson, Ásta Kristín Guðmundsdóttir, Eydís Salome Eiríksdóttir, Eydís Heiða Njarðardóttir, Iris Hansen, Jóhanna Margrét Haraldsdóttir, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir, Sigurður Már Einarsson		
Skýrsla nr. HV 2022-35	Verkefnisstjóri: Sigurður Már Einarsson	Verknúmer: 14146
ISSN 2298-9137	Fjöldi síðna: 66	Útgáfudagur: 19. september 2022
Unnið fyrir: ON – Orku náttúrunnar	Dreifing: Opin	Yfirfarið af: Guðna Guðbergssyni
Ágrip Á tímabilinu 15–19. maí 2017 var vatni hleypt úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar með þeim afleiðingum að rof varð á botnseti í inntakslóni virkjunarinnar og gríðarlegt magn af aur barst niður á fiskgenga hluta Andakílsár. Orka náttúrunnar fól Hafrannsóknastofnun að gera rannsókn á áhrifum aurburðar úr lóninu á lífríki árinna. Á árunum 2017 til 2020 var því fylgst með lífríki árinna reglubundið og var áhersla lögð á rannsóknir á magni blaðgrænu α, fjölbreytni og þéttleika botnlægra hryggleysingja, og þéttleika og aldurssamsetningu fiskseiða. Mælingar voru gerðar á efnasamsetningu vatnsins auk þess sem gerðar voru mælingar á þykkt nýja botnsetsins sem þakti farveg árinna og fylgst með þróun þess með tíma. Athuganir sem gerðar voru fljótlega eftir aurflóðið sýndu að búsvæði fyrir vatnalífverur höfðu raskast mjög mikið. Mjög víða var gamli árbotninn hulinn með 20–60 cm þykku setlagi, sem samanstóð af leir, sandi og smágrjóti. Fljótlega eftir aurflóðið skolaðist fínasta efnið í burtu ofan af grófara efninu sem hafði komið með aurflóðinu. Magn blaðgrænu jókst smám saman frá því að aurflóðið féll í maí 2017 þar til rannsókninni lauk árið 2020 og er það sérstaklega greinilegt þegar haustsýni voru borin saman frá ári til árs. Einnig mátti sjá aukningu á fjölbreytni botnlægra hryggleysingja yfir tímabilið og fundust 22 tegundir/hópar árið 2017 um tveimur mánuðum eftir aurflóðið, en árið 2020 var fjöldinn orðinn 34. Þéttleiki hryggleysingjanna hafði einnig aukist á tímabilinu en vísbendingar eru um að þéttleikinn hafi ekki náð því ástandi sem rétti fyrir aurflóðið. Rannsókn sem gerð var á fiskum yfir sama tímabil sýndi að aurflóðið olli miklum skaða á fiskstofnum í Andakílsá. Sumarið 2017 veiddist		

lítið sem ekkert af seiðum og árið eftir kom í ljós að klakárgangur frá árinu 2017 hafði misfarist alveg í aurflóðinu. Á árunum 2019 og 2020 veiddust mikið af seiðum (0+ og 1+) og þá mældist þéttleiki laxaseiða í Andakílsá svipaður og kom fram í mælingunum sumarið 2010. Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að framvinda lífríkis í Andakílsá hefur verið nokkuð hröð eftir að aurflóðið féll árið 2017, sérstaklega hvað varðar blaðgrænu og hryggleysingja, en einnig hefur fiskstofn árinna verið að rétta úr kútnum og árið 2020 virðist seiðastofninn hafa náð svipaðri stærð og mældist árið 2010.

Abstract

*The current report contains a study on the effect of a massive mudflow for the stream ecosystem of River Andakílsá, West Iceland. The mudflow occurred when water from the inflow reservoir for the hydropower plant Andakílsárvirkjun was released through a bottom valve during 15–19 May 2017. As consequence, sediment that had accumulated for decades in the inflow reservoir flowed downstream and covered the existing streambed of R. Andakílsá. The operator of the hydropower plant, Orka náttúrunnar, asked the Marine and Freshwater Research Institute (MFRI) to assess the effect from the mudflow on the stream ecosystem. Monitoring started soon after the mudflow and was carried out until 2020. The monitoring aimed at assessing the impact and assess the succession and the rate of succession of the stream biota e.g. benthic chlorophyll *a*, diversity and densities of benthic invertebrates and densities as well as cohorts of salmonids. In addition, the thickness of the new sediment was measured shortly after the flood. A preliminary survey, carried out shortly after the flood (22 May 2017) showed that the flood had caused some devastating effect on all benthic organisms as well as salmonid parrs. On several transects across the upstream reaches of the river, the thickness of the sediment covering the existing stream bed was between 20 and 60 cm deep. This new sediment comprised of silt, sand and gravel, with maximum size of stones like a size of a fist. Chlorophyll *a* concentration was very low during the summer 2017 but had increased in October that year. During the study period (2017–2020) did the chlorophyll *a* concentration increase significantly at the upstream reaches of R Andakílsá. The invertebrate taxa richness in July 2017, two months after the mudflow, was 22 invertebrate taxa. The year after it remained similar but increased considerably 2019 and 2020 (29 and 34 respectively). The density of the invertebrates had also increased during the period, but there are indications that the density had not reached the condition that prevailed before the mudflow. One year class of salmon (2017) was completely wiped out. So, to begin with there were no salmon parrs of the year class 2017. However, a steady increase was in densities of salmon parrs the following years and in 2020 it seems that the juvenile populations has reached a size similar to that measured in 2010.*

Lykilorð: Andakílsá, aurflóð og framvinda lífríkis

Undirskrift verkefnisstjóra:



Undirskrift sviðsstjóra:



Efnisyfirlit

Bls.

1. Inngangur	1
1.1 Staðhættir, helstu kennileiti og staða þekkingar	2
1.2 Veiðinytjar í Andakílsá	3
2. Aðferðir	5
2.1 Eðlis- og efnabættir	5
2.2 Setþykkt	5
2.3 Frumframleiðendur á botni	6
2.4 Botnlægir hryggleysingar	9
2.5 Fiskur	9
3. Niðurstöður	11
3.1 Eðlis- og efnabættir	11
3.2 Botngerð og setþykkt	14
3.2 Frumframleiðendur á botni – blaðgræna	17
3.3 Botnlægir hryggleysingar	23
3.4 Fiskur	27
3.5 Framvinda lífríkis eftir aurflóðið	31
4. Umræður	35
Þakkir	37
Heimildir	37
Viðaukar	39

Töfluskrá

Tafla 1. Hitastig, leiðni, pH og styrkur uppleystra efna í Andakílsá og í tveimur lækjum sem renna í hana	13
Tafla 2. Yfirlit yfir magn blaðgrænu í Andakílsá (efri og neðri stöð) og viðmiðunarlækjunum	18
Tafla 3. Fjöldi og tegundir ferskvatnsfiska í seiðarannsóknunum í Andakílsá	28
Tafla 4. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknunum í Andakílsá	29
Tafla 5. Meðallengd (cm), fjöldi og staðalfrávik laxaseiða í seiðarannsóknunum í Andakílsá	29
Tafla 6. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknunum í Andakílsá	35

Myndaskrá

Mynd 1. Rof á botnseti í inntakslóni Andakílsárvirkjunar	1
Mynd 2. Kort sem sýnir botnsýnastöðvar (B) og rafveiðistöðvar (rauðir punktar)	2
Myndir 3a-c. Laxveiði (a), bleikjuveiði (b) og urriðaveiði (c) í Andakílsá	4
Mynd 4. Loftmynd sem sýnir snið þar sem setþykkt á botni Andakílsár var mæld	6
Mynd 5. Vatnshiti í Andakílsá neðan við útfall úr Skorradalsvatni	11
Mynd 6. Niðurstöður mælinga á eðlis- og efnabáttum í Andakílsá	12
Mynd 7. Farvegur Andakílsár rétt neðan virkjunar	14
Mynd 8. Setýfirborð á sniði 1 sem sýnir kornastærð á mismunandi svæðum	14
Mynd 9. Setþykkt á botni Andakílsár á sniði 1	15
Mynd 10. Setýfirborð á sniði 3 sem sýnir kornastærð á mismunandi svæðum	16
Mynd 11. Setþykkt á botni Andakílsár á sniði 3	16
Mynd 12. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár og hliðarlækjum	19
Mynd 13. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár og hliðarlækjum	20
Mynd 14. Þörungapekja á botni Andakíslár á mismunandi tímum	21
Mynd 15. Hlutfallslegt magn blaðgrænu, skipt á milli þörungna og blábaktería, á botni Andakílsár	22
Mynd 16. Fjöldi tegunda/hópa botnlægra hryggleysingja í Andakílsá	24
Mynd 17. Fjöldi tegunda eða ættkvísla rykmýs í Andakílsá	24
Mynd 18. Hlutföll hópa hryggleysingja í Andakílsá	25
Mynd 19. Hlutföll hópa hryggleysingja í tveimur hliðarlækjum sem renna í Andakílsá	26
Mynd 20. Heildarfjöldi botnlægra hryggleysingja í Andakílsá	27
Mynd 21. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknnum í Andakílsá	30

Viðaukar

Viðauki 1 – Niðurstöður fyrir fjölbreytni og þéttleika botnlægra hryggleysingja

Viðauki 2 – setþykktarmælingar 7. júní 2017

Viðauki 3 – setþykktarmælingar 14. júní 2017

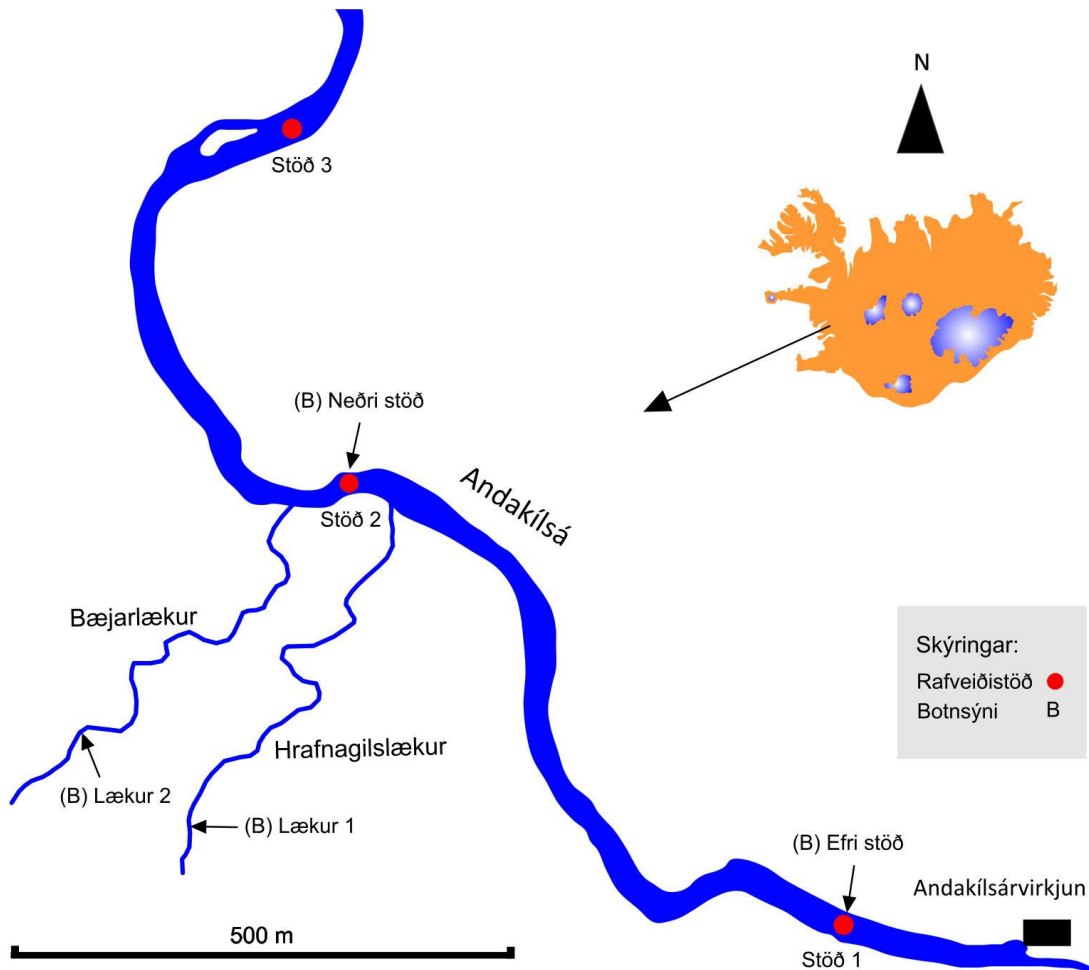
1. Inngangur

Á tímabilinu 15.–19. maí 2017 var vatni úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar hleypt niður um botnlokur virkjunarinnar með þeim afleiðingum að rof varð á botnseti í lóninu og gríðarlegt magn af aur barst niður á fiskgenga hluta Andakílsár (mynd 1). Samkvæmt upplýsingum frá Orku náttúrunnar, eftir þennan atburð, var áætlað að um 24.700 m³ af botnseti hafi borist úr inntakslóninu og niður í ána.



Mynd 1. Rof á botnseti í inntakslóni Andakílsárvirkjunar. Ljósmynd Sigurður Már Einarsson 17. maí 2017.

Orka náttúrunnar fór þess á leit við Hafrannsóknastofnun að rannsökuð væru áhrif aurburðar úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar á lífríki árinna og í framhaldi af því leiðbeina fyrirtækinu um aðgerðir í þeim tilgangi að lágmarka skaðann á lífríki árinna eins og kostur væri. Hafrannsóknastofnun myndaði starfshóp í þessu skyni, en hópin skipuðu Eydís Salome Eiríksdóttir jarðfræðingur, Jón S. Ólafsson vatnalíffræðingur og Sigurður Már Einarsson fiskifræðingur. Frá þessum tíma var fylgst með lífríki árinna reglubundið (2017–2020). Mælingar voru gerðar á þykkt nýja botnsetsins sem þakti farveg árinna, mæld var blaðgræna á botni og tekin voru sýni af botnlægum hryggleysingjum (eftirleiðis kallaðir hryggleysingar). Þá var þéttleiki fiskseiða mældur á þremur stöðum í ánni (mynd 2).



Mynd 2. Kort sem sýnir botnsýnastöðvar (B) og rafveiðistöðvar (rauðir punktar) í Andakílsá og tveimur hliðarlækjum.

1.1 Staðhættir, helstu kennileiti og staða þekkingar

Andakílsá á upptök sín í Skorradalavatni og fellur að sunnanverðu í Hvítárós, skammt ofan Borgarfjarðarbrúar. Áin rennur um 4 km leið frá útfalli í Skorradalavatni að inntakslóni Andakílsárvirkjunar. Neðan virkjunarinnar hlykkjast áin um 8 km um flatan farveg á leið sinni til ósa. Ofan virkjunar renna nokkrar ár úr Skarðsheiðinni niður í farveg Andakílsár, m.a. Kaldá, Hornsá og Álfsteinsá, auk minni lækja, og bera með sér framburð sem er grófur miðað við það sem berst með farvegi Andakílsár úr útfalli Skorradals.

Reglubundin vöktun á vatnalífriki hefur ekki verið stunduð í Andakílsá en stakar mælingar á seiðum hafa verið gerðar (Sigurður Már Einarsson, óbirt gögn). Hrygningar- og uppeldissvæði fyrir lax á fiskgenga hluta Andakílsár hafa lauslega verið athuguð (Sigurður Már Einarsson óbirtar athuganir) og eru þau einkum á svæðinu frá Andakílsárfossum og um 2 km niður ána en þar er halli farvegar meiri en neðar í ánni. Auk þess er þekkt að lax hrygnir og elst upp í Hrafnagilslæk og Bæjarlæk sem renna í Andakílsá að vestanverðu (1. mynd) (Sigurður Már Einarsson og Halla Kjartansdóttir, 2008).

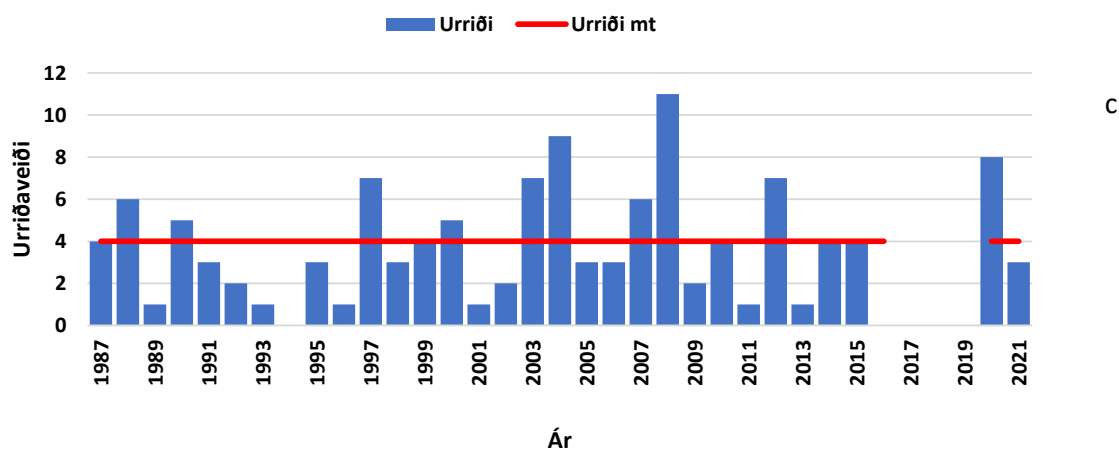
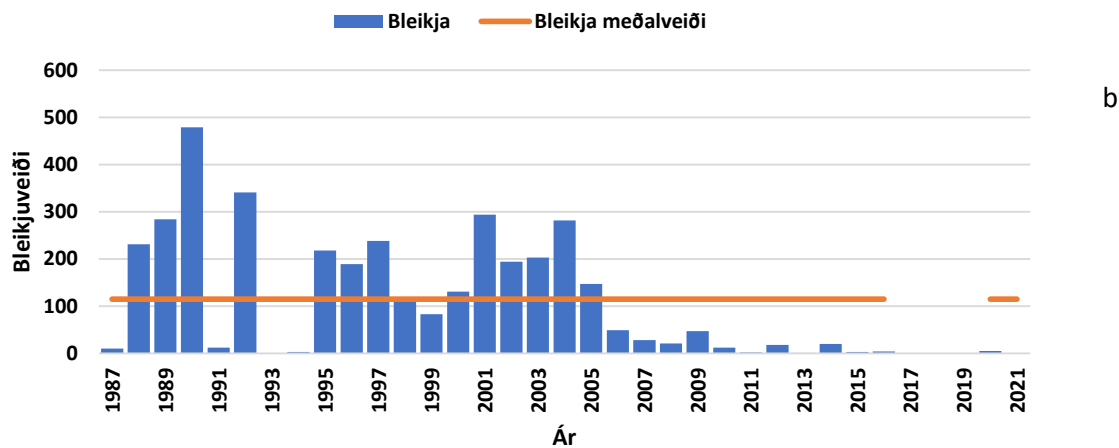
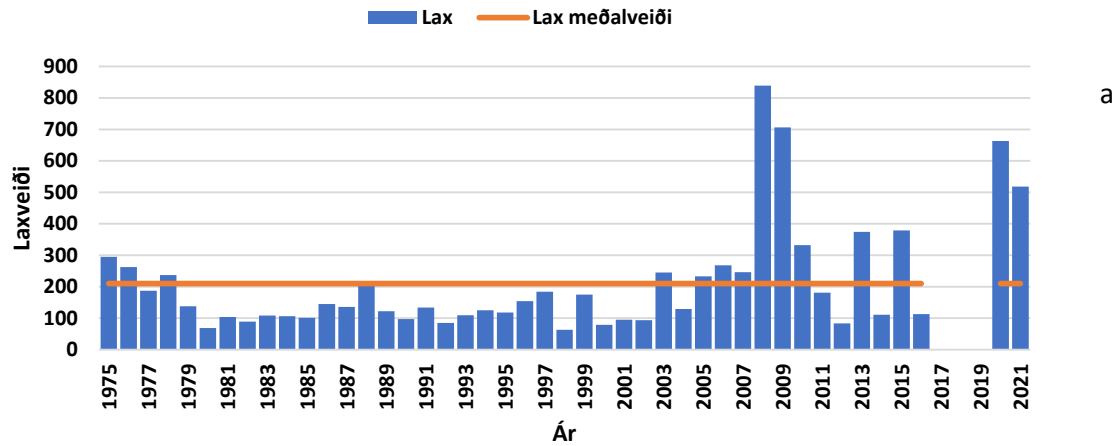
Rannsókn líffræðinema við Háskóla Íslands og Landbúnaðarháskóla Íslands sem gerð var á lífríki Andakílsár og Fitjaár 4. og 5. september 2011 leiddi í ljós að töluverður munur var á lífríki ána einkum á þéttleika hryggleysingja. Rannsóknin var gerð um 100 m neðan við útfall frá virkjuninni (mynd 2). Helstu niðurstöður þeirra rannsókna voru að botngerð í Andakílsá á þremur sniðum neðan við Andakílsárvirkjun, í byrjun september 2011, einkenndist af grófri möl og smágrýti. Fín möl var yfirleitt á bilinu 0–20 % af þekju botnsins. Dýpi á þessum þremur sniðum var á bilinu 10–50 cm og breidd árinna þar sem sniðin voru tekin var 16,6 til 18,8 m (Alexander Þorvaldsson o.fl. 2011). Árið 2011 voru rykmý, vatnamaurar og krabbadýr í mestum þéttleika neðan við virkjun. Algengasti hópur rykmýs var bogmý (*Orthocladia*nae) og þar á eftir þeymý (*Chironominae*). Að meðaltali var þéttleiki botndýra um 48.500 dýr á fermetra (Kristín Alísa Eiríksdóttir o.fl. 2011).

Á árunum 2004 til 2010 var efnasamsetning, aurburður og rennsli árinna vöktuð nokkrum sinnum á ári neðan við útfallið í Skorradal (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011). Niðurstöður þeirra rannsókna sem gerðar hafa verið eru mikilvægar til samanburðar við þá rannsókn sem hér er kynnt.

1.2 Veiðinytjar í Andakílsá

Andakílsá er fiskgeng um 8 km að Andakílsárfossum, skammt ofan við stöðvarhús Andakílsárvirkjunar. Veiðitími í Andakílsá er frá 20. júní til 30. september, þar sem veitt hefur verið með tveimur stöngum og fjöldi stangveiðidaga er alls 200 yfir veiðitímabilið. Vegna aurburðarins sem barst í ána vorið 2017 var Andakílsá lokað fyrir veiði í þrjú ár (2017–2019). Laxasvæði er skilgreint á efri hluta árinna, frá brú að Andakílsárfossum, en neðan þess er silungasvæði. Lax er ríkjandi tegund í ánni og frá 1975 til 2021 hafa veiðst 210 laxar að jafnaði á ári (mynd 3a) samkvæmt skráningum í veiðibækur (Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson 2021, Hafrannsóknastofnun 2022, gagnagrunnur um stangveiði). Laxveiðin var lengst af á bilinu 100–200 laxar á ári, en mesta skráða laxveiði var árið 2008 er 839 laxar veiddust. Bleikja er einnig algeng í Andakílsá (mynd 3b). Skráning á bleikju var áður mjög slök í stangveiði, en frá árinu 1987 hefur meðalveiði á bleikju verið 110 fiskar á ári. Afar góð bleikjuveiði var í lok níunda áratugarins og á þeim tíunda og mesta skráða veiði á bleikju var 479 fiskar árið 1990. Mjög hefur dregið úr bleikjuveiðinni í Andakílsá undanfarin 15 ár (mynd 3b). Urriði (sjóbirtingur) er fremur fátíður í Andakílsá, en mest hafa veiðist 13 fiskar árið 2008 og er meðalveiði í ánni á ári 4 fiskar (mynd 3c).

Á ófiskgenga svæði Andakílsár, ofan við Andakílsárfossa að Skorradalsvatni, var áður fyrr töluverð silungsveiði sem byggðist á staðbundnum stofnum bleikju, en bleikja úr Skorradalsvatni gekk niður í ána til hrygningar. Eftir að Andakílsárvirkjun var byggð árið 1947 ásamt nýtingu Skorradalsvatns til miðlunar með byggingu stíflumannvirkja í útfalli þess, tók fyrir slíkar göngur. Í Skorradalsvatni er bleikja aðalfisktegundin, en auk bleikju eru til staðar hornsíli og urriði sem fluttur var í Skorradalsvatn fyrir nokkrum áratugum, en helstu hrygningarstöðvar urriðastofnsins eru í Fitjaá (Sigurður Már Einarsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir 2014). Engar útgefnar skýrslur liggja fyrir um veiðinýtingu á ófiskgenga svæði Andakílsár, en einhver veiði er stunduð í Andakílsárlóni.



Myndir 3a-c. Laxveiði (a), bleikjuveiði (b) og urriðaveiði (c) í Andakílsá. Meðalveiði hversrar tegundar er sýnd með rauðri lárétttri línu. Gögnin fyrir laxveiði eru yfir tímabilið 1975 til 2021, en bleikju og urriða fyrir 1987 til 2021.

2. Aðferðir

2.1 Eðlis- og efnabættir

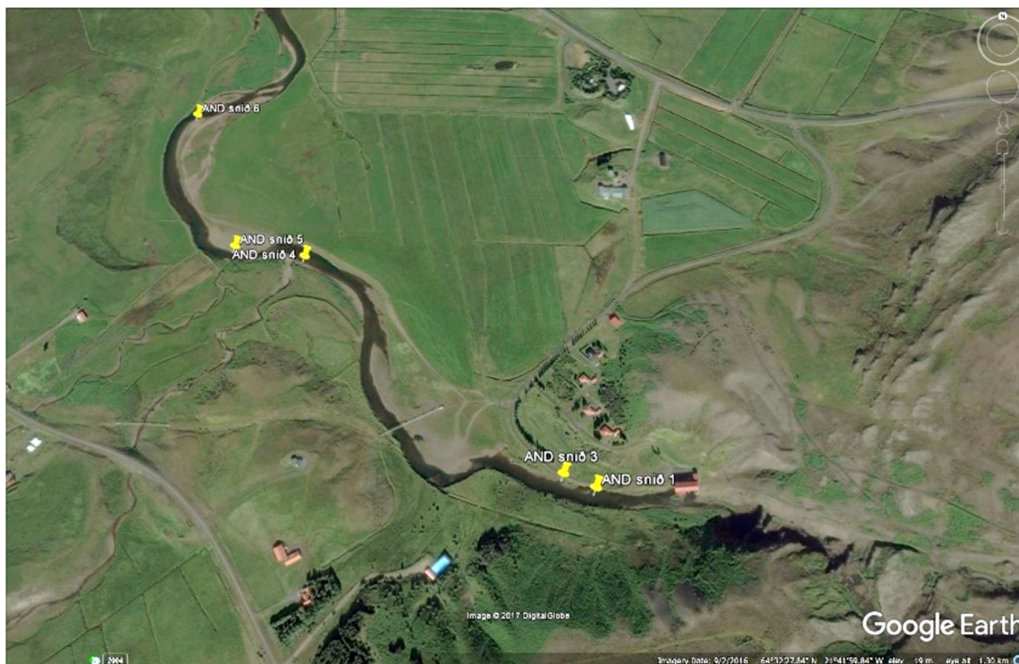
Mælingar á vatnshita, pH-gildi og leiðni voru gerðar í hvert skipti sem sýnum var safnað í Andakílsá, frá 22. maí 2017 til 9. október 2020. Mælingarnar voru gerðar á tveimur stöðum (efri og neðri stöð) og hnit mælistaða jafnan skráð með GPS tæki og miðað við WGS-84 (tafla 1). Mælt var með YSI Pro 1030 fjölnemamæli og mælingar staðlaðar miðað við 25°C. Mælirinn var kvarðaður með pH búfferum 4 og 7 og leiðnin kvörðuð við 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sýnum til efnagreininga var ekki safnað í hverri sýnatökuferð þar sem ekki var talin þörf á svo ítarlegri rannsókn á efnastyrk árinna vegna atburðanna sem leiddu til aurflóðsins í Andakílsá.

Sýnum til mælinga á uppleystum efnum var safnað í hreinan plastbrúsa í miðri ánni. Áður var brúsinn þvegin vandlega þrisvar sinnum með árvatninu. Vatnssýnin voru síuð á staðnum með því að dæla vatninu í gegnum Sartorius síuhaldara sem í var cellulose acetate síur, 142 mm að þvermáli með 0,2 μm möskvastærð. Notuð var peristaltísk dæla með sílikon slöngum frá Masterflex. Áður en sýnum var safnað til efnamælinga voru öll sýnaglös þvegin þrisvar sinnum með síuðu árvatni. Síað var í: 1) 250 ml brúna glerflösku fyrir alkalinity (basavirkni), 2) 100 ml ósýrupvegna HDPE plastflösku fyrir anjónir, 3) 100 ml HDPE ósýrupvegna plastflösku fyrir næringarefni og 4) 50 ml sýrupvegna HDPE plastflösku fyrir katjónir og snefilefni. Settir voru 0,5 ml af hreinsaðri, fullsterkri saltpétursýru (HNO_3) í 4. flöskuna.

Alkalinity var greint með títrun daginn eftir söfnun á rannsóknarstofu Hafrannsóknastofnunar og endapunktur ákvarðaður með Gran-falli. Styrkur uppleystra anjóna (F , Cl og SO_4) var mældur í jónaskilju Jarðvísindastofnunar Háskólans (IC2000) og styrkur næringarefna var mældur með sjálfvirkum litrófsmæli (autoanalyser) á Hafrannsóknastofnun.

2.2 Setþykkt

Breidd árinna var mæld með fjarlægðarmæli (e: *range finder*). Þykkt setsins var metin með því að stinga oddhvassri mælistöng í setið og mæla hve mikið af stönginni komst ofan í setið þar til komið var niður á fast undirlag. Fremur auðvelt var að meta hvenær stöngin var komin í botn þar sem gamli botninn var grófari en nýja setið sem huldi botninn að stórum hluta þegar mælingar voru gerðar, stuttu eftir aurflóðið. Mælt var á metersfresti, þvert yfir ána, eins og hægt var. Ef dýpi/straumur var of mikill var sá hluti farvegarins metinn sérstaklega, sjónrænt eins og hægt var. Einnig voru teknar ljósmyndir af botni. Mælingarnar voru gerðar á 2–5 sniðum, frá efri sýnatökustöðinni; merkt snið 1 og 3 og niður á neðri sýnatökustöðina; merkt snið 5 (mynd 4).



Mynd 4. Loftmynd sem sýnir snið þar sem setþykkt á botni Andakílsár var mæld 22. maí til 14. júní 2017. Snið 1 og 3 marka það sýnatökusvæði sem nefnt er „efri stöð“ og snið 5 er rétt ofan við þá sýnatökustöð sem nefnd er „neðri stöð“. Sjá minnisblöð í viðauka 1 og 2 þar sem frekari upplýsingar eru settar fram.

2.3 Frumframleiðendur á botni

Áhrif aurflóðsins á frumframleiðendur (blábakteríur og þörungur) á botni Andakílsár voru metin með því að safna sýnum af þörungum af steinum í árfarveginum. Blaðgræna α var einnig mæld á steinum og var þetta gert á tveimur stöðum (efri og neðri stöð) í Andakílsá samhliða annari sýnatöku og mælingum (mynd 2).

Í fyrstu sýnatökunni, 22. maí 2017, voru einungis tekin sýni og mælingar gerðar á blaðgrænu á neðri stöðinni. Reynt var að haga sýnatökum þannig að þær væru gerðar um mitt sumar og síðan um haust sama ár. Þannig voru mælingar gerðar á blaðgrænu 2017 daganna 22. maí, 31. júlí og 10. október. Árið eftir var magn blaðgrænu mælt og þörungasýni tekin 18. júlí og 9. október 2018. Þetta var endurtekið 8. október 2019 og 9. október 2020. Til viðmiðunar voru hafðir tveir lækir sem renna í Andakílsá ofan og neðan við neðri stöðina (mynd 2: Lækur 1 og 2). Í hvorum læk var sýnum safnað af einni stöð, sambærilegt og gert var á stöðvunum tveimur í Andakílsá. Sýni voru tekin úr þeim og mælingar gerðar að hausti 2017 (18. september) og 2018 (9. október).

Magn blaðgrænu α er gjarnan notað sem mælikvarði á lífmassa frumframleiðenda (sjá t.d. Steinman o.fl. 2006). Við sýnatöku á blaðgrænu í Andakílsá árin 2017 og 2018 voru notaðar tvær mismunandi aðferðir við að meta lífmassa þörungur á árbotninum. Lífræn þekja var skrúbbuð af steinum sem teknir voru af botni árinna á hverjum söfnunarstað og blaðgræna α mæld á tilraunastofu með litrófsmæli HACH Lange DR5000. Einnig var blaðgræna mæld við hverja sýnatöku beint af grjóti eða steinum á árbotninum með handmæli, BenthosTorch sem er í raun flúrljómandi mælir (BBE Moldenke) sem nemur ljósendurkast af mismunandi bylgjulengdum. Í báðum tilfellum voru 10 steinar til sýnatöku og mælinga valdir af handahófi

með því að leggja málband eftir bakka árinna og tilviljanatölur notaðar til að skilgreina 10 staðsetningar í farveginum, á skilgreindu svæði meðfram árbakkanum og þvert á straumstefnu, á allt að 60 cm dýpi. Þar sem dýpi var meira var hvorki hægt að ná steinum til sýnatöku eða mæla með BenthosTorch handmæli og var þá tilviljanatölum hnikað til. Blaðgræusýnum var safnað af steinum árin 2017 og 2018 með því að bursta lífræna þekju af 10 u.þ.b. hnefastórum steinum sem valdir voru með þessum hætti á hverjum stað. Byrjað var á sýnatökum neðst innan þessa skilgreinda svæðis og farið gegn straumi til að komast hjá raski þar sem sýnataka átti eftir að fara fram og á það við um allar sýnatökur. Lífræn þekja, af þeim hluta steinsins sem ekki snerti botn, var hreinsuð af með mjúkum bursta af svæði sem afmarkaðist af slides myndaramma sem lagður var á steininn. Það sem burstaðist af steininum var skolað með eimuðu vatni í plast bakka og þaðan í 155 ml geymslu ílát. Sýnin voru varin ljósi og haldið köldum í kæliboxi og síuð í lok dags í gegnum glertrefjasíu (Whatman® GFC, 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. Sýninu var komið fyrir í frysti og geymt frosið þar til blaðgræna í þeim var mæld. Fyrir mælingu voru blaðgræusýnin tekin úr frysti og látin þiðna. Blaðgrænan var leyst upp úr þörungunum á síunni með 8–12 ml af 96% etanóli og var rúmmál etanólsins mælt nákvæmlega. Þá var sían pressuð lauslega til að sprengja þörungafrumurnar svo blaðgrænan gæti dregið í sig etanólið. Eftir það voru sýnin geymd í kæli (4°C) í allt að 24 klst. og þess gætt að þau væru varin fyrir ljósi. Að því loknu voru sýnin snúin niður í skilvindu í um 5–10 mínútur á 3000 snún./mín. til að losna við trefjar úr síunni sem og óhreinindi úr sýninu. Því næst voru um 4 ml teknir af hverju sýni með pípettu og fært í kúvettu (10x10 mm) til mælinga á ljósgleypni. Ljósgleypnin var mæld með HACH Lange DR5000 litrófsmæli við 665 nm og 750 nm bylgjulengd. Mælirinn hafði áður verið núllstilltur með hreinni lausn af 96% etanóli (blank). Mælingar voru endurteknaðar við sömu bylgjulengdir til að finna út hve mikið af blaðgrænu (grænuhornum) hafi verið virk. Fyrir þá mælingu voru fimm dropar af 0,1 N HCl settir í hverja kúvettu 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, phaeophytins, svo hægt væri að reikna út magn virkrar blaðgrænu í sýninu. Útreikningar á magni blaðgrænu a á steinum á botni byggja á jöfnu eftir Lorenzen (1967) og fasta fyrir 96% etanól eftir Wintermans og De Mots (1965):

$$\text{Blaðgræna } a \text{ (}\mu\text{g/cm}^2\text{)} = A * K * V(\text{Abs.}(665_b - 750_b) - (665_a - 750_a))/S * l$$

Blaðgræna a – magn blaðgrænu a ($\mu\text{g/cm}^2$).

A – 11.99 gleypnistuðull ($\mu\text{g/cm}^2$) fyrir blaðgrænu a , sem byggður er á gleypnistuðli fyrir blaðgrænu a í 96% etanóli: 83.4 l/(g·cm).

K – 2.43 leiðréttingafasti fyrir sýringu.

665_b – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm fyrir sýringu.

750_b – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm fyrir sýringu.

665_a – ljósgleypni við bylgjulengd 665 nm eftir sýringu.

750_a – ljósgleypni við bylgjulengd 750 nm eftir sýringu.

V – rúmmál etanóls sem notað var til að leysa upp blaðgrænuna (ml).

S – flatarmál sýnis safnað af steini (cm^2).

l – breidd kúvettu (cm).

Þegar sýni voru tekin á neðri stöð í Andakílsá í fyrstu sýnatöku þann 22. maí 2017 var ekki tekið hlutsýni af hverjum steini með slides myndaramma heldur var hver steinn tekinn og honum pakkað inn í álpappír til að verja fyrir birtu. Steinunum var haldið köldum í kæliboxi þar til þeir voru meðhöndlaðir í lok dags á tilraunastofu. Þar var hverjum steini sökk í 130–220 ml af 96% etanóli til að leysa upp blaðgrænu á steinunum og voru þeir geymdir þannig í kæli og myrkri í allt að einn sólarhring. Þá var blaðgræna mæld í ljósgleypnimæli líkt og lýst hefur verið. Rúmmál þess etanóls sem notað var til að drekkja hverjum steini var mælt nákvæmlega og flatarmál hvers steins var áætlað út frá þyngd álpappírs sem nægði til að hylja yfirborð steinsins í einföldu lagi (sjá t.d. Lamberti o.fl. 1991). Álpappírinn var staðlaður og vigtaður á vog með 0,0001 g nákvæmni. Útreikningar á magni blaðgrænu byggja á sömu jöfnu og lýst hefur verið að framan. Það sem burstað var af þessum steinum var síðar notað til greininga á tegundum/hópum botnlægra hryggleysinga.

BenthoTorch handmælir var notaður við mælingu á blaðgrænu α öll árin sem sýnatökur fóru fram samhliða þeirri sýnatöku sem lýst er hér að ofan fyrir utan fyrstu sýnatöku á neðri stöð þann 22. maí 2017. Árin 2019 og 2020 var blaðgræna α eingöngu mæld með BenthoTorch handmæli. BenthoTorch handmælirinn er flúrljómandi mælir sem sendir frá sér ljós og mælir endurkast þess af ólíkum bylgjulengdum eftir því hvaða þörungahópar eru til staðar. Endurkast ólíkra bylgjulengda er notað til útreikninga á heildarmagni blaðgrænu α á fersentimetra ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) auk þess sem það metur hlutdeild grænþörungna, kísilþörungna og blábaktería. Þannig er hægt að mæla lífmassa þörungna beint af árbotninum og fá grófa mynd af þeim þörungasamfélögum sem þar finnast. Blaðgræna α var mæld þannig á 10 stöðum í árfarveginum, á yfirborði steina á allt að 60 cm dýpi, sem valdir voru með tilviljanakenndum hætti eins og lýst er hér að framan. Þar sem útbreiðsla þörungna og blábaktería getur verið hnappdreifð voru þrjár mælingar gerðar á hverjum steini þar sem það var unnt og meðaltal þeirra þriggja mælinga reiknað fyrir hvern stein og síðan tekið meðaltal af þeim gildum fyrir hverja sýnatökustöð. Árið 2017 var þó í flestum tilvikum grjót á botni það smátt að einungis var hægt að framkvæma eina mælingu á hverjum steini og var blaðgræna þá mæld á yfirborði 20 steina í stað 10.

Samhliða mælingum á blaðgrænu α var lífræn þekkja burstuð af þremur steinum á hverjum stað til greininga á tegundum/hópum þörungna og blábaktería. Þetta var gert við allar sýnatökur fyrir utan fyrstu sýnatöku þann 22. maí 2017. Sýnataka var með sama hætti og lýst hefur verið, lífræn þekja burstuð af með mjúkum burstu innan úr slides myndaramma sem lagður var á steininn og steinar til þess valdir af handahófi. Af hverjum steini var þörungabekja burstuð innan úr þremur römmum og allt sem losnaði innan þessar þriggja ramma skuluð með eimuðu vatni niður í bakka og þaðan í brúna 100 ml glerflösku. Á hverjum stað var eitt af þessum þremur sýnum varðveitt í formalínlausn (2–4%) en hin tvö varðveitt í 10% kalíumjoðlausn (Lugol) sem var blandað 1–2% í sýni. Úrvinnsla sýna hefur að hluta til farið fram á efri stöðinni og eru niðurstöðurnar birtar í BS-ritgerð Heiðrúnar Svölu Aronsdóttur við Landbúnaðarháskóla Íslands (2022).

2.4 Botnlægir hryggleysingar

Áhrif aurflóðsins á fjölbreytni og þéttleika botnlægra hryggleysinga (hér eftir nefndir hryggleysingar til einföldunar) í Andakílsá voru metin með því að safna sýnum af þeim á botni með Surber-sýnataka samhliða sýnatöku á blaðgrænu α . Líkt og með söfnun blaðgræusýna var hryggleysingjum safnað af handahófi með því að leggja málband út eftir bakka árinna (15–20 m) og tilviljanatölur notaðar til að marka 10 staðsetningar (hnit) í farveginum, á skilgreindu svæði meðfram árbakkanum, þvert á straumstefnu á allt að 60 cm dýpi. Við sýnatöku á hryggleysingjum árin 2017–2019 var notaður Surber-sýnataki með 14x14 cm ramma og netpoka með 250 μ m möskvastærð en árið 2020 var notaður stærri sýnataki með 25x25 cm ramma og netpoka með 250 μ m möskva. Á hverri sýnatökustöð voru tekin 10 sýni og var byrjað á sýnatöku neðst á þessu skilgreinda svæði og unnið upp á móti straumi til að raska ekki rannsóknasvæðinu. Við hverja sýnatöku var sýnatakinn lagður á botninn á þeim stað sem tilviljanahnitin sögðu til um og rótað með fingrum í 30 sek. innan rammans þannig að allt sem rótaðist upp var fangað í netpokann. Því sem safnaðist í netpokann var skolað í plastílát og varðveitt í 70% etanóllausn. Áður en byrjað var að róta innan úr rammanum voru stærri steinar fjarlægðir og komið fyrir í fötu þar sem yfirborð þeirra var burstað og það sem af þeim kom varðveitt með restinni af sýninu. Þetta var einkum gert árið 2020 þar sem stærra flatarmál sýnis var tekið og því oftast stærri steinar innan rammans en þegar minni sýnatakinn var notaður (2017–2019).

Við úrvinnslu sýna voru hryggleysingar úr hverju sýni taldir og greindir undir víðsjá eins og unnt var til tegunda, ættkvísla, ætta eða í sumum tilvikum stærri greiningareininga. Fjöldi lífvera var uppreiknaður á fermetra botnflatar. Rykmýslirfur voru greindar til tegunda eða ættkvísla í Leica DM1000 smásjá við 100–1000x stækkun. Lirfurnar voru steyphtar í Hoyer's steypiefni (Andersson 1954) á smásjárgler og þekjugler (10–12 mm í þvermál) sett yfir hverja þeirra. Passað var upp á að kviðlæg hlið lirfuhausanna sneri upp áður en þekjuglerinu var þrýst gætilega niður. Við tegundagreiningu rykmýslirfanna voru eftirfarandi heimildir notaðar: Cranston (1982), Wiederholm (1983) og Schmid (1993). Úrvinnslu á sýnum sem tekin voru í Andakílsá árin 2019 og 2020, einskorðaðist við efri sýnatökustöðina en árin 2017 og 2018 var unnið úr sýnum af báðum sýnatökustöðvum.

2.5 Fiskur

Í kjölfar aurflóðsins úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar í maí 2017 voru gerðar seiðamælingar með rafveiðum á þremur stöðum á fiskgengum hluta Andakílsár þann 22. maí, 22. júní og 10. október 2017 (mynd 2). Auk þess fóru rafveiðar fram á sömu stöðum 7. ágúst 2018, 2. september 2019 og 16. september 2020. Niðurstöðurnar voru einnig bornar saman við seiðarannsóknir sem fram fóru á stöð 1 í júní og júlí 2010 (Sigurður Már Einarsson, óbirtar niðurstöður).

Rafveiðar er aðferð sem jafnan er notuð við seiðarannsóknir á Íslandi. Rafveiðibúnaður samanstendur af rafstöð sem gefur frá sér 220 volta riðstraum, sem breytt er í 300/600 volta jafnstraumsspennu og gefur búnaðurinn frá sér 0,4 - 0,6 ampera straum. Motta úr koparmálmi er notuð sem hlutlaus katóða og liggur á árbotninum. Anóða er tengd í staf með málmhring á endanum og þaðan er gefinn straumur sem dregur u.þ.b. 1 m frá enda stafsins (Lagler 1978).

Seiði sem verða fyrir straumi dragast að anóðunni, lamast tímabundið og eru háfuð upp í vatnsfötu. Gengið er þvert yfir ána á völdu svæði, fram og til baka á móti straumnum. Hver umferð færir ofar sem nemur breidd áhrifasvæðis anóðunnar og farin er ein yfirferð á hverri stöð. Sýnt hefur verið fram á marktækt samband milli heildarfjölda seiða sem hefst við á ákveðnu svæði og þess fjölda sem veiðist í einni rafveiðiyfirferð á sama svæði (Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður M. Einarsson 2005). Seiðin voru svæfð með phenoxýetanol svæfiefni, greind til tegunda, lengdarmæld frá snoppu til sporðsýlingar ($\pm 0,1$ cm) og vigtuð. Vegna sýnatöku voru nokkur seiði drepin á hverri stöð, kvernir og hreistur tekin til aldursgreiningar, seiðin kyngreind og kynþroski þeirra metinn. Allar upplýsingarnar voru skráðar og seiðunum sem svæfð voru sleppt aftur í ána eftir að hafa jafnað sig af svæfingunni. Við greiningu sýna var aldur seiðanna skráður sem 0+ (vorgömul seiði), 1+ (seiði á 2. ári) o.s.frv. og upplýsingarnar færðar inn í gagnaskrá þar sem aldur annarra seiða var metinn út frá lengdardreifingu hópsins.

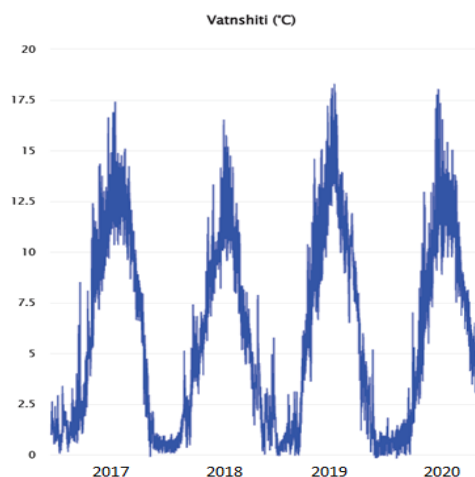
Í þessari skýrslu var meðallengd seiða, auk staðalfráviks, reiknuð fyrir hvern aldurshóp (meðaltal allra stöðva) í hverri mælingu fyrir sig. Seiðavísitala (fjöldi seiða á hverja 100 m² eftir eina rafveiðiumferð) var reiknuð fyrir hvern aldurshóp á hverri stöð. Vísitalan gefur ákveðna hugmynd um þéttleika seiða á svæðinu og eru niðurstöður bornar saman á milli stöðva og á milli ára. Holdastuðull (K) var reiknaður fyrir alla aldurshópa í hverri mælingu. Holdastuðull um 1,0 gefur til kynna seiði í eðlilegum holdum (Bagenal og Tesch 1978).

3. Niðurstöður

3.1 Eðlis- og efnaþættir

Niðurstöður mælinga á lofthita, vatnshita, pH, leiðni, og niðurstöður mælinga á styrk uppleystra efna eru í töflu 1.

Hitastig í Andakílsá sveiflast reglulega yfir árið frá því að vera um frostmark að vetri og nær hámarki í 15–18 °C (Veðurstofa Íslands 2022). Þegar sýnum var safnað í Andakílsá neðan virkjunar var hitastig um 7–10 °C í flestum tilvikum (maí og júlí), en lægra þegar sýnum var safnað í október (4,5 og 4,9 °C). Sá vatnshiti sem mældist þegar sýnum var safnað endurspeglar vel dæmigerðan vatnshita sem mælist í ánni á hverjum tíma (Mynd 5). Meiri breytileiki var á hitastigi í lækjunum sem renna í Andakílsá. Hiti þeirra var lægri en í Andakílsá að hausti en hærri þegar safnað var að sumri, svo munaði 1°C.



Mynd 5. Vatnshiti í Andakílsá neðan við útfall úr Skorradalsvatni. Heimild: Veðurstofa Íslands 2022.

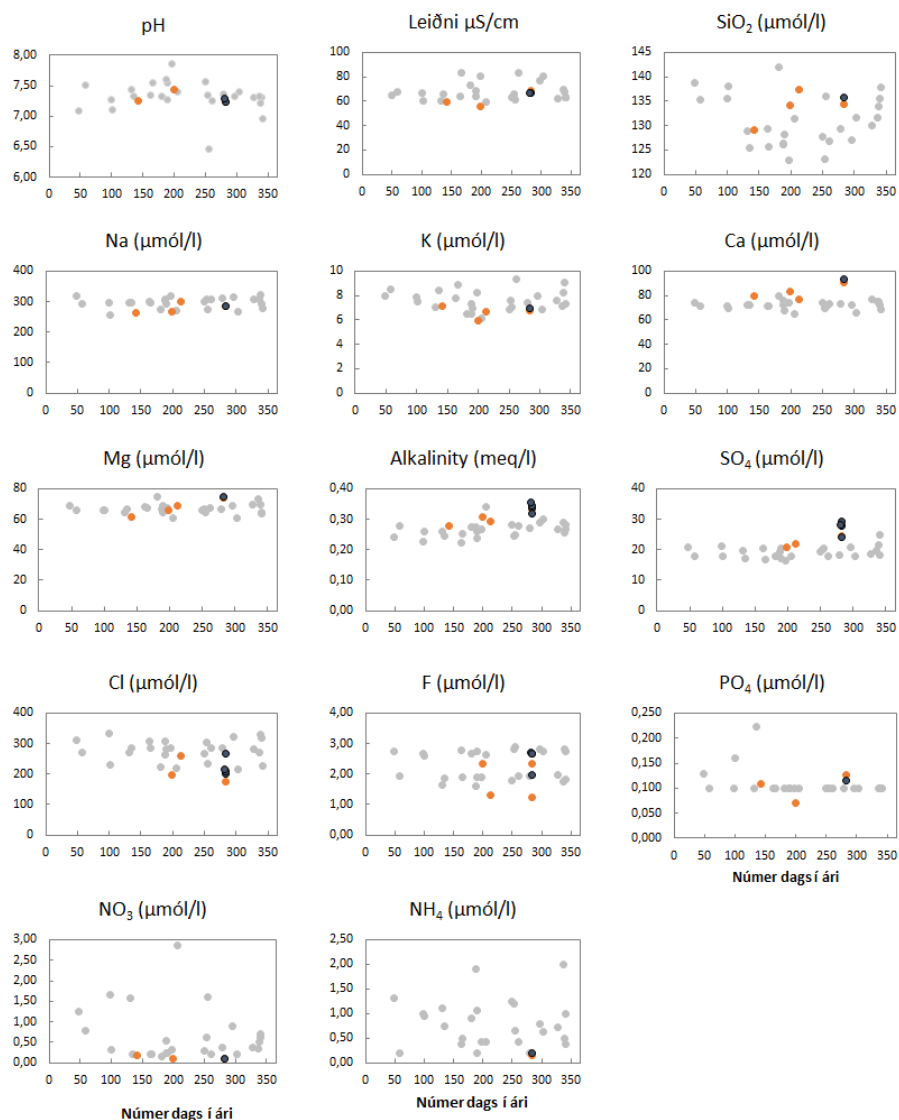
Vatnið sem rennur í farvegi Andakílsár hefur dvalið í Skorradalsvatni og er að uppruna dragavatn sem rennur af yfirborði á þéttum berggrunninum. Grunnvatn hefur lítil áhrif á eiginleika vatnsins, sem endurspeglast í efnasamsetningu þess. Niðurstöður mælinga á pH sýndu að það var frá 7,17 til 7,44 og leiðni mældist á bilinu 55,4 til 68,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í Andakílsá 2017–2019. Það er sambærilegt við það sem áður hefur verið mælt ofar á vatnasviðinu (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011) og dæmigert fyrir vatn sem rennur af yfirborði lands, án mikilla efnaskipta við berg.

Magn uppleystra efna í vatni fer eftir því hve mikið vatnið hefur hvarfast við berggrunninn á leið sinni og eykst það með auknum dvalartíma á landi. Það getur einnig aukist ef vatnið verður fyrir efnamengun. Heildarmagn uppleystra efna (Total Dissolved Solids; TDS) í Andakílsá 2017–2019 var frá 47 til 51 mg/l (reiknað út frá heildarefnagreiningu vatnssýna) sem er sambærilegt við eldri mælingar í Andakílsá og aðrar ár á Vesturlandi, s.s. Norðurá og Hvítá í Borgarfirði.

Þau efni sem eru í mestu magni í vatni eru kölluð aðalefni. Þau eru yfir 98% af magni uppleystra efna í vatninu. Aðalefni eru kísill (SiO_2), natríum (Na), kalíum (K), kalsíum (Ca), magnesíum (Mg), súlfat (SO_4), klór (Cl), flúor (F) og ólífrænt kolefni (DIC), sem reiknað er út frá basavirkni.

Styrkur þessara efna er gefinn upp í töflu 1 og sýndur á mynd 6, með eldri niðurstöðum úr Andakílsá neðan við útfallið úr Skorradalsvatni 2006–2010 til samanburðar (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011). Styrkur uppleystra aðalefna í sýnum frá 2017–2019 er sambærilegur og í eldri sýnum, nema kannski helst súlfat (SO_4) í sýnum frá október sem er lítillega hærra 2017–2019 en í eldri sýnunum.

Niðurstöður mælinga á styrk uppleystra næringarefna eru í töflu 1. Í rannsókninni var mældur styrkur uppleysts ólífræns fosfats (PO_4) og styrkur þriggja uppleystra ólífrænna köfnunarefnissambanda, nitrats (NO_3), nitríts (NO_2) og ammóníums (NH_4). Styrkur næringarefna í Andakílsá 2017–2019 var lágur og sambærilegur við eldri niðurstöður úr Andakílsá (mynd 6).



Mynd 6. Niðurstöður mælinga á eðlis- og efnaþáttum á efri stöð (appelsínugulir punktar) og neðri stöð (svartir punktar) í Andakílsá á árunum 2017–2020 og samanburður við sambærileg gögn úr Andakílsá á árunum 2006–2010 rétt neðan við útfall Skorradalsvatns (ljósgráir punktar) (Eydís Salome Eiríksdóttir o.fl. 2011). Efri stöðin er um 100 metrum neðan við Andakílsárstöð og neðri stöðin er tæplega 1 km neðan við stöðina.

Tafla 1. Hitastig, leiðni, pH og styrkur uppleystra efna í Andakílsá og í tveimur lækjum sem renna í hana 2017–2020.

Sýnanúmer	Hnit N	Hnit V	Dags	kl	lofthiti °C	vatnshiti °C	pH	Leiðni µS/cm	TDS mg/l	SiO ₂ µmól/l	Na µmól/l	K µmól/l	Ca µmól/l	Mg µmól/l	Alkalinity meq/l	DIC µmól/l	S-total	SO ₄ µmól/l	Cl µmól/l	F µmól/l	PO ₄ µmól/l	NO ₃ µmól/l	NO ₂ µmól/l	NH ₄ µmól/l	
Efri stöð																									
20170522-10:51	64,5386	21,6968	22.5.2017	10:51		8,5	7,26	59,2	51	129	264	7,2	80	61	0,279		22,2				0,109	0,20			
20170731-11:28	64,5387	21,6975	31.7.2017							137	301	6,7	77	69	0,292		21,0	22,0	258,2	1,3					
20171010-11:10	64,5387	21,6975	10.10.2017												0,342			24,5	176,1	1,2	0,127	<0,1			0,156
20180718-14:45			18.7.2018	14:45		9,8	7,44	55,4	47	134	268	6,0	83	66	0,309	309	22,5	20,9	199,0	2,3	<0,07	<0,1	<0,04		
20181010 10:30	64,5386	21,6977	10.10.2018	12:15	8	4,5	7,24	68,5	51	134	284	6,7	91	74	0,334	334	22,9	28,4	211,6	2,4					
20191008-10:30			8.10.2019	10:30		7,3	7,17	60,4							0,337			N.A	204	1,9					
Neðri stöð																									
20171010-13:55	64,5428	21,7089	10.10.2017												0,338			27,7	200,2	2,0	0,116	<0,1			0,189
20181010 12:45	64,5427	21,7092	10.10.2018	14:10	8	4,9	7,23	66,4	51	136	287	6,9	94	75	0,344	344	24,4	29,4	206,8	2,7					
20191008-12:30			8.10.2019	12:30		7,5	7,29	66,5							0,355			28,2	215	2,7					
20201009-13:15			9.10.2020	13:15											0,319			24,0	266	2,7					
Lækur 1																									
20170918-13:05	64,5396	21,7123	18.9.2017	13:05-15:40		10,6	7,56	62,5							0,447			18,2	189,2	1,7	0,131	<0,1			0,630
20181009 12:10	64,5396	21,7123	9.10.2018	12:10	6	3,3	7,30	75,5	63	164	300	8,2	132	86	0,481	481	17,2	22,7	203,4	2,0					
Lækur 2																									
20170918-15:50	64,5404	21,7143	18.9.2017	15:50-17:45		11,3	7,63	68,2							0,426			15,3	138,1	1,1	0,135	<0,1			0,250
20181009 14:00	64,5404	21,7144	9.10.2018	14:00	6	3,8	7,19	65,8	54	150	296	7,1	95	73	0,376	376	18,8	25,3	202,7	2,2					

3.2 Botngerð og setþykkt

Athuganir sem gerðar voru fljótlega eftir aurflóðið sýndu að búsvæði fyrir vatnalífverur hafði raskast mjög mikið. Víða var gamli árbotninn hulinn með 20–60 cm þykku setlagi sem samanstóð af leir, sandi og smágrjóti (sjá minnisblöð til ON frá 7. og 14. júní 2017 um setþykktarmælingar eftir Eyðísi Salome Eiríksdóttur og Jón S. Ólafsson og Eyðísi Salome Eiríksdóttur og Ástu Kristínu Guðmundsdóttur í viðauka 2 og 3). Á efri stöðinni lá nýtt þykkt setlag ofan á gamla farveginum við skoðun þann 22. maí og 7. júní, sem var að mestu möl (2–4 cm í þvermál) meðalgrófur og grófur sandur (myndir 7–11). Sjá má af ljósmyndum sem teknar voru skömmu eftir að aurflóðið rann að setið var mjög fínkorna rétt neðan við virkjun (mynd 7) og eyrar höfðu myndast um miðbik farvegarins.



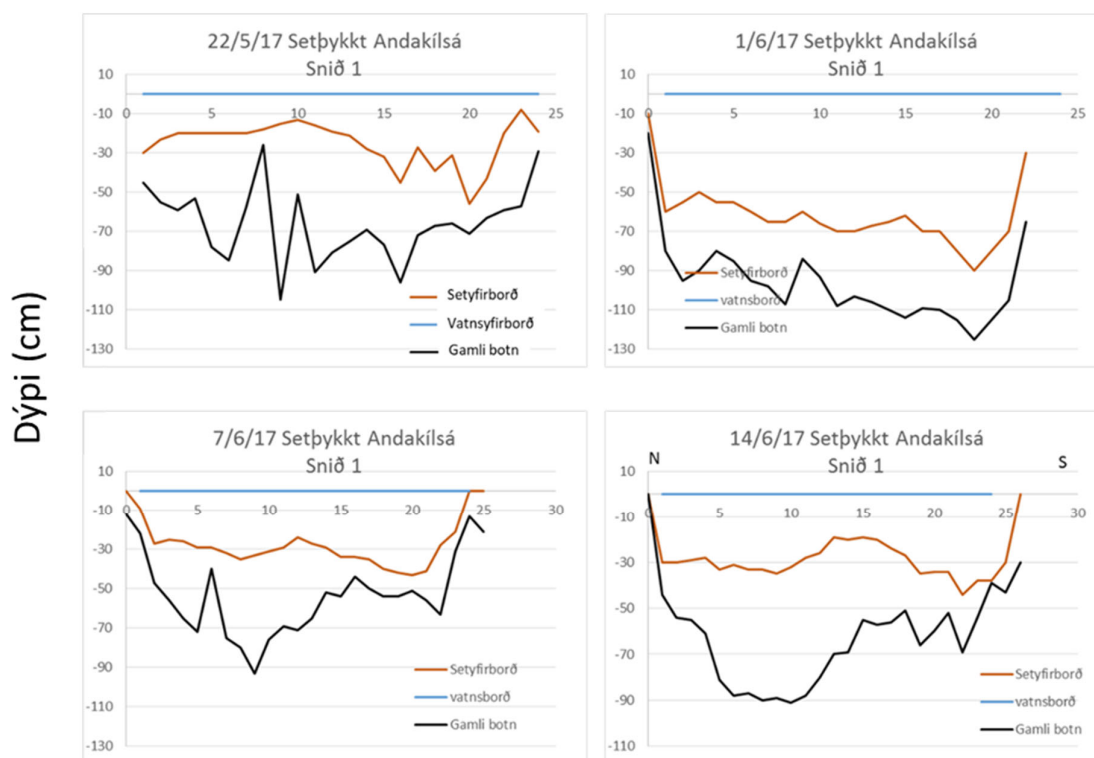
Mynd 7. Farvegur Andakílsár rétt neðan virkjunar (t.v.), um 100 m neðan við útfall virkjunar (mið) og set í lófa sýnatökumanns við bakka Andakílsár um 100 m neðan við útfall frá virkjuninni (t.h.). Ljósmyndir: Eyðís Salome Eiríksdóttir 22. maí 2017.

Á þversniði sem tekið var neðan við virkjun (snið 1 og 3, sjá mynd 4) má sjá að setið var ekki bara fínkorna, heldur voru steinvölur og síðan sandur eða leðja inn á milli. Fínasta efnið hefur skolast fljótt ofan af grófara efninu sem kom með aurflóðinu (mynd 8).



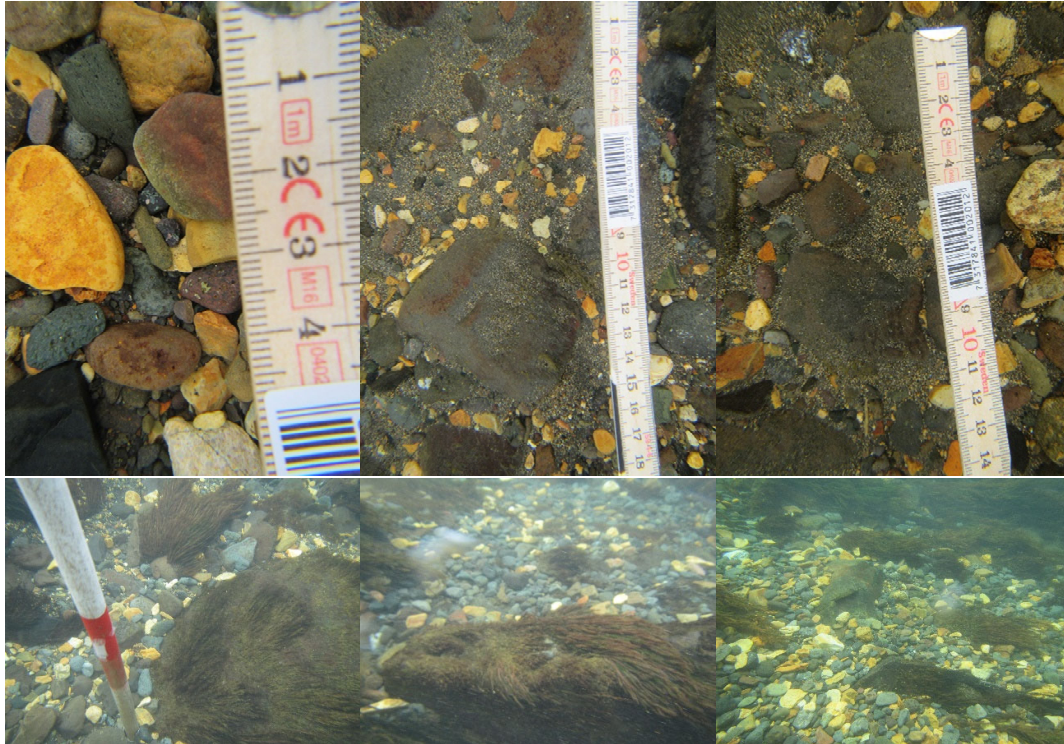
Mynd 8. Setfyrirborð á sniði 1 sem sýnir kornastærð á mismunandi svæðum á þversniði yfir ána.

Á mynd 9 má sjá hve þykkt nýja setsins var breytileg á milli daga. Þannig að ætla má að frá 22. maí og þar til síðasta mæling var gerð, þann 14. júní 2017 á þessu sniði hafi setið verið á mikilli hreyfingu. Víða var dýpi niður á gamla árfarveginn á bilinu 40–60 cm (mynd 9).

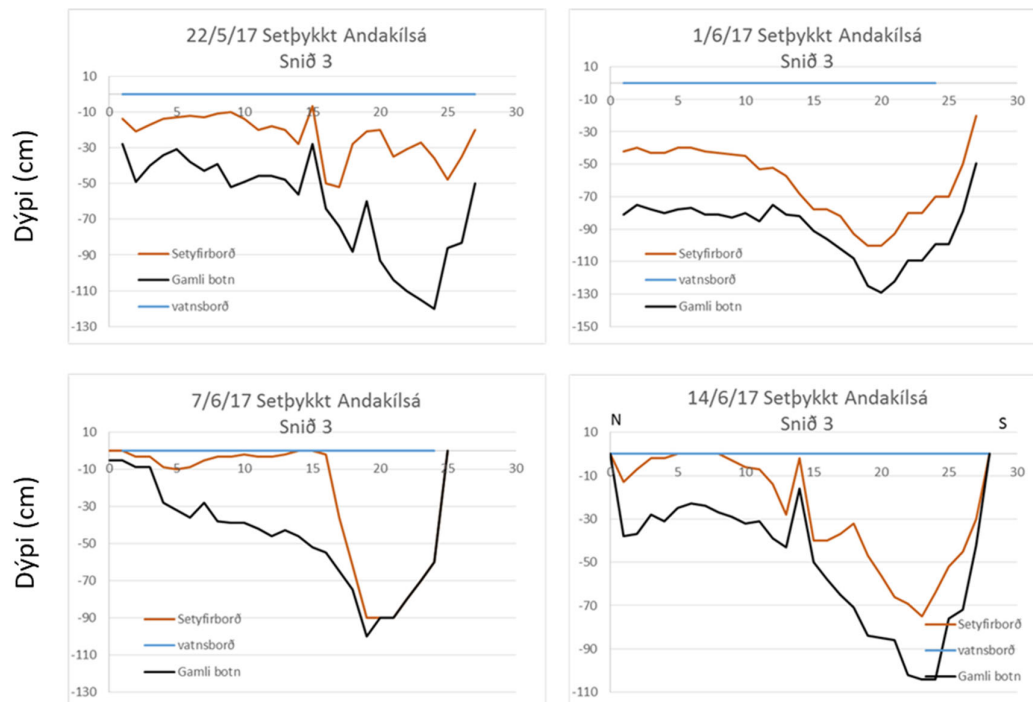


Mynd 9. Setþykkt á botni Andakílsár á sniði 1, við efri hluta efri stöðvar, 22. maí til 14. júní 2017. (Sjá minnisblað í viðaukum 2 og 3).

Kornastærðin á sniði 3 var minni en á sniði 1. Mölin var fíngerð og þétt en einnig var sandur á botni á sniðinu. Við syðri bakka var áin í streng og hafði hreinsað nýja setið í burtu. Gamli farvegurinn var þar víða sjáanlegur en ekki hægt að mæla setþykkina þar sökum mikils dýpis og straumhraða (myndir 10 og 11).



Mynd 10. Setýfirborð á sniði 3 sem sýnir kornastærð á mismunandi svæðum á þversniði yfir ána.



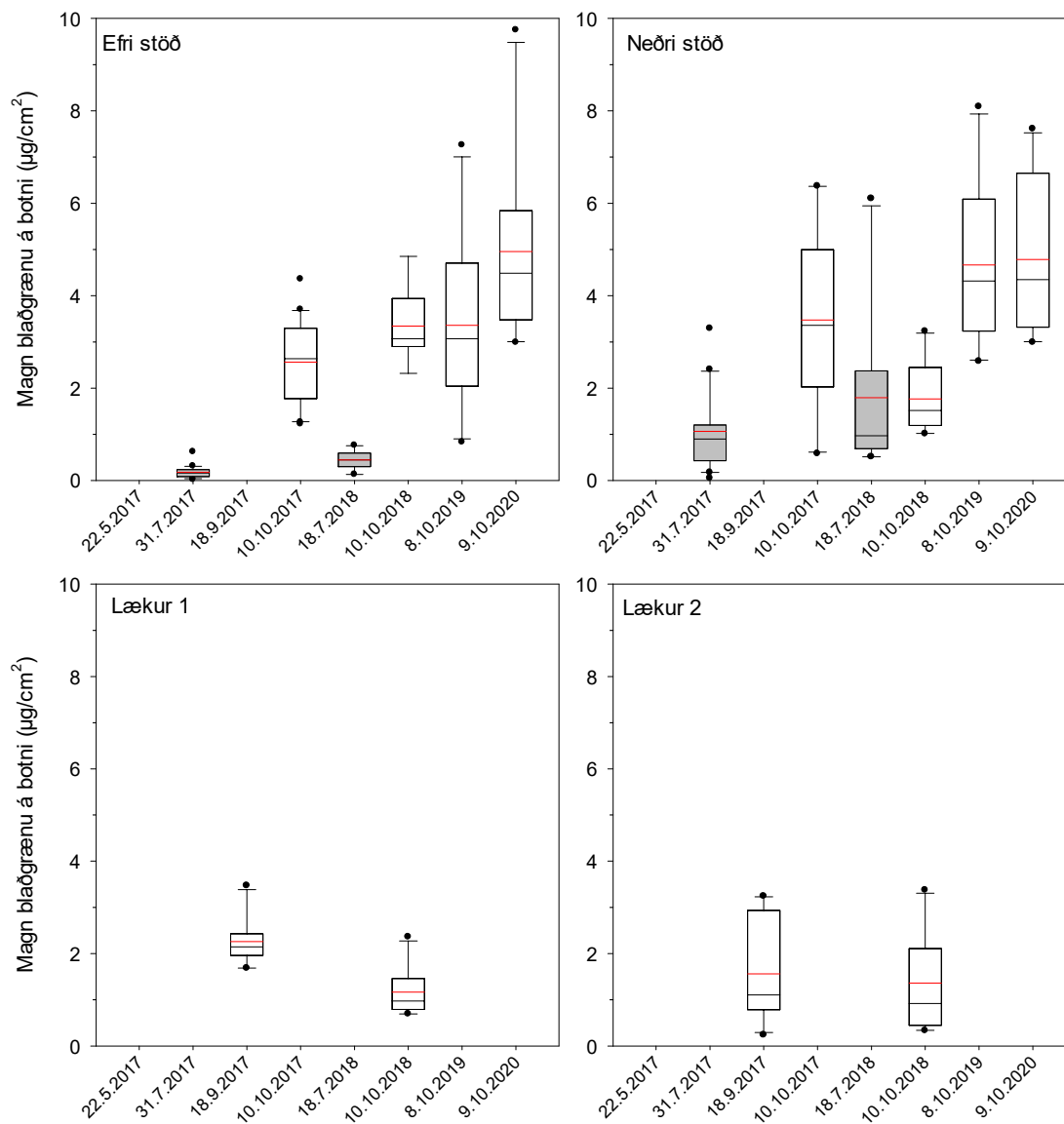
Mynd 11. Setþykkt á botni Andakílsár á sniði 3, við neðri hluta efri stöðvar 22. maí til 14. júní 2017. (Sjá minnisblað í viðaukum 2 og 3).

3.2 Frumframleiðendur á botni – blaðgræna

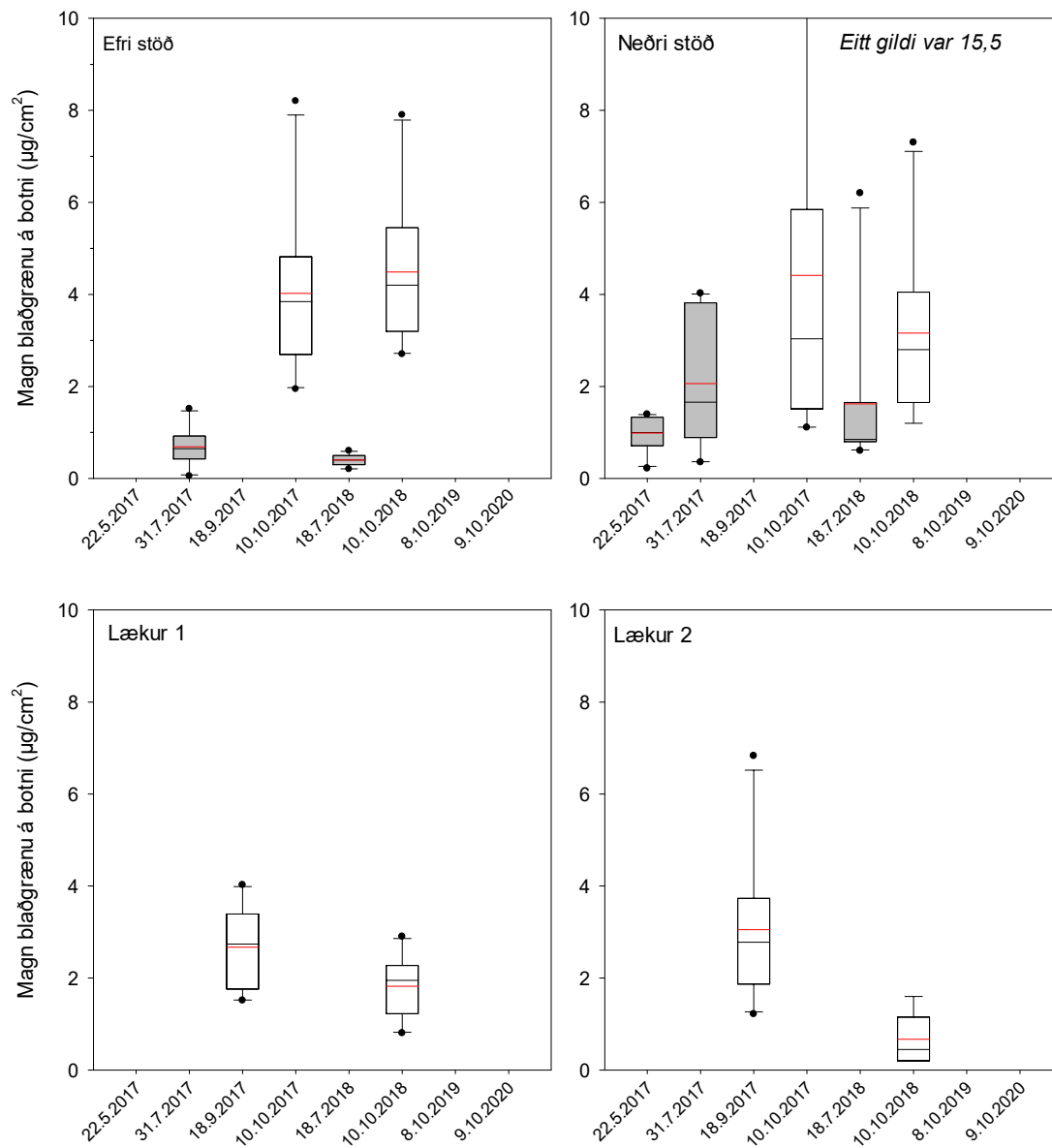
Magn blaðgrænu a er gjarnan notað sem mælikvarði á lífmassa frumframleiðenda. Á botni vatnsfalla eru blábakteríur, grænþörungar og kísilþörungar gjarnan mest áberandi. En auk þeirra er víða að finna stórvaxnari gróður, s.s. mosa og háplöntur. Helstu niðurstöður mælinga með handmælinum (BenthoTorch) 2017–2020 sýna að magn blaðgrænu a var frekar lítið í Andakílsá um sumarið 2017, en var svo marktækt hærra um haustið það ár (mynd 12 og tafla 2). Var magn blaðgrænu eilítið meira í Andakílsá en í viðmiðunarlægjunum. Ef haustsýnin sem tekin voru 2017–2020 eru skoðuð sérstaklega má sjá greinilega aukningu á magni blaðgrænu eftir því sem leið frá aurflóðinu. Þetta átti sérstaklega við um efri stöðina. Á neðri stöðinni var samfelld aukning á magni blaðgrænu að hausti til, ef frá er talið árið 2018 en það ár var magn blaðgrænu áberandi lágt (mynd 12). Til samanburðar voru tekin sýni á hefðbundinn máta, 2017 og 2018, með því að bursta þörungar af skilgreindu flatarmáli steina, leysa blaðgrænuna upp og mæla gleypni í ljósgleypnimæli. Að jafnaði fengust hærri gildi með þessari aðferð en með handmælinum (BenthoTorch) (myndir 12 og 13). Þrátt fyrir það sýndu niðurstöðurnar svipað mynstur fyrir báðar aðferðir. Magn blaðgrænu var að jafnaði lægra miðsumars en að hausti til og magnið jókst eftir því sem lengra leið frá aurflóðinu. Var þetta einkum áberandi á efri stöðinni (mynd 13 og tafla 2). Þriðja aðferðin sem beitt var við mælingar á blaðgrænu er að öllu leyti eins og sú hefðbundna, nema að ekki var burstað innan úr skilgreindu svæði heldur var hver steinn kaffærður í ákveðnu rúmmáli af 96% etanóli, ljósgleypni mæld og yfirborðsflötur hvers steins mældur. Slíkt sýni var eingöngu tekið þann 22. maí 2017 á neðri stöðinni. Magn blaðgrænu mældist þá það lægsta sem mælt var á þessari stöð (mynd 13).

Tafla 2. Yfirlit yfir magn blaðgrænu í Andakílsá (efri og neðri stöð) og viðmiðunarlækjunum 2017–2020. Gefnar eru upplýsingar um sýnatökudaga, aðferðir (Rammi: (24x36 mm)), BT: Benthos Torch handmælirog Steinar: öll blaðgræna leyst upp á hverjum steini. Enn fremur er sýndur fjöldi mælinga á hverri stöð (N), meðaltalsgildi (feitletruð), staðalfrávik (sf), lágmarksgildi (Lágm.) og hámarksgildi mælinga (Hám.).

Efri stöð	Dags.	Aðferð	n	Meðaltal	sf	Lágm	Hám.
	31.7.2017	Rammi	10	0,69	0,42	0,05	1,51
	31.7.2017	BT	20	0,18	0,13	0,02	0,62
	10.10.2017	Rammi	10	4,02	1,79	1,94	8,20
	10.10.2017	BT	20	2,56	0,91	1,22	4,36
	18.7.2018	Rammi	10	0,39	0,11	0,22	0,57
	18.7.2018	BT	10	0,45	0,20	0,13	0,76
	10.10.2018	Ramm	10	4,49	1,69	2,67	7,90
	10.10.2018	BT	10	3,34	0,78	2,32	4,85
	8.10.2019	BT	10	3,36	1,84	0,83	7,26
	9.10.2020	BT	10	4,95	2,08	2,99	9,75
Neðri stöð							
	22.5.2017	Steinar	10	0,99	0,37	0,2	1,4
	31.7.2017	Rammar	10	2,06	1,42	0,35	4,02
	31.7.2017	BT	20	1,06	0,82	0,05	3,29
	10.10.2017	Rammar	10	4,4	4,28	1,11	15,50
	10.10.2017	BT	10	3,47	2,00	0,58	6,37
	18.7.2018	Rammar	10	1,61	1,74	0,59	6,18
	18.7.2018	BT	10	1,79	1,93	0,51	6,10
	10.10.2018	Rammar	10	3,14	1,89	1,19	7,26
	10.10.2018	BT	10	1,77	0,77	1,01	3,23
	8.10.2019	BT	10	4,67	1,75	2,58	8,09
	9.10.2020	BT	10	4,78	1,65	2,99	7,61
Lækur 1							
	18.9.2017	Rammi	10	2,67	0,87	1,51	4,02
	18.9.2017	BT	10	2,26	0,50	1,68	3,47
	9.10.2018	Rammi	10	1,83	0,65	0,81	2,91
	9.10.2018	BT	10	1,17	0,51	0,69	2,36
Lækur 2							
	18.9.2017	Rammi	10	3,05	1,59	1,21	6,83
	18.9.2017	BT	10	1,56	1,10	0,24	3,24
	9.10.2018	Rammi	10	0,67	0,56	0,16	1,62
	9.10.2018	BT	10	1,36	1,06	0,33	3,37



Mynd 12. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár og hliðarlækjum (mælingar gerðar með BenthosTorch handmæli). Sýndar eru niðurstöður mælinga á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2020 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) 2017 og 2018. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri lárétttri línu, meðaltal mælinga er sýnt með rauðri lárétttri línu í hverjum kassa. Lóðrétt lína sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinga voru. Efri mörk hvers kassa sýna hvar efri 75% og neðri 25% mörk mælinga liggja. Fylltir kassar sýna niðurstöður fyrir miðsumar og hinir sýna niðurstöður frá hausti hvers árs.



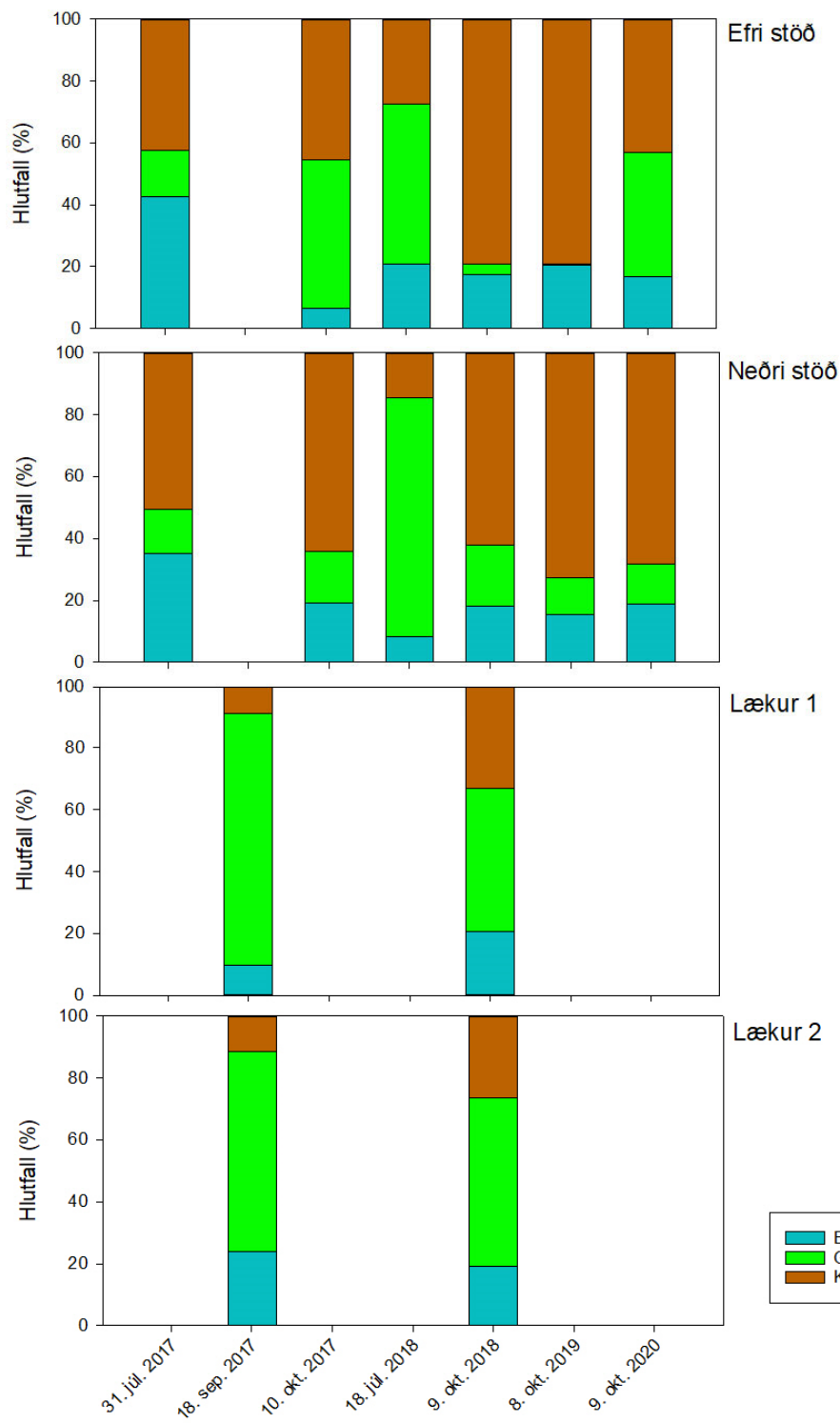
Mynd 13. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár og hliðarlækjum (mælingar gerðar með ljósgleypnimæli á rannsóknarstofu). Sýndar eru niðurstöður mælinga á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2018 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) sömu ár. Miðgildi mælinga er sýnt innan í hverjum kassa með svartri lárétttri línu, meðaltal mælinga er sýnt með rauðri lárétttri línu í hverjum kassa. Lóðrétt lína sýnir hvar neðri (5%) og efri (95%) mörk mælinga voru. Efri mörk hvers kassa sýna hvar efri 75% og neðri 25% mörk mælinga liggja. Fylltir kassar sýna niðurstöður fyrir snemm- og miðsumar en hinir sýna niðurstöður frá hausti.

Mjög skýr merki um framvindu þörunga og blábaktería má sjá þegar skoðaðar eru ljósmyndir af botni skömmu eftir aurflóðið (myndir til vinstri) og síðan haustið 2020 (myndir til hægri) (mynd 14). Þar má sjá að botninn á báðum stöðvunum í Andakílsá er nánast gróðurlaus með fáeinum undantekningum þó, þar sem steinar með mosa ná upp úr „nýja“ setinu. Á hinn bóginn er botninn þakinn gróðri á þeim myndum sem teknar voru í október 2020.



Mynd 14. Þörungapekja á botni Andakíslár á mismunandi tímum. Myndirnar til vinstri voru teknar þann 31. júlí 2017 og myndirnar til hægri eru frá 9. október 2020. Myndir í efri röð eru teknar á efri sýnatökustöðinni en myndir í neðri röð á neðri sýnatökustöðinni. Ljósmyndir: Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir.

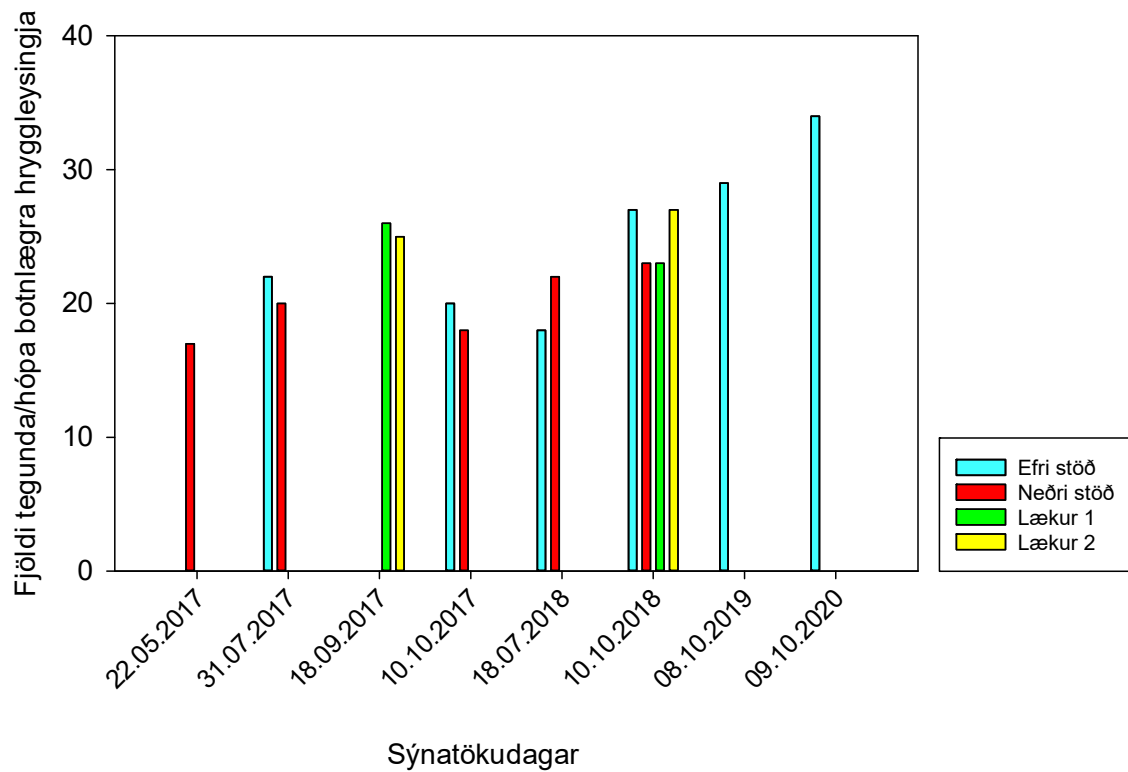
Hlutföll blábaktería og þörunga á botni voru breytileg eftir því hversu langt var liðið frá aurflóðinu. Í fyrstu mælingunum (31. júlí 2017) var hlutfall blábaktería og kísilþörunga svipað á efri stöðinni (42,7 og 42,4%) en á neðri stöðinni var hlutur kísilþörunga töluvert hærri (50,7%) en blábaktería (35,2%) og grænþörunga (14,4%) á sama tíma (mynd 15). Um haustið 2017 og sumarið 2018 var hlutur grænþörunga mun hærri á efri stöðinni frá því sem var í júlí það ár. Á báðum stöðvum í Andakílsá voru kísilþörungar ríkjandi í haustmælingunum 2018–2020 (mynd 15). Hlutur blábaktería var yfirleitt innan við 20% nema í fyrstu sýnatökunni. Í lækjunum tveimur voru grænþörungar ríkjandi meðal botnlægra frumframleiðenda (Lækur 1; 81,5% og Lækur 2; 64,5%).



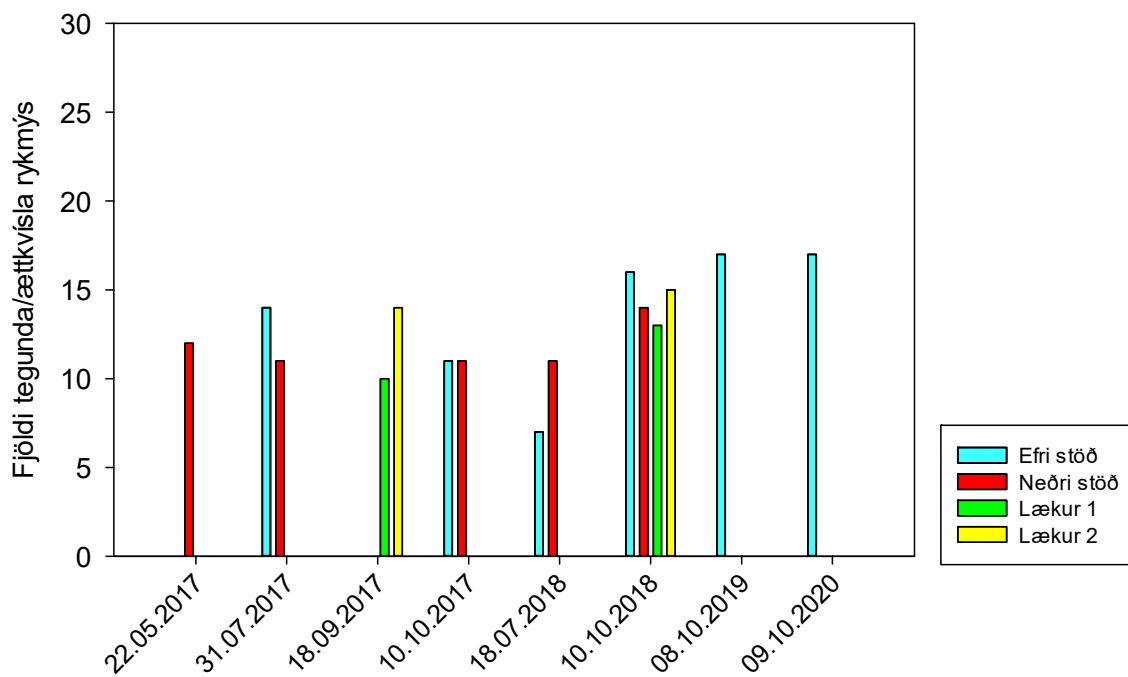
Mynd 15. Hlutfallslegt magn blaðgrænu, skipt á milli þörunga og blábaktería, á botni Andakílsár á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2020 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) 2017 og 2018.

3.3 Botnlægir hryggleysingar

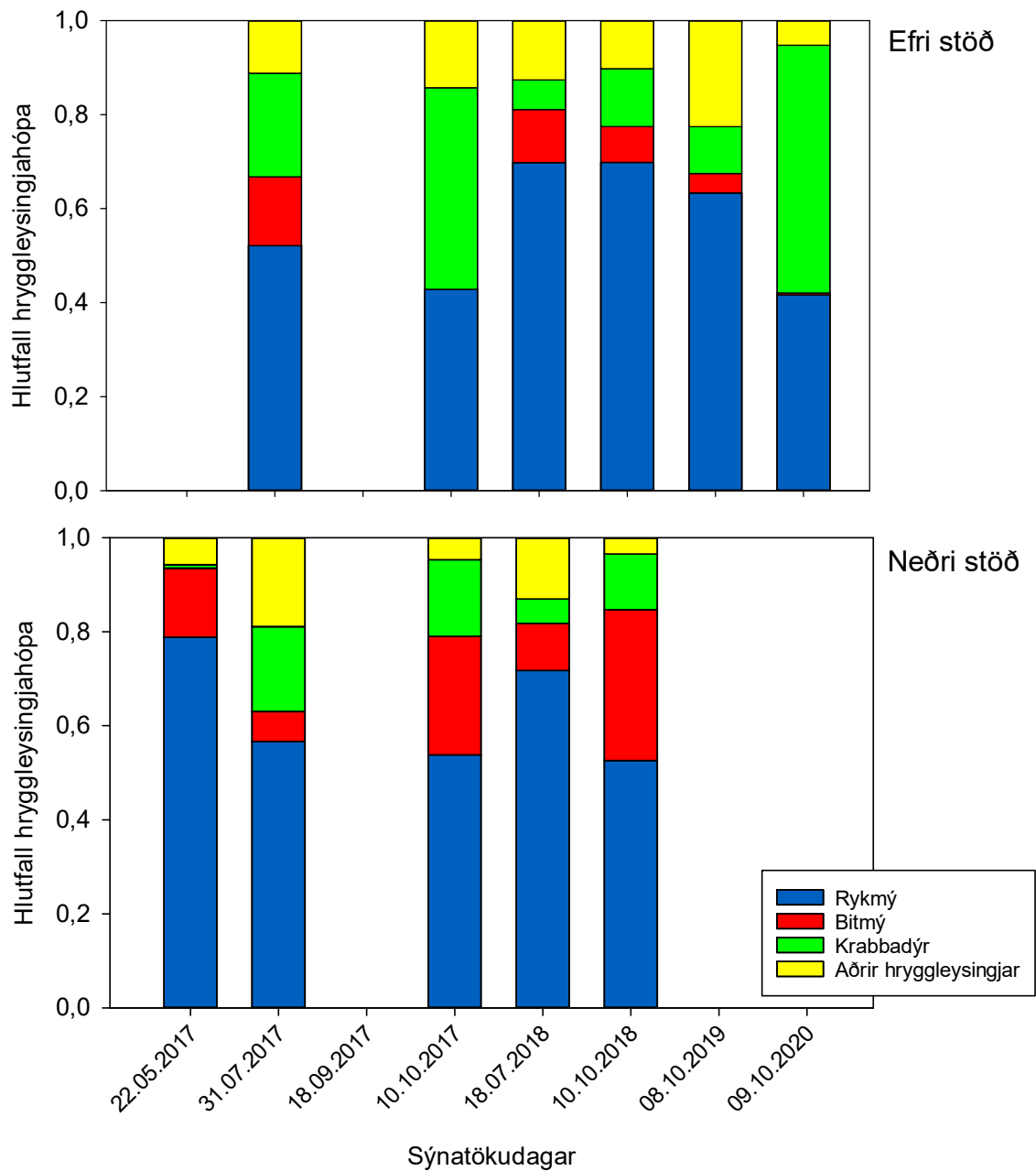
Niðurstöður rannsókna á fjölbreytni og þéttleika botnlægra hryggleysinga í Andakílsá eru í viðauka 1 og á myndum 17–20. Á efri stöðinni var fjölbreytni hryggleysinga 22 tegundir/hópar í lok júlí 2017, tveimur mánuðum eftir aurflóðið. Fjöldi tegunda/hópa var svipaður í júlí árið á eftir, en í október 2018 fundust 27 tegundir/hópar á efri stöðinni. Fjöldinn hafði aukist enn meira á árunum 2019 og 2020 (mynd 16, sjá einnig viðauka 1). Svipaða sögu má segja með fjölbreytni botnlægra hryggleysinga á neðri stöðinni í Andakílsá. Í maílok 2017 voru 17 tegundir/hópar þar og jókst sá fjöldi þar til mælingu lauk í október 2018. Svipaður fjöldi tegunda/hópa var í lækjunum tveimur og var sambærilegt við það sem var í Andakílsá á sama tíma í október 2018 (mynd 16). Rykmý var oftast algengasta botndýrið í Andakílsá og einnig í viðmiðunarlækjunum. Var fjölbreytni þess svipuð yfir allt rannsóknatímabilið fyrir báðar stöðvarnar í Andakílsá og í viðmiðunarlækjunum (mynd 17). Heldur færri tegundir/ættkvíslir rykmýs fundust að jafnaði á neðri stöðinni en þeirri efri og lítill munur var á fjöldanum í lækjunum tveimur og á neðri stöðinni. Eftirtektarvert er að strax tveimur mánuðum eftir aurflóðið fundust 14 tegundir/ættkvíslir rykmýs á efri stöðinni en á árunum 2019 og 2020 fundust 17 tegundir/ættkvíslir (mynd 17). Lirfur þess rykmýs sem voru í mestum mæli einkenndust af fremur smáum lirfum, innan við 8 mm að lengd. Átti það við um báðar stöðvarnar í Andakílsá. Á efri stöðinni var samt meira um stærri lirfur, s.s. tegundirnar *Orthocladius oblidens*, *Cricotopus tibialis* og lirfur af ættkvíslinni *Micropsectra*. Lirfur þessar eru um og yfir 10 mm langar. Smærri tegundir einkenndu neðri stöðina, s.s. af ættkvíslunum *Eukiefferiella* og *Thienemanniella*. Þar gat hlutfall algengustu tegundarinnar, *Eukiefferiella minor* verið tæp 90% af heildarþéttleika rykmýs. Bitmý fannst í fremur litlum mæli, en töluvert fannst af krabbadýrum, einkum á efri stöðinni (mynd 18). Í viðmiðunarlækjunum voru lirfur rykmýs ríkjandi og nokkuð af krabbadýrum fundust þar einnig (mynd 19).



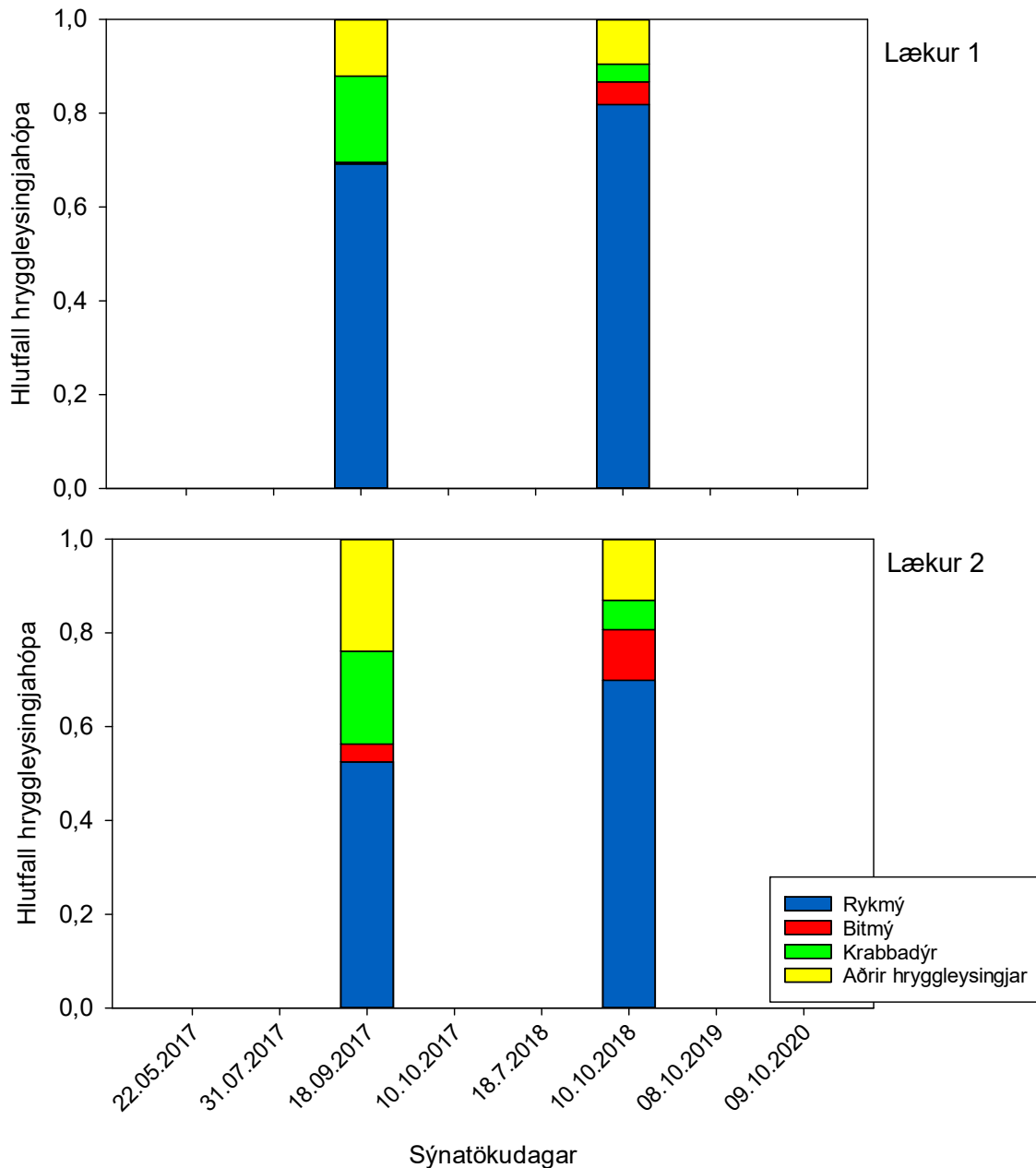
Mynd 16. Fjöldi tegunda/hópa botnlægra hryggleysingja í Andakílsá á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2020 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) 2017 og 2018.



Mynd 17. Fjöldi tegunda eða ættkvísla rykmýs í Andakílsá á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2020 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) 2017 og 2018.



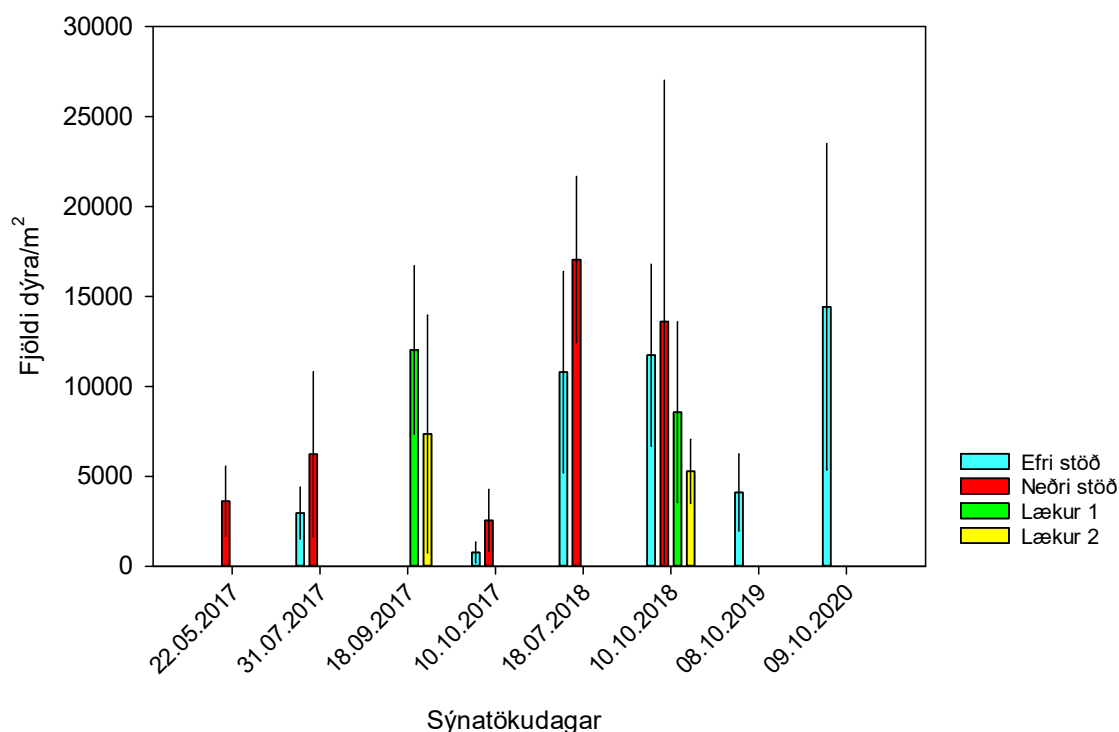
Mynd 18. Hlutföll hópa hryggleysingja í Andakílsá á tveimur stöðum 2017–2020. Efri myndin sýnir niðurstöður fyrir efri stöðina og sú neðri sýnir niðurstöður fyrir neðri stöðina. Einungis eru sýndir hópar sem voru ríkjandi en öðrum hópum var steypt saman og sýndir sem „Aðrir hryggleysingar“ (gular súlur).



Mynd 19. Hlutföll hópa hryggleysingja í tveimur hliðarlækjum sem renna í Andakílsá 2017 og 2018. Efri myndin sýnir niðurstöður fyrir læk 1 og sú neðri sýnir niðurstöður fyrir læk 2. Einungis eru sýndir hópar sem voru ríkjandi en hinum var steypt saman og sýndir sem „Aðrir hryggleysingjar“ (gular súlur).

Þéttleiki botnlægra hryggleysingja var frekar lítill í öllum sýnatökunum í Andakílsá árið 2017, 791–2963 dýr/m² á efri stöð og 2560–6235 dýr/m² á neðri stöð (sjá viðauka 1), en töluvert hærri í viðmiðunarlækjunum um haustið 2017. Árið 2018 hafði þéttleikinn margfaldast í Andakílsá (10–11 þús. dýr/m² á efri stöð og 13–17 þús. dýr/m² á neðri stöð, en minnkaði árið 2019 og var síðan kominn í rúmlega 14 þúsund dýr á fermetra á efri stöðinni árið 2020 (mynd 20). Á neðri stöðinni var samfelld aukning í þéttleika hryggleysingja frá því að aurflóðið féll til

ársins 2018, en ekki var unnið úr sýnunum frá 2019 og 2020 fyrir þá stöð (sjá viðauka 1 fyrir frekari upplýsingar).



Mynd 20. Heildarfjöldi botnlægra hryggleysinga í Andakílsá á tveimur stöðum (efri- og neðri stöð) 2017–2020 og í tveimur hliðarlækjum (Lækur 1 og 2) 2017 og 2018. Hver súla sýnir meðaltöl 5–10 sýna og lóðréttar línur við hverja súlu sýna staðalfrávik mælinga.

3.4 Fiskur

Seiðaframleiðsla Andakílsár hefur í gegnum tíðina lítið verið rannsökuð en reglubundin vöktun hófst árið 2017 á þremur stöðvum á efri hluta Andakílsár (mynd 21) í kjölfar aurflóðsins úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar í maí sama ár. Þéttleiki og vöxtur smáseiða í ánni var kannaður þrisvar sinnum sumarið 2017 og árlega síðari hluta sumars árin 2018–2020 (tafla 3). Fáar mælingar liggja fyrir á seiðaungviði í Andakílsá til samanburðar við mælingar 2017–2020, en til eru mælingar á stöð 1 skammt neðan við stöðvarhús Andakílsárvirkjunar, gerðar í júní og júlí árið 2010 (Sigurður Már Einarsson, óbirt gögn). Á neðri stöðvunum liggja samanburðarmælingar ekki fyrir.

Eftir aurflóðið í maí 2017 var botninn á stöð 1 þakinn þykku leirlagi, en ofan á leirnum var þunnt malarlag sem virtist nýlega hafi borist inn á svæðið. Á stöð 2 var veitt á broti þar sem straumhraði var talsverður og vegna straumhraðans var þykkt leirlagsins þar tiltölulega lítil. Á stöð 3 var veitt á broti þar sem aðstæður voru svipaðar og á stöð 2. Stöðvar 2 og 3 teljast ekki einkennandi fyrir farveg Andakílsár, en áin er víðast hvar mun lygnari. Árið 2018 var gamli botninn að mestu kominn í ljós og árið 2019 var nýja setið að mestu horfið, en situr þó enn eftir víða í hyljum.

Tafla 3. Fjöldi og tegundir ferskvatnsfiska í seiðarannsóknnum í Andakílsá árin 2010 og 2017 til 2020 eftir stöðvum. Skyggð svæði í töflunni vísa til þess að sýnatökur hafi ekki farið fram.

Dags.	Stöð 1					Stöð 2					Stöð 3				
	Lax	Urriði	Áll	Hornsíli	Flundra	Lax	Urriði	Áll	Hornsíli	Flundra	Lax	Urriði	Áll	Hornsíli	Flundra
24.6.2010	195			3	9										
22.7.2010	137		2	3	6										
22.5.2017			1	3		46	2		6		21				
22.6.2017	2					19					12				
10.10.2017						2			1	2					5
7.8.2018	47					71					83				
2.9.2019	91		2		4	137	5		5		116				6
16.9.2020	64					65					32	1		2	
Fjöldi alls	536	0	5	9	19	340	7	0	12	2	264	1	0	2	11

Í seiðaathugunum hafa komið fram 5 fisktegundir (tafla 3). Lax (*Salmo salar* L.) er langalgengastur, en af öðrum laxfiskum hefur aðeins urriði (*Salmo trutta* L.) komið fyrir í litlu magni. Auk þess hafa veiðst álar (*Anguilla anguilla* L.), hornsíli (*Gasterosteus aculeatus* L.) og flatfiskurinn flundra (*Platichthys flesus* L.).

Árið 2010 var eðlilegt ástand í Andakílsá og fundust þá fjórir aldurshópar laxaseiða á stöð 1. Þá mældist samanlagður þéttleiki allra aldurshópa laxaseiða á bilinu 94,2–119,1 seiði/100 m², að stærstum hluta nýliðar (0+), þ.e. seiði á fyrsta ári (tafla 4, mynd 21). Eftir aurflóðið í lok maí 2017 fundust engin laxaseiði á stöð 1, en tvö seiði fundust þar í júní 2017 (0,7 seiði/100 m²) en ekki var veitt á stöð 1 í október 2017. Áll og hornsíli fundust í litlum þéttleika í lok maí 2017 á stöð 1. Á neðri stöðvunum varð lítillega vart við laxaseiði (tafla 3, tafla 4, mynd 21) í maímælingu 2017 og samanlögð seiðavísitala laxaseiða var þá 14,1 seiði/100 m² á stöð 2 og 8,6 seiði/100 m² á stöð 32. Flest seiðanna voru árgömul (1+), en örfá seiði á öðru og þriðja ári veiddust. Í júní 2017 mældist samanlögð seiðavísitala laxaseiða 5,4 seiði/100 m² á stöð 2 og 2,9 seiði/100 m² á stöð 3. Í október 2017 mældist þétt leikinn einungis 0,9 seiði/100 m² á stöð 2 og engin seiði veiddust á stöð 3 (tafla 4, mynd 21). Árið 2018 kom fram veruleg breyting á þéttleika laxaseiða frá árinu 2017. Þá komu fram seiði á fyrsta ári (0+) úr hrygningu laxa haustið 2017, en ekkert veiddist af eins árs (1+) seiðum (klakárgangur 2017). Sá árgangur virðist alveg hafa misfarist í aurflóðinu. Einnig varð vart við smávegis af tveggja ára (2+) seiðum (klakárgangur 2016). Árin 2019 og 2020 voru niðurstöður seiðamælinga þær að seiðaklak (0+) (klakárgangur 2019 og 2020) veiddist í miklu magni bæði árin og einnig var verulegt magn af eins árs seiðum (mynd 21). Á því tímabili mældist þéttleiki laxaseiða í Andakílsá svipaður og kom fram í mælingunum sumarið 2010.

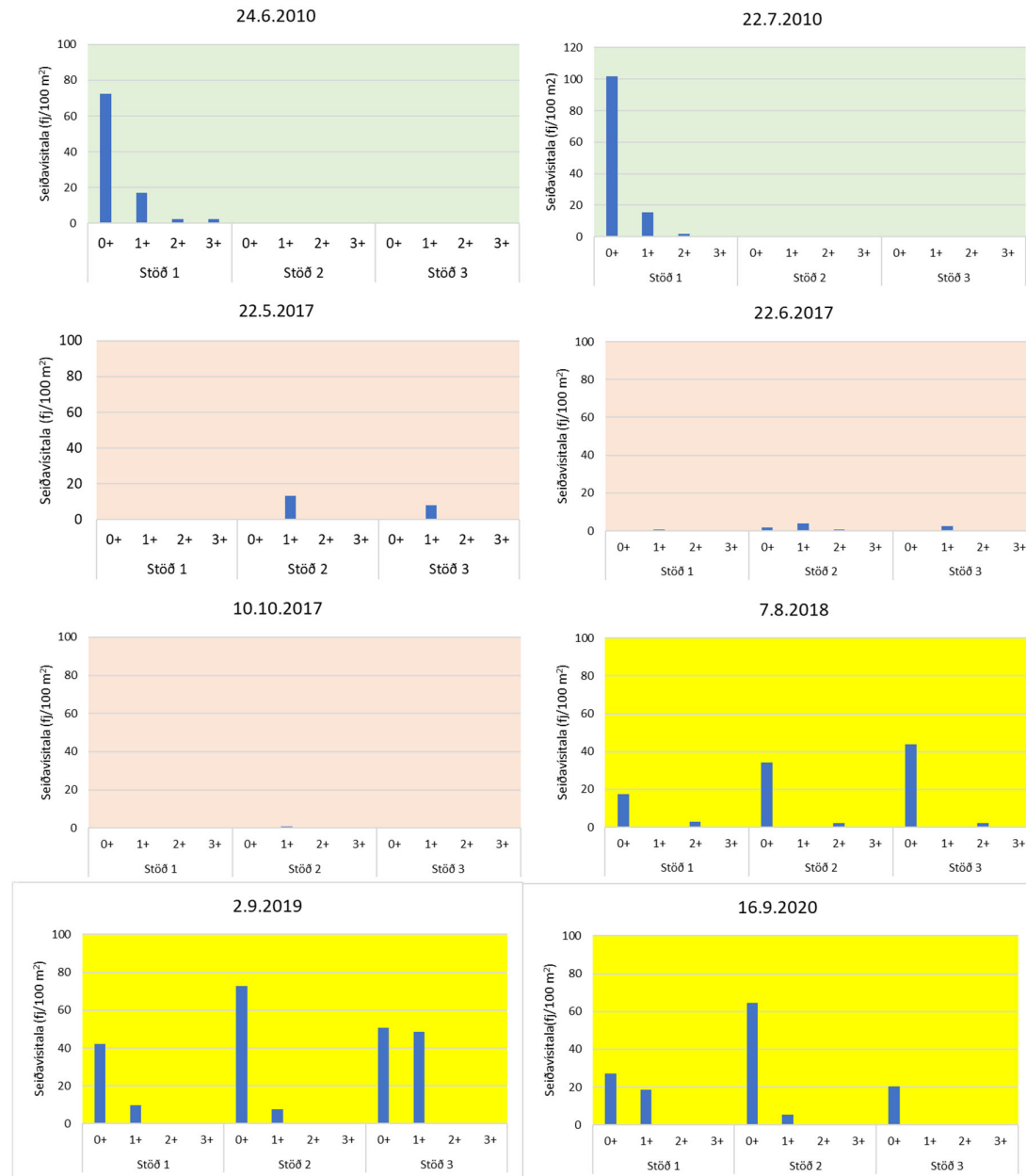
Tafla 4. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknnum í Andakílsá árin 2010 og 2017 til 2020 (fjöldi seiða á 100 m² botnflatar). Seiðunum er skipt upp eftir aldurshópum (0+, 1+ o.s.frv.) og stöðvum. Skyggð svæði = sýnatökur fóru ekki fram.

Dags.	Stöð 1				Stöð 2				Stöð 3			
	0+	1+	2+	3+	0+	1+	2+	3+	0+	1+	2+	3+
24.6.2010	72,5	16,9	2,4	2,4								
22.7.2010	101,7	15,7	1,7	0								
22.5.2017	0	0	0	0	0	13,5	0,6	0	0	8,2	0	0,4
22.6.2017	0	0,7	0	0	1,7	4,0	0,7	0	0,5	2,4	0	0
10.10.2017					0	0,9	0	0	0	0	0	0
7.8.2018	17,4	0	3,0	0	34,3	0	2,0	0	43,9	0	2,2	0
2/9/2019	42,3	9,7	0	0	72,9	7,6	0	0	50,5	48,5	0	0
16/9/2020	27,3	18,7	0	0	64,5	5,4	0	0	20,5	0	0	0

Sýnatökur á stöðvum í Andakílsá hafa farið fram á ólíkum dagsetningum og því er óhægt um vik að bera saman meðallengdir laxaseiða bæði innan árs og á milli ára (tafla 5). Árið 2017 var mjög óeðlilegt ástand í ánni og greinilega mikil afföll seiða. Meðallengdir eins árs seiða breyttust lítið á milli dagsetninga sumarið 2017 en árið 2010 voru meðallengdir í júní og júlí mun meiri en í mælingum 2017. Árin 2019 og 2020 voru meðallengdir seiða enn meiri, en þá var veitt síðar á vaxtartímabili seiðanna (september).

Tafla 5. Meðallengd (cm), fjöldi og staðalfrávik laxaseiða í seiðarannsóknnum í Andakílsá árin 2010 og 2017 - 2020. Seiðunum er skipt upp eftir aldurshópum (0+, 1+ o.s.frv.).

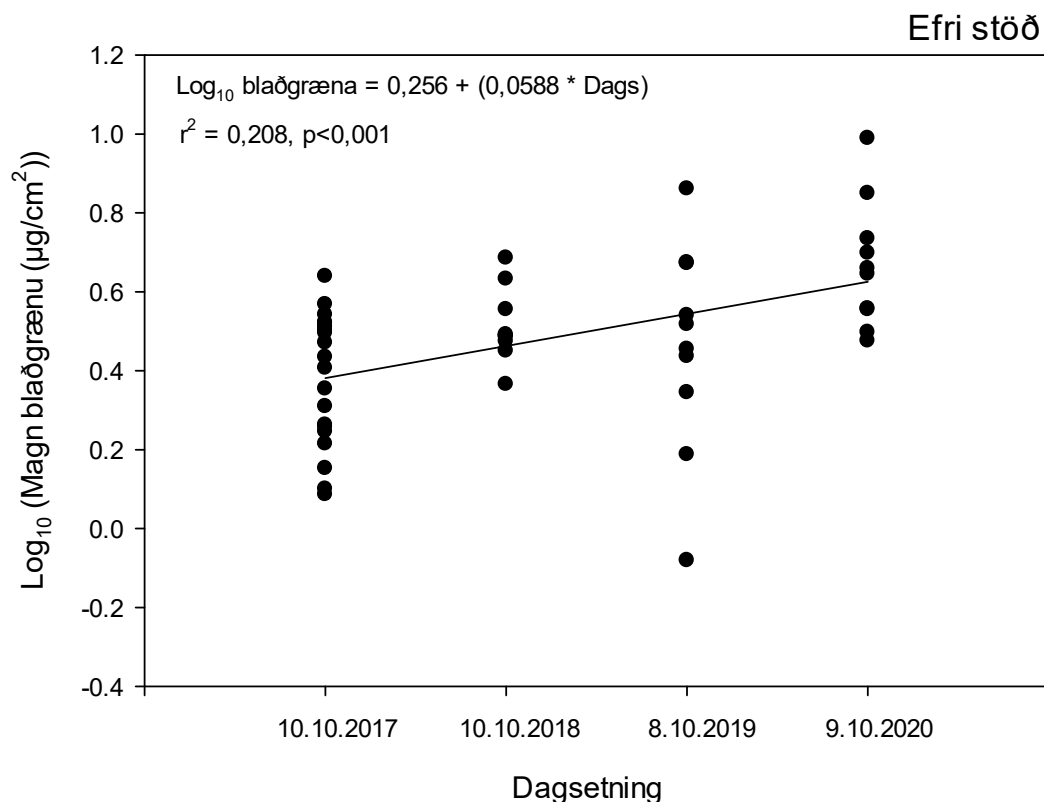
Dags.	0+			1+			2+			3+		
	MI	Fj	St.fráv.	MI	Fj	St.fráv.	MI	Fj	St.fráv.	MI	Fj	St.fráv.
24.6.2010	2,6	150	0,20	5,6	35	0,48	7,8	5	0,70	9,3	5	0,22
22.7.2010	3,2	117	0,40	6,4	18	0,60	9,9	2	0,07			
22.5.2017				5,0	64	0,49	7,6	2	0,42	10,0	1	
22.6.2017	2,8	7	0,10	5,0	24	0,62	6,9	2	0,14			
10.10.2017				5,1	2	0						
7.8.2018	3,6	186	0,30				8,1	15	0,92			
2.9.2019	4,4	298	0,38	7,3	46	0,99						
16.9.2020	4,2	130	0,45	7,9	31	0,80						



Mynd 21. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknunum í Andakílsá árin 2010, 2017, 2018, 2019 og 2020 (fjöldi seiða á 100 m² botnflatar). Seiðunum er skipt upp eftir aldurshópum (0+, 1+ o.s.frv.) og stöðvum. Grænn grunnlitur merkir ástand fyrir aurflóð, rauður merkir ástand í röskuðu umhverfi 2017 og gulur merkir ástand eftir endurheimt búsvæða 2018-2020.

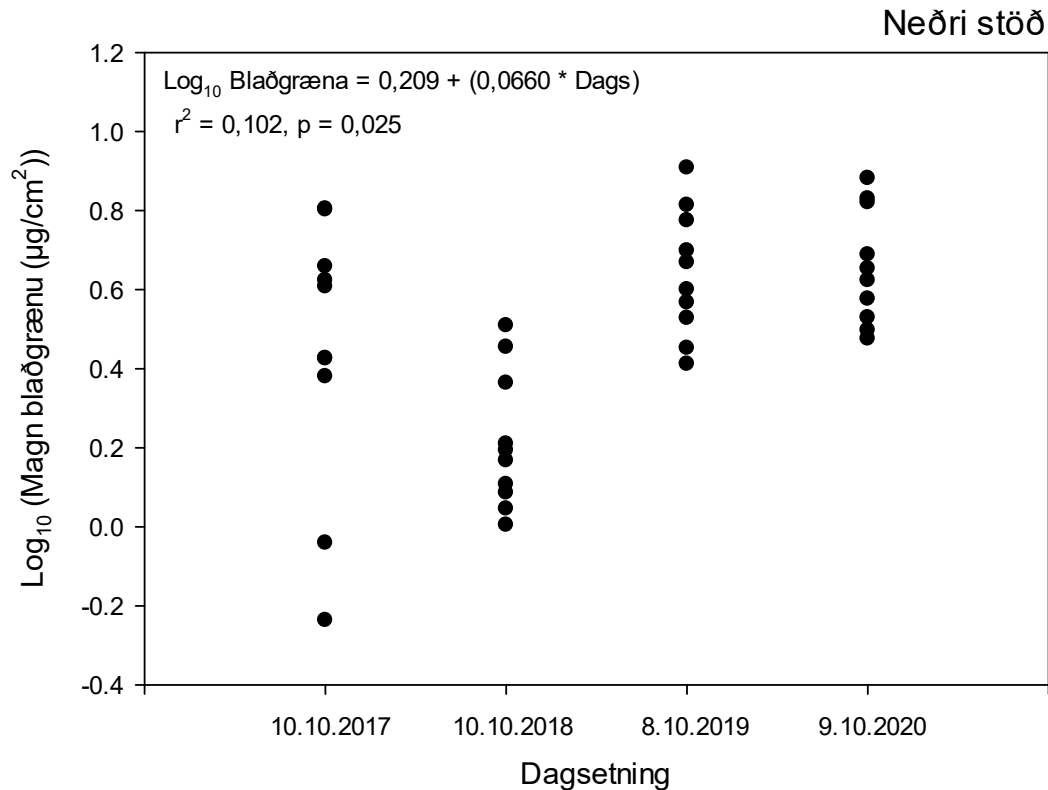
3.5 Framvinda lífríkis eftir aurflóðið

Sé framvinda lífríkis skoðuð, þ.e. magn blaðgrænu, fjölbreytni hryggleysingja, þéttleiki hryggleysingja og þéttleiki laxfiska seiða, má sjá að hún var nokkuð hröð a.m.k. fyrir blaðgrænu og hryggleysingja. Yfir tímabil rannsóknarinnar, 2017–2020 varð stöðug aukning á magni blaðgrænu á efri stöðinni. Um var að ræða marktækt línulegt samband á magni blaðgrænu í tíma, sé aðeins miðað við mælingar sem gerðar voru í október ár hvert (mynd 22).



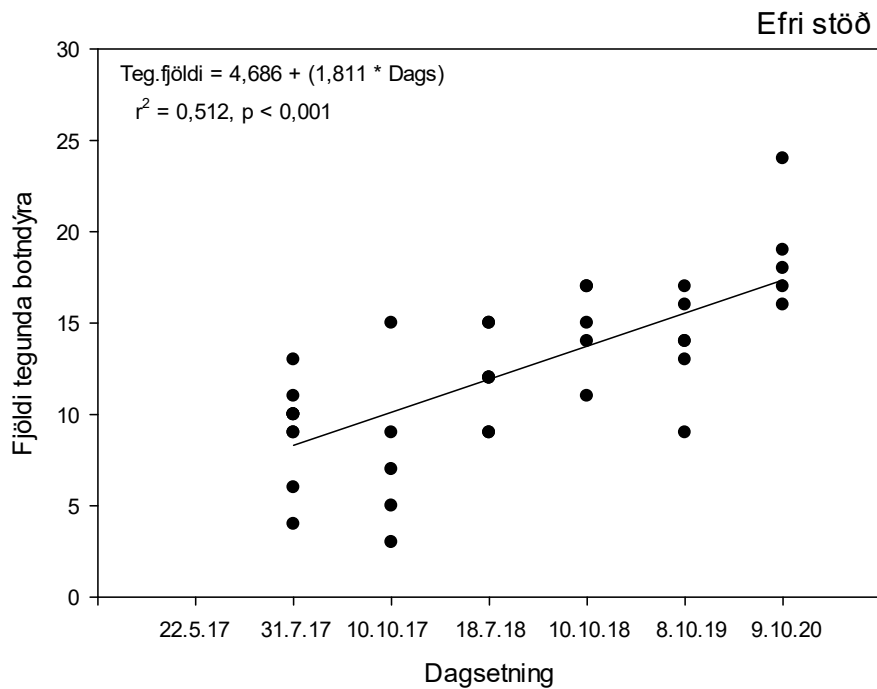
Mynd 22. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár í október 2017–2020 (efri stöð). Athugið að umbreyta þurfti gögnunum með lógaritma til að uppfylla skilyrði um normal dreifingu. Línan sýnir samband magns blaðgrænu og sýnatökutíma.

Á neðri stöðinni var hins vegar mjög veikt samband á milli magns blaðgrænu á botni á milli ára. Það samband gaf p-gildi upp á 0,025, sem telst marktækt miðað við 5% líkindi en ekki miðað við 1% líkindi (mynd 23). Munar þar mestu um mikinn breytileika á einstökum mæligildum þegar blaðgræna var mæld í október 2017. Bæði árin 2019 og 2020 virðist blaðgræna á botni hafa náð jafnvægi þar sem ekki var sjáanleg marktæk aukning á milli ára, ólíkt því sem var á efri stöðinni þar sem um samfellda aukningu var að ræða.

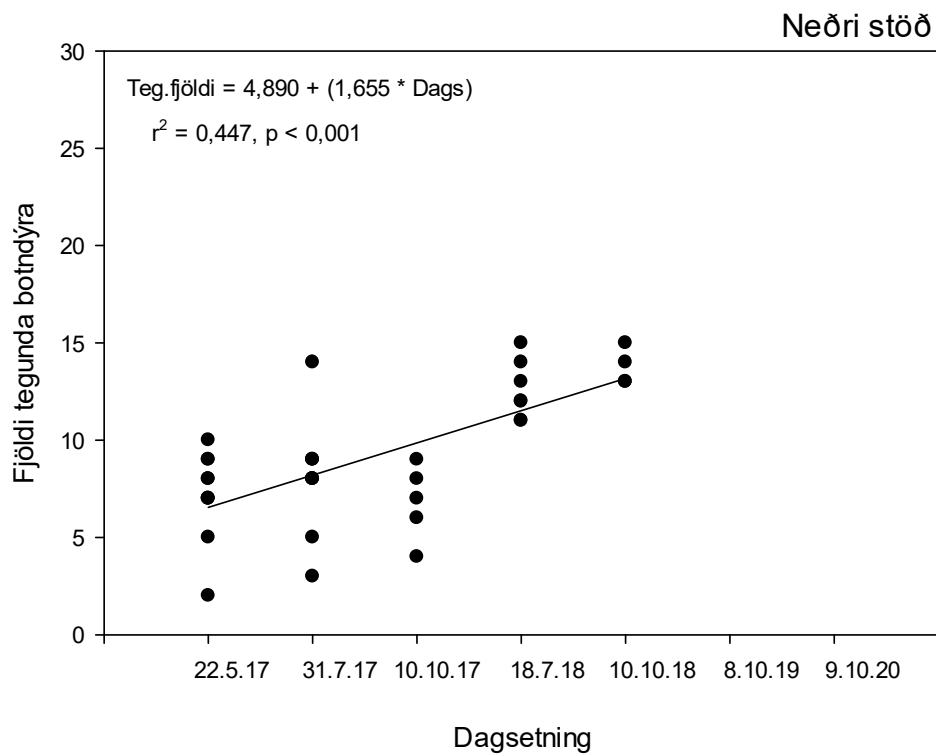


Mynd 23. Magn blaðgrænu á botni Andakílsár í október 2017–2020 (**neðri stöð**). Athugið að umbreyta þurfti gögnunum með lógaritma til að uppfylla skilyrði um normal dreifingu.

Fjölbreytni er hægt að mæla á marga vegu. Hér er notast við tegundaaðgi, þ.e. fjölda tegunda eða ættkvísla mismunandi flokkunareininga óháð hver hlutfallslegur þéttleiki þeirra kann að vera. Fjölbreytni botnlægra hryggleysingja jókst samfellt yfir rannsóknatímabilið á báðum sýnatökustöðvunum í Andakílsá (myndir 24 og 25). Í báðum tilfellum var sambandið á milli fjölbreytni og dagsetninga mjög marktækt fyrir efri stöðina ($r^2=0,512$ og p -gildi $< 0,001$) og þá neðri ($r^2=0,447$ og p -gildi $< 0,001$).

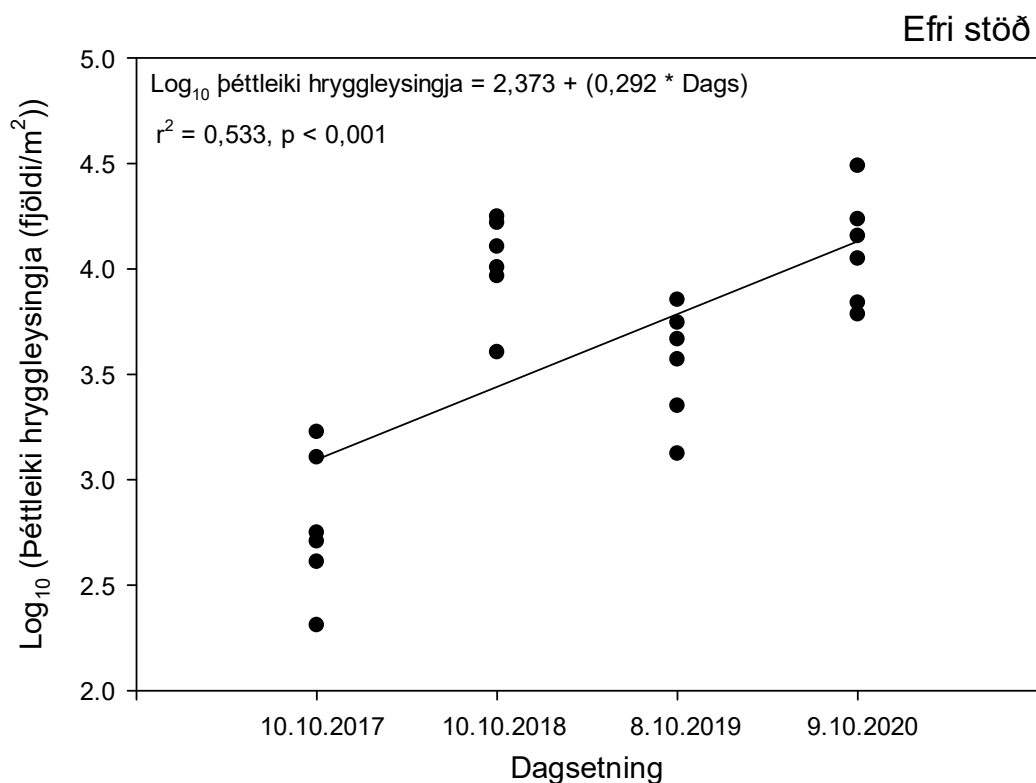


Mynd 24. Fjölbreytni botnlægra hryggleysingja í Andakílsá í júlí 2017 og 2018 og október 2017–2020 (efri stöð). Línan sýnir samband fjölbreytni og sýnatökutíma.



Mynd 25. Fjölbreytni botnlægra hryggleysingja í Andakílsá í maí 2017 og júlí og október 2017–2018 (neðri stöð). Línan sýnir samband fjölbreytni og sýnatökutíma.

Samfelld aukning var á þéttleika botnlægra hryggleysingja á efri stöðinni í Andakílsá frá 2017 til 2020 (mynd 26) sé miðað við sýni tekin í október hvert ár. Þéttleikinn fór úr 774 dýr/m² að meðaltali í október 2017 í 14.425 dýr/m² í október 2020. Samband á milli þéttleika og dagsetninga á sýnatökum var mjög marktækt ($r^2=0,533$ og $p\text{-gildi} < 0,001$). Á neðri stöðinni var einungis unnið úr sýnum sem safnað var árin 2017 og 2018 fyrir botnlæga hryggleysingja og gefa því gögnin ekki tilefni til frekari tölfræðigreiningar.



Mynd 26. Þéttleiki botnlægra hryggleysingja í Andakílsá í október 2017–2020 (efri stöð). Athugið að umbreyta þurfti gögnunum með lógaritma til að uppfylla skilyrði um normal dreifingu. Línan sýnir samband þéttleika og sýnatökutíma.

Vísitala fyrir þéttleika laxaseiða var núll á efstu stöðinni í Andakílsá fyrst eftir aurflóðið eða allt árið 2017, en nokkuð af seiðum lifði af á stöðvum 2 og 3 (tafla 6). Afleiðingarnar af aurflóðinu urðu algjör afföll á klakárgangi 2017, en einnig komu fram mikil afföll á eldri aldurshópum. Seiðastofn Andakílsár (lax) tók síðan að að rétta úr kútnum eins og sjá má fyrir árin 2018–2020 í töflu 6 og hefur nú náð svipaðri stærð miðað við mælingar árið 2010.

Tafla 6. Seiðavísitala laxaseiða í seiðarannsóknnum í Andakílsá (fjöldi seiða á 100 m² botnflatar) árin 2010, 2017 2018, 2019 og 2020, skipt eftir aldurshópum.

Dagsetning	Stöð 1 (efri stöð)					Stöð 2					Stöð 3 (neðri stöð)				
	0+	1+	2+	3+	Alls	0+	1+	2+	3+	Alls	0+	1+	2+	3+	Alls
24.6.2010	72,5	16,9	2,4	2,4	94,2										
22.7.2010	101,7	15,7	1,7	0	119,1										
22.5. 2017	0	0	0	0	0	0	13,5	0,6	0	14,1	0	8,2	0	0,4	8,6
22.6.2017	0	0	0	0	0	1,7	4	0,7	0	6,4	0,5	2,4	0	0	2,9
10.10.2017	0	0	0	0	0	0	1,0	0	0	1,0	0	0	0	0	0
7.8.2018	17,4	0	3	0	20,4	34,3	0	2	0	36,3	43,9	0	2,2	0	46,1
2.9.2019	42,3	9,7	0	0	52,0	73	7,6	0	0	80,6	50,5	8,1	0	0	58,6
16.9.2020	24,2	5,6	0	0	29,8	42,9	4,5	0	0	47,4	25,5	4,1	0	0	29,6

4. Umræður

Í þessari skýrslu eru raktar niðurstöður rannsóknar á lífríki, efnasamsetningu vatns og botngerð í farvegi Andakílsár sem varð fyrir alvarlegum áhrifum vegna aurflóðs sem fór niður efri hluta Andakílsár í maí 2017 í kjölfar þess að vatni var hleypt úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar. Rannsóknin miðaði fyrst og fremst að því að kanna ástand lífríkis í ánni fyrst eftir aurflóðið og þróun lífríkis með tíma frá því að aurinn skolaðist niður farvegin.

Aurflóðið sem barst í Andakílsá var afdrifaríkur atburður sem hafði mikil og greinileg áhrif á þéttleika laxaseiða í Andakílsá. Fiskgengi hluti Andakílsár er mjög stuttur og er laxasvæði árinna frá brú að Andakílsárfossum aðeins um 5 km að lengd. Búsvæði árinna hafa ekki verið kortlögð en vitað er að á u.þ.b. efstu 2 km árinna eru bestu hrygningar- og uppeldissvæðin að finna. Lax nýtir einnig hliðarlæki til hrygningar og uppeldis, m.a. Hrafnagilslæk, Bæjarlæk og Miðfossalæk. Þau svæði eru þau einu sem voru óröskuð eftir aurflóðið.

Algengasti gönguseiðaaldur laxaseiða í Andakílsá er 3 ár. Helstu áhrif aurburðarins á þéttleika laxa í ánni voru greinilega þau að klakárgangur 2017 misfórst nær algjörlega. Eldri árgangar urðu einnig fyrir verulegum afföllum þótt lítill hafi orðið vart við þá í mælingunum. Eftir aurflóðið var botn árinna þakinn þykku setlagi sem líklega hefur orðið til þess að seiðaklakið náði ekki að koma sér upp úr mölinni nema á örfáum stöðum, helst þar sem straumhraðinn var nægilega mikill til að hreinsa setið af hrygningarsvæðunum. Þar sem Andakílsá er almennt fremur lygn voru slík svæði aðeins örlítið brot af heildar flatarmáli búsvæðanna í ánni. Ljóst er að mikil afföll yrðu á fæðudýrum seiðanna og í kjölfarið fæðuskortur sem leitt hefur til seiðadauda. Töluverð seiðaframleiðsla á sér stað í lækjunum sem falla til fiskgenga hlutans og skipta þau því miklu máli vegna endurreisnar stofnsins. Mikill viðsnúningur í lífríkinu átti sér stað árin 2018 og 2019. Það hafði áin að mestu náð að hreinsa fínasta setið af efstu tveimur kílómetrum árinna sem eru mikilvægustu hrygningar- og uppeldissvæðin fyrir lax. Klak seiða tókst vel bæði árin 2018 og 2019 og seiðavöxtur benti til að fæðuframboð fyrir seiðin hafi verið nægilegt. Þeir ferlar í ánni sem hafa stuðlað að hreinsun botnsins og landnámi þörunga og hryggleysingja í kjölfarið hafa reynst hraðir og áin er að nálgast fyrra ástand. Töluverð

laxaganga var í Andakílsá sumarið 2017, sem samanstóð af árgöngum seiða sem gengu til sjávar árin 2015 og 2016 og voru því í hafi er aurflóðið átti sér stað. Áin var friðuð fyrir veiði árin 2017–2019 til að sá fiskur sem gengi í ána þessi ár næði allur að hrygna og með þeim hætti yrði flýtt fyrir endurreisn seiðastofna, en ekkert mat er til á stofnstærð laxagöngunnar þessi ár. Jafnframt var lax tekinn í klak haustin 2017–2019 og var gönguseiðum sleppt í ána árin 2019–2022, til að flýta fyrir endurreisn laxastofnsins.

Framvinda frumframleiðenda (magn blaðgrænu), botndýra (fjölbreytni og þéttleiki) og fiska (seiðapéttleiki) yfir rannsóknatímabilið var skjótari en búist var við. Lítið er um ritaðar heimildir um sambærilega viðburði, þar sem aurflóð hafa kaffært árbotna. Hins vegar eru fjölmargar heimildir til um framvindu lífverusamfélaga í ám eftir flóð eða þurrka (Lamberti o.fl. 1991, Jón S. Ólafsson o.fl. 1998 og Danehy o.fl. 2021). Niðurstöður þeirra rannsókna sýndu m.a. að skordýr, einkum rykmý, er fljótt að nema land þar sem flætt hefur eða árfarvegur hefur þornað upp. Í fyrstu hefur fjölbreytnin þó verið lítil, en þéttleiki botndýra hefur hins vegar vaxið hratt. Hliðstæð ferli má sjá af niðurstöðum rannsókna á framvindu lífríkis í Andakílsá. Séu niðurstöður rannsókna á þéttleika botndýra 2017–2020 borin saman við niðurstöður rannsóknar frá árinu 2011 má sjá að töluverður munur er þó þar á og enn vantar mikið upp á að þéttleiki hryggleysingja hafið náð því sem var 2011. Hins vegar jókst þéttleikinn hratt frá 2017 til 2020; fór hann úr 774 dýr/m² í október 2017 í 14.425 dýr/m² í október 2020, en til samanburðar var hann um 48.500 dýr/m² í september 2011 (Kristín Alísa Eiríksdóttir o.fl. 2011).

Ekki var búist við að styrkur uppleystra efna í Andakílsá myndi breytast til langs tíma vegna framburðar þess efnis sem barst úr inntakslóninu við opnun botnloku Andakílsárvirkjunar í maí 2017. Gögnin sem aflað var í þessari rannsókn sýna einmitt það að efnastyrkur í Andakílsá neðan virkjunar 2017–2020 var svipaður og mældist í Andakílsá ofan virkjunar á árunum 2006–2010. Hins vegar er líklegt að efnastyrkur vatnsins hafi breyst á meðan á aurflóðið barst niður farveg Andakílsár í maí 2017. Ekki voru tekin nein sýni á meðan á því stóð og engar mælingar gerðar. Leiða má að því líkum að aurframburðurinn hafi valdið lækkun á styrk súrefnis í Andakílsá á meðan á atburðinum stóð og aukningu á styrk ammóníums, vegna rofs á vatnasetinu sem er súrefnissnautt umhverfi, líklega með þó nokkru magni af rotnandi lífrænum leifum. Þessi ályktun er dregin af niðurstöðum mælinga sem gerðar voru þegar inntakslón Elliðaárstíflu var tæmt í síðasta skiptið, vorið 2020 (Hafrannsóknastofnun 2020).

Niðurstaða þessarar rannsóknar sýnir að aurflóðið sem streymdi niður farveg Andakílsár í kjölfar þess að vatni var hleypt úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar í maí 2017, hafði alvarleg áhrif á lífríkið neðan virkjunar. Helstu áhrifin voru á botnlífríki og á hrygningarsvæði laxfiska, þar sem aurinn fyllti upp í og þakti mikilvæg búsvæði. Þar með raskaðist nýliðun fiska og botndýra eins og fjallað hefur verið um. Hins vegar leiðir þessi rannsókn einnig í ljós að framvinda lífríkis hefur verið mjög hröð í Andakílsá frá því að atburðurinn átti sér stað. Sérstaklega var endurheimt þörungna og hryggleysingja hröð, sem var kannski við að búast þar sem lífsferlar þeirra eru stuttir og endurnýjun hröð. Ekki er hægt að fullyrða að ástand lífríkis í Andakílsá sé búið að ná sér að fullu þar sem lítið er til af eldri gögnum um lífríkisþætti til samanburðar.

Þessi atburður hefur sýnt fram á að fara þarf að öllu með gát þegar verið er að hrófla við mannvirkjum í farvegum straumvatna þar sem ójafnvægi hefur skapast á milli rennslis og framburðar aurs, jafnvel til margra áratuga. Það á til dæmis við um framkvæmdir vegna viðhalds á stíflum, líkt og í tilviki Andakílsárvirkjunar, eða í tilvikum þar sem fjarlægja á gamlar stíflur sem ekki eru lengur í notkun. Hröð útskolun á fínu seti sem safnast hefur til í lónum um langt tímabil getur valdið miklum skaða á lífríki neðar í ánni ef óvarlega er farið.

Þakkir

Guðbjörn Tryggvason starfsmaður Andakílsárvirkjun, Magnea Magnúsdóttir og Jón Örvar G. Jónsson starfsmenn ON fá bestu þakkir fyrir aðstoð við sýnatökur, mælingar á vettvangi og yfirllestur á skýrslunni.

Heimildir

Alexander Þorvaldsson, Guðmundur Kristjánsson, Heiðrún Eiríksdóttir og Íris Mýrdal Kristinsdóttir. (2011). *Laxa- og urriðaseiði í Fitjaá og Andakílsá*. Námsverkefni í Vatnalíffræði við Háskóla Íslands og Ferskvatnsvistfræði við Landbúnaðarháskóla Íslands. 15 bls.

Anderson, L.E. (1954). Hoyer's solution as a rapid permanent mounting medium for bryophytes. *The Bryologist* 57:242–243.

Bagenal T.B. and F.W. Tesch. (1978). *Age and growth*. bls 101-136. Í: IBP handbook No. 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water, T. Bagenal (ritstj.) Blackwell Sci. Publ., Oxford 365 bls.

Cranston, P.S. (1982). *A key to the larvae of the British Orthocladinae (Chironomidae)*. Scientific publication No. 45. Freshwater Biological Association, Windermere Laboratory, Cumbria, England. 152 bls.

Danehy, R.J., R.E. Bilby, T.E. Justice, G.T. Lester, J.E. Jones, S.S. Haddadi og G.D. Merritt. (2021). Aquatic Biological Diversity Responses to Flood Disturbance and Forest Management in Small, Forrested Watersheds. *Water* 2021, 13, 2793. <https://doi.org/10.3390/w13192793>.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Sigurður Reynir Gíslason, Árni Snorrason, Jórunn Harðardóttir, Svava Björk Þorlákssdóttir, Kristjana G. Eyþórsdóttir. (2011). *Efnasamsetning, rennsli og aurburður straumvatna á Vesturlandi V*. Gagnagrunnur Jarðvísindastofnunar og Veðurstofunnar. Raunvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, RH-06-2011, 46 bls.

Eydís Salome Eiríksdóttir, Sunna Björk Ragnarsdóttir, Gerður Stefánsdóttir, Agnes-Katharina Kreiling, Fjóla Rut Svavarsdóttir, Jón S. Ólafsson, Svava Björk Þorlákssdóttir. (2020). *Vistfræðileg viðmið við ástandsflokkun straum- og stöðuvatna á Íslandi*. Skýrsla til Umhverfisstofnunar, VÍ 2020-009/HV 2020-42/NÍ-20010. 109 bls.

Friðþjófur Árnason, Þórólfur Antonsson og Sigurður Már Einarsson. (2005). *Evaluation of single-pass electric fishing to detect changes in population size of Atlantic salmon (Salmo salar L.) juveniles*. *Icel. Agric. Sci.* 18, 67-73.

Guðmunda Þórðardóttir og Guðni Guðbergsson. (2021). *Lax- og silungsveiðin 2020*. Haf- og vatnarannsóknir. HV 2021-35. 40 bls.

Hafrannsóknastofnun. (2020). Minnisblað til Orkuveitu Reykjavíkur – Árbæjarstífla og framtíðin. <https://www.hafogvatn.is/static/files/2020-frettir/arbaejarstifla-og-framtidin.pdf> sótt á vef Hafrannsóknastofnunar 28.04. 2022.

- Heiðrún Svala Aronsdóttir. (2022). *Framvinda þörunga og blábaktería í Andakílsá eftir aurflóð*. 10 eininga BS-ritgerð við Landbúnaðarháskóla Íslands. 17 bls.
- Jón S. Ólafsson, Guðrún Lárusdóttir og Gísli Már Gíslason. (1998). *Botndýralíf í Elliðaánum*. Fjölrit Líffræðistofnunar Háskólans nr. 41. 51 bls.f
- Kristín Alísa Eiríksdóttir, Ásta Kristín Davíðsdóttir og Sölvi Rúnar Vignisson. (2011). *Hryggleysingjar í straumvötnum í Skorradal: Fitjaá og Andakílsá*. Námsverkefni í Vatnalíffræði við Háskóla Íslands og Ferskvatnsvistfræði við Landbúnaðarháskóla Íslands. 13 bls.
- Lagler K.F. (1978). *Capture, Sampling and Examination of Fishes*. Í: IBP handbook No. 3. Methods for Assessment of Fish Production in Fresh Water, T. Bagenal (ritstj.) Blackwell Sci. Publ., Oxford 365 bls.
- Lamberti, G.A., Gregory, S.V., Ashkenas, L.R., Wildman, R.C. og Moore, K.M.S. (1991). Stream Ecosystem Recovery Following a Catastrophic Debris Flow. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 48: 196-208.
- Lorenzen, C.J. (1967). Determination of chlorophyll in pheopigments: spectrophotometric equations. *Limnol. Oceanogr.* 12, 343–346.
- Schmid, P.E. (1993). A key to the larval Chironomidae and their instars from Austrian Danube region, streams and rivers with particular reference to a numerical taxonomic approach. Part I, Diamesinae, Prodiamesinae and Orthocladiinae. *Wasser und Abwasser*, suppl. 3/93. Federal Institute for water quality in Wien – Kaisermühlen. 514 bls.
- Sigurður Már Einarsson og Halla Kjartansdóttir. (2008). *Áhrif heitavatnsflóðs á lífríki Hrafnagilslækjar í Andakíl*. Veiðimálastofnun Skilagrein VMST-G. 9 bls.
- Sigurður Már Einarsson og Ásta Kristín Guðmundsdóttir 2014. *Búsvæði og þéttleiki fiska í Fitjaá í Skorradal*. Veiðimálastofnun. VMST-14048. 11 bls.
- Steinman, A., Lamberti, G.A. og Leavitt, P.R. 2006. Biomass and pigments of benthic algae. Í: *Methods in stream ecology*, 2. útgáfa, ritstj.: Hauer F.R. og Lamberti G.A. Academic Press, bls. 357–379.
- Veðurstofa Íslands 2022. Vefur Veðurstofu Íslands sjálfvirk mælistöð við Engjanes, V502. <http://vmkerfi.vedur.is/vatn/vdv.php/historical/294>. Gögn sótt 28. apríl 2022.
- Wiederholm T. (ritstj.) (1983). Chironomidae of the Holarctic region. Keys and diagnoses. Part 1 – Larvae. Ent. Scand. Suppl. 19: 1–457.
- Wintermans, J.F.G.M. og A. De Mots 1965. Spectrophotometric characteristic of chlorophylls a and b and their pheophytins in ethanol. *Biochimica et Biophysica Acta* 109, 448–453.

Viðaukar

Viðauki 1 – niðurstöður fyrir fjölbreytni og þéttleika botnlægra hryggleysingja

Fjölbreytni hryggleysingja og rykmýs í Andakílsá 2017–2020 á efri og neðri stöð. Sýndur er heildarfjöldi tegunda/hópa eða ættkvísla (skyggðu dálkarnir), auk þess eru sýnd meðaltöl ásamt lágmarks- og hámarksgildum fyrir hvert sýni sem tekið var af botni fyrir hverja dagsetningu.

TX	ALLIR BOTNLÆGIR HRYGGLEYSINGJAR				ALLIR BOTNLÆGIR HRYGGLEYSINGJAR			
	Efri stöð				Neðri stöð			
	Heildarfj./stöð	Meðalt./sýni	Lágm./sýni	Hám./sýni	Heildarfj./stöð	Meðalt./sýni	Lágm./sýni	Hám./sýni
22-05-17					17	7	2	10
31-07-17	22	10	5	14	20	9	4	15
10-10-17	20	7	3	15	18	7	4	10
18-07-18	18	12	9	15	22	5	0	15
10-10-18	27	15	11	17	23	14	13	15
08-10-19	29	14	9	17				
09-10-20	34	20	16	24				

	RYKMÝ				RYKMÝ			
	Efri stöð				Neðri stöð			
	Heildarfj./stöð	Meðalt./sýni	Lágm./sýni	Hám./sýni	Heildarfj./stöð	Meðalt./sýni	Lágm./sýni	Hám./sýni
22-05-17					12	5	2	7
31-07-17	14	5	2	9	11	3	0	9
10-10-17	11	4	0	9	11	4	1	6
18-07-18	7	4	3	6	11	2	0	7
10-10-18	16	8	6	9	14	8	6	9
08-10-19	17	8	6	9				
09-10-20	17	9	8	10				

Þéttleiki hryggleysingja (fjöldi/m²) í Andakílsá 2017–2020 á efri og neðri stöð. Sýnd eru meðaltalsgildi (feitletuð og skyggðir dálkar) auk staðalfrávika, lágmarks- og hámarksgilda fyrir hverja sýnatöku og hverja stöð. Dálkarnir lengst til vinstri í hvorri töflu sýna fjölda sýna að baki hverju meðaltali.

Viðauki 2 – Setþykktarmælingar 7. júní 2017

Minnisblað um ferð í Andakílsá 7/6/2017: Setþykktarmælingar. Eydís Salome Eiríksdóttir og Ásta Kristín Guðmundsdóttir.

Tilgangur ferðarinnar var að meta breytingar á seti á botni Andakílsár sem skolaðist úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar þegar hleypt var úr lóninu um miðjan maí 2017. Áður hafði set verið mælt þann 22. maí 2017 og 1. Júní 2017.

Rennsli Andakílsár var minnkað niður í um $3 \text{ m}^3/\text{s}$ á meðan mælingum stóð þann 7. júní sl.

Aðferð:

Breidd árinna var mæld með fjarlægðarmæli (range finder). Þykkt setsins var metið með því að stinga oddhvassri stöng í setið og mælt hve mikið af stönginni komst ofan í setið. Fremur auðvelt var að meta hvenær stöngin var komin í botn þar sem gamli botninn var grófari en nýja setið sem nú hylur stóran hluta botnsins. Mælt var á metersfresti eins og hægt var. Ef dýpi/straumur var of mikill var sá hluti farvegarins metinn sérstaklega, sjónrænt eins og hægt var.



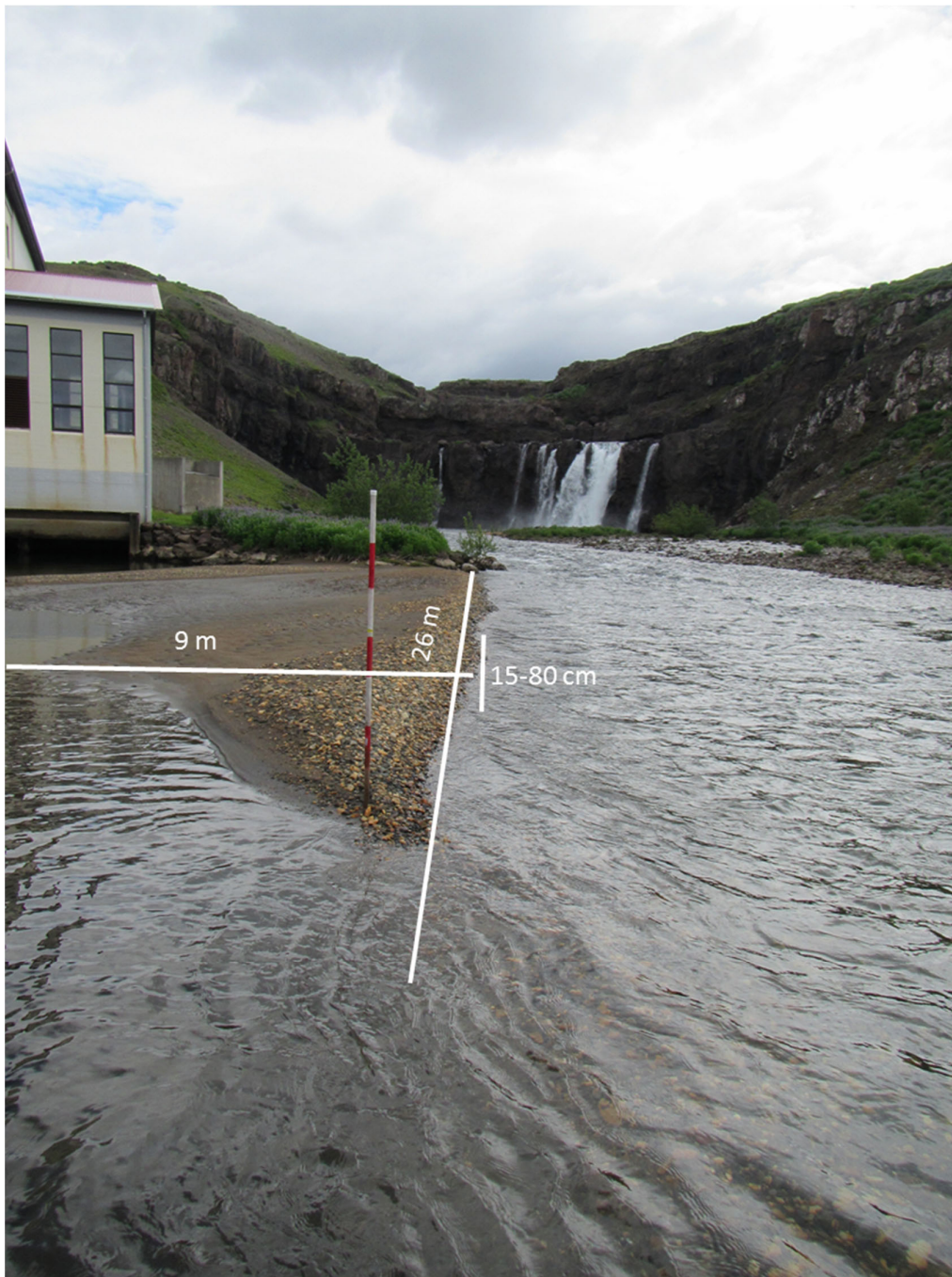


Farvegur Andakílsá við virkjun:

Skoðun sýndi að farvegurinn við virkjunina hefur hreinsað sig að miklu leyti. Sjá mátti fremur stórgrýttan botn þar sem þörungar og gróður óx á steinum en fingerðari líparítmöl liggur dreift á milli. Ekki var tekið snið á þessum stað.

Áin hefur rutt upp áreyrum með nýju efni, möl og sandi, rétt neðan við virkjunina. Eyrin var þríhyrnd í laginu mældist vera 26 m löng, mest 9 m breið og 15-80 cm há.

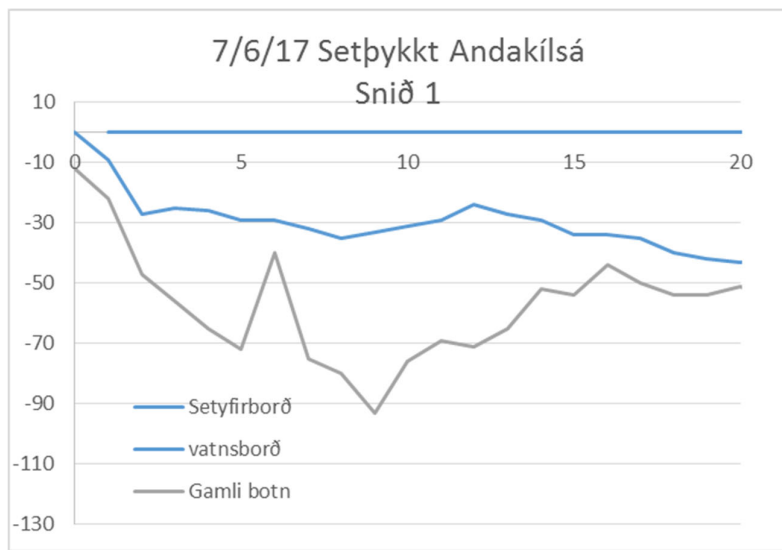




Farvegur Andakílsá við þversnið 1 (64,53857°N 21,69675°W)

Sniðið er um 130 metra neðan við fossana og um 100 m neðan við þann hluta farvegarins sem lýst var hér áðan. Nýtt set liggur yfir öllum farveginum, möl og sandur. Mölin 2-4 cm og sandurinn meðalgrófur til grófur.

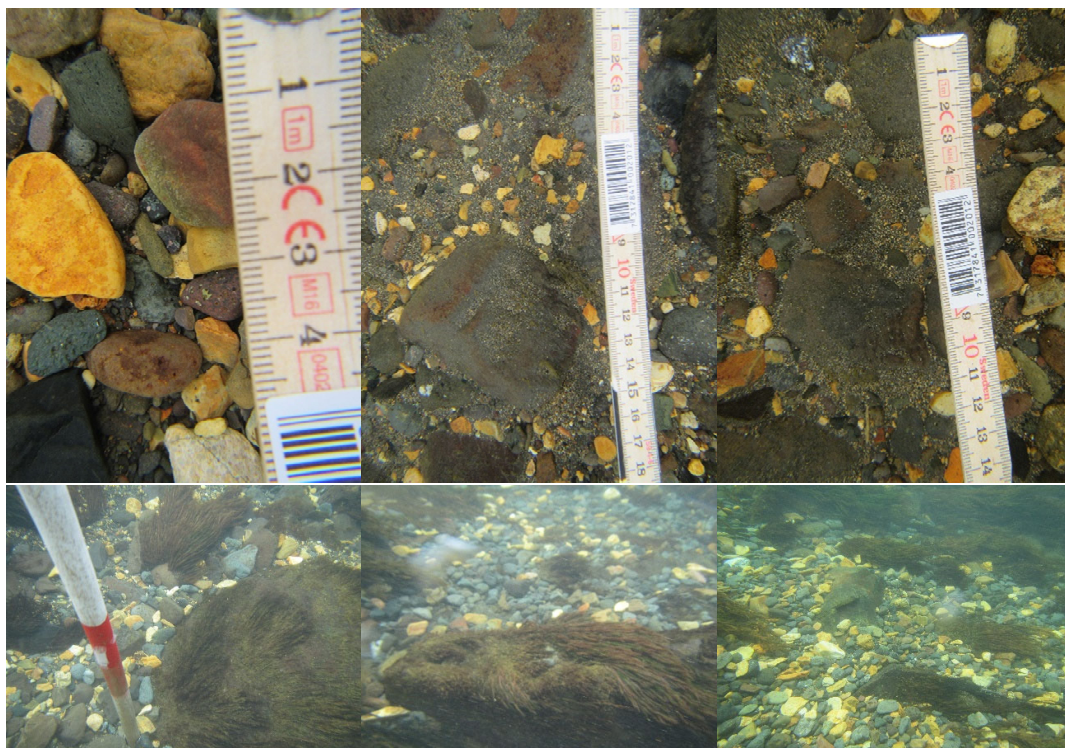
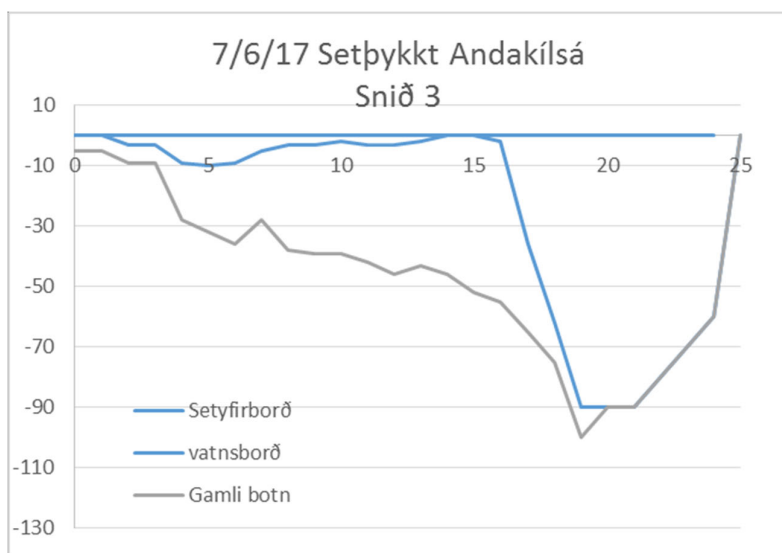
Setmagnið frá Andakílsárfossum að stöð 1 var 872 m³ þann 7/6/17 en var 1280 m³ þann 22/5/17. Minnkunin nemur 32%.



Farvegur Andakílsá við þversnið 3 (64,53857°N 21,69675°W)

Sniðið er um 150 m neðan við snið 1. Breidd farvegar 25 m. Kornastærðin á sniði 3 var minni en á sniði 1. Mölin var fingerð og þétt en einnig var sandur í sniðinu. Við syðri bakka var áin í streng og hafði hreinsað nýja setið í burtu. Gamli farvegurinn sjáanlegur en ekki hægt að mæla hann alveg sökum mikils dýpis og straumhraða.

Magn nýja setsins frá fossum að sniði 3 mældist 1750 m³ þann 7/6/2017 en var 2830 m³ þann 22/5/2017. Það er um 38% minnkun á seti.



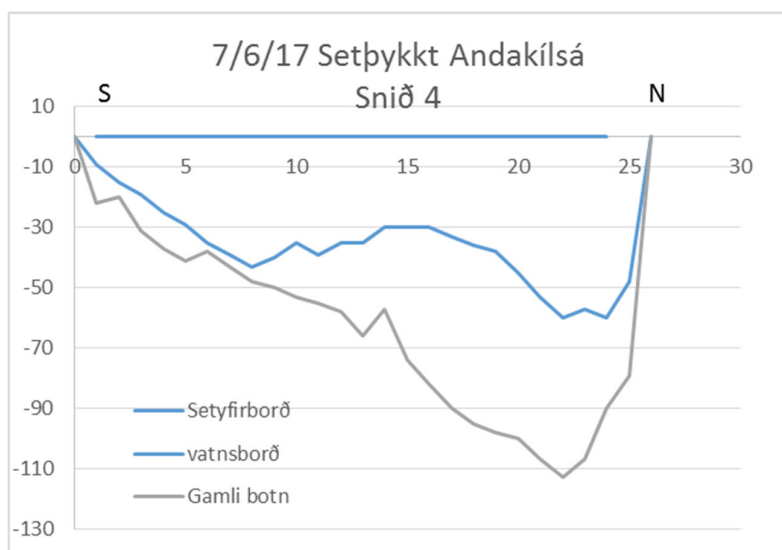
Frekari athuganir frá 7/6/17 neðan við snið 4, ofan við vatnsleiðslu sem liggur yfir Andakílsá

3.a	64,53883°N 21,69975°V	Ný möl á botni 2-4 cm. Fíngerðari en ofar. Farið að glitta í eldri botn. Laus möl undir fótum
3.b	64,53901°N 21,70012°V	Meira ber á smárri möl, gamall botn. 10 m neðar ber á gróðri. Dýpi eykst.
3.c	64,53914°N 21,70097°V	Brot byrjar. Gamall botn, smágrýti. Örlítil ný möl inn á milli.
3.d	64,53887°N 21,70171°V	Nýtt set í bland við gamlan botn. Fín möl á grynningum. Dýpi farvegar eykst til suðurs og þar er eldri botn meira áberandi.
3.e	64,53889°N 21,70243°V	Mikið nýlegt bakkarof til suðurs. Hár bakki, 3-4 m. Leiðslur hanga niður (vatnsleiðslur?). Neðan móhellunar minnkar straumurinn v. meira dýpis og set hefur sest til. Miskorna, silt til möl. Mjög laust undir fæti sérstaklega hlémegin við norðurbakka árinna.  móhellan
3.f	64,54161°N 21,70549°V	5-10 cm setþykkt. Helmingur farvegar fínt set (sandur) og helmingur farvegar eldri botn. Örlítið meiri halli á farvegi en á 3.a til 3.e.
3.g	64,54193°N 21,70574°V	Breidd farv. 29 m. 6 m af farvegi gamall botn, 5 m ~ 22 cm fínn sandur á hreyfingu og gamall botn inn á milli. Rest af farvegi lygna með finu seti (silt) og móhella undir
3.h	64,5208°N 21,70639°V	Snið frá S til N. Á veiðistað. Mjög þykkt sandlag í dýpsta hluta hylsins. Stöngin (1,5 m löng) náði ekki til að mæla þykktina (sjá mynd.



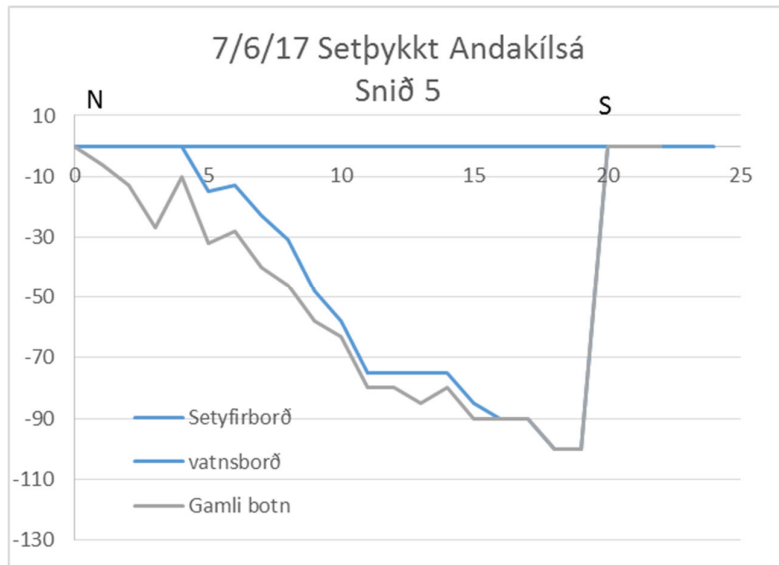
Farvegur Andakílsá við þversnið 4 (64,54240°N 21,70780°W)

Snið tekið ofan við brot í ánni (rafveiðistöð nr. 2). Syðri hluti farvegarins er mun grynri en nyrðri hluti hans en nyrðri hlutinn mun hafa verið góður veiðistaður. Þar er setþykktin nú víða mjög mikil eins og sést á skematísku myndinni hér að neðan. Meðalþykkt nýja setsins var 28 cm, allt frá 9 cm í 60 cm. Setmagnið frá Andakílsá að sniði 4 var um 6900 m³. Þann 22/5/17 var ekki hægt að mæla sniðið nákæmlega vegna þess hve mikið rennslið var og hve erfitt var að fóta sig í þeirri fingerðu drullu sem var á botninum. Setið er fremur gróft við syðri bakkann en mest ber nú á sandi í nyrðri hluta sniðsins.



Farvegur Andakílsá við þversnið 5 (64,54259°N 21,71039°W)

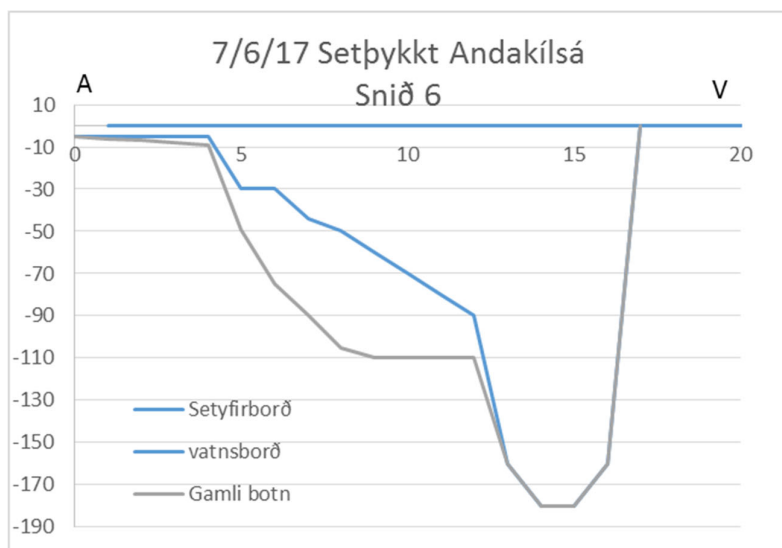
Þversnið 5 var mælt í fyrsta sinn þann 7/6/17. Þar var þunnt lag af nýju fíngerðu seti (meðaltal 7 cm) og áin rann á gömlum botni á dýpsta hluta (syðri hluta) farvegarins. Gamli farvegurinn vel greinanlegur, sérstaklega S megin þar sem áin hefur hreinsað hann alveg.



Farvegur Andakílsá við þversnið 6 (64,54259°N 21,71039°W)

Gerð var tilraun til að mæla snið í hyl ofan við rafveiðistað nr. 3. Þar var lítið set austast í farveginum en mikið af fínu seti á um helmingi farvegarins, fyrir miðju. Vestast í farveginum var áin búin að hreinsa botninn af fínu seti og dýpi var víðast það mikið að ekki sást til botns. Dýpi í vestari hlutanum er ágiskun þar sem ekki var hægt að mæla það með þeim aðferðum sem notaðar voru. Á vestari bakkanum, undir vatni, var móhella sem nýtist sennilega sem skjól fyrir fisk.

Setið er mjög fíngert á þessum stað, algjör drulla. Ekki sandur, bara silt og leir.



Móhellan á vestari bakka

fíngert efni á sniði 6.

Samantekt

Í heildina litið hefur áin greinilega verið að hreinsa sig síðan aurinn streymdi úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar niður í farveg Andakílsár neðan virkjunar.

Efsti hluti farvegarins er að mestu orðinn hreinn ef undan eru skilin svæði með nýjum áreyrum sem eru mestmegnis möl (3-5 cm) en einnig fínna efni. Miklar breytingar eru þó á stuttum hluta árinna þar sem möl þekur farvegin um 100 m neðan við virkjun. Sandur einnig sjáanlegur en ekki áberandi. Farvegurinn hulin með nær jafnþykku setlagi, möl mest áberandi. Eftir því sem neðar dregur í farveginum verður mölin fíngerðari og um 700 m neðan við Andakílsárfossa er sandur ríkjandi. Þar er mjög mikið af honum og hann fyllir veiðistað nr. 4. Neðan við hann er annar veiðistaður þar sem áin hefur hreinsað að mestu leiti (snið 5) og er setið þar fínkornóttara en á ofar, fínsandur og silt. Um 1,5 km neðan við fossa er kornastærðin enn fínna, silt og leir og í miklu magni á hluta farvegarins en hluti farvegarins er orðinn hreinn (rofmegin í bugðunni).

Á þessum hluta farvegarins (efstu 1,5 km) eru víða kaflar þar sem gamli botninn er mest áberandi og þörungur og gróður farið að koma upp úr setinu. Þar sem hallinn er eilítið meiri (brot) er gamli botninn alveg hreinn.

Viðauki 3 – setmælingar 14. júní 2017.

Minnisblað um ferð í Andakílsá 14. júní 2017: Setþykktarmælingar. Eydís Salome Eiríksdóttir og Jón S. Ólafsson.

Minnisblað um ferð í Andakílsá 14/6/2017: Setþykktarmælingar

Eydís Salome Eiríksdóttir og Jón S. Ólafsson

Tilgangur ferðarinnar var að meta breytingar á seti á botni Andakílsár sem skolaðist úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar þegar hleypt var úr lóninu um miðjan maí 2017. Áður hafði set verið mælt þann 22. maí 2017, 1. Júní 2017 og 6. júní sl.

Rennsli Andakílsár var minnkað niður í um $3 \text{ m}^3/\text{s}$ á meðan mælingum stóð þann 14. júní sl.

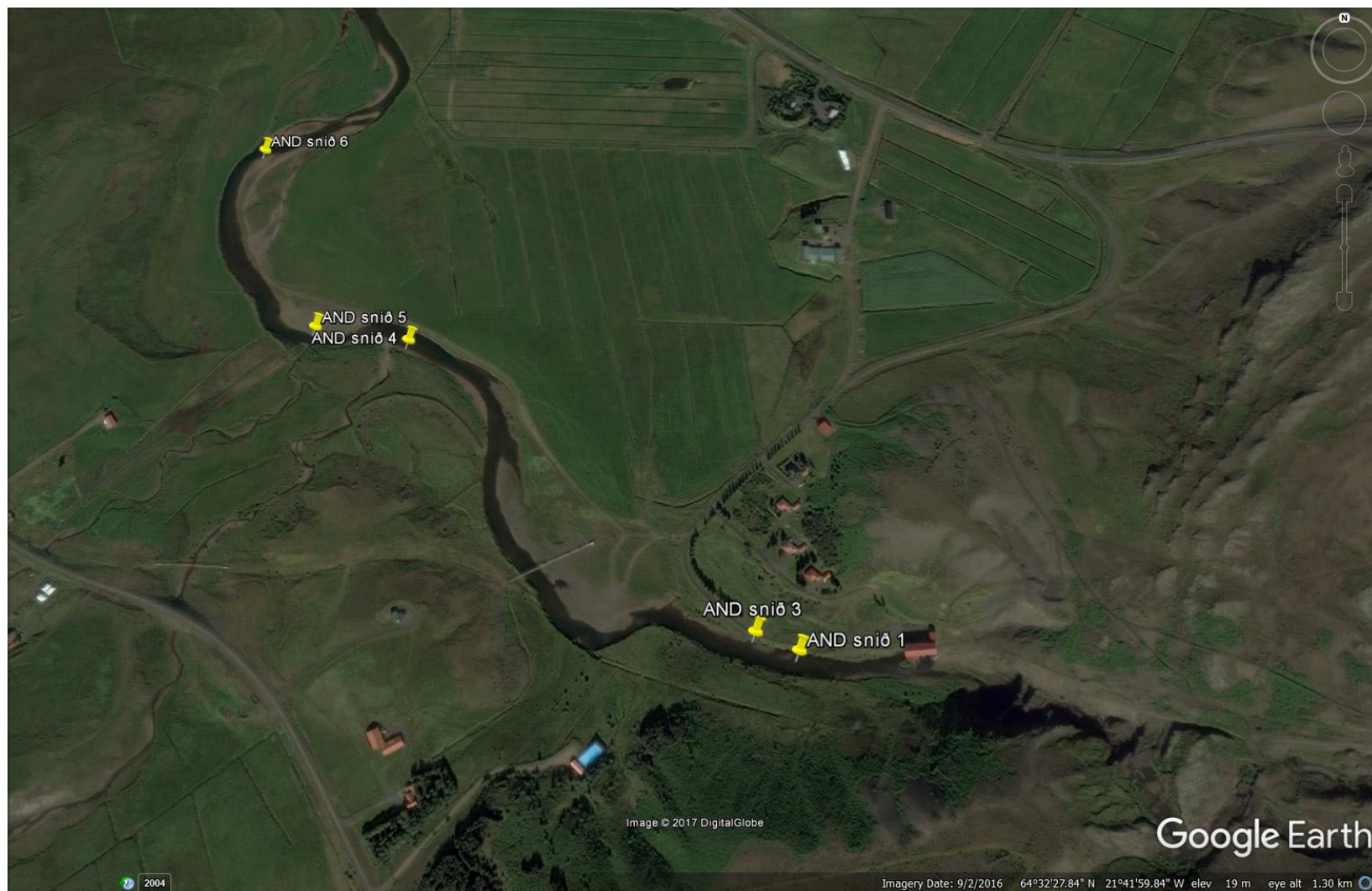
Aðferð:

Breidd árinna var mæld með fjarlægðarmæli (range finder). Þykkt setsins var metið með því að stinga oddhvössri stöng í setið og mæla hve mikið af stönginni komst ofan í setið. Fremur auðvelt var að meta hvenær stöngin var komin í botn þar sem gamli botninn var grófari en nýja setið sem nú hylur stóran hluta botnsins. Mælt var á metersfresti eins og hægt var. Ef dýpi/straumur var of mikill var sá hluti farvegarins metinn sérstaklega, sjónrænt eins og hægt var.

15.6.2017



15.6.2017



Farvegur Andakílsá við virkjun:

Farvegurinn er svipaður og hann var þann 6. júní sl. Gamall botn með þörungum og mosa áberandi þar sem straumur er mestur. Áreyri úr möl og sandi sem ruðst hefur upp neðan við virkjun er óbreytt frá því síðast.

Eyrin var þríhyrnd í laginu mældist vera 26 m löng, mest 9 m breið og 15-80 cm há.



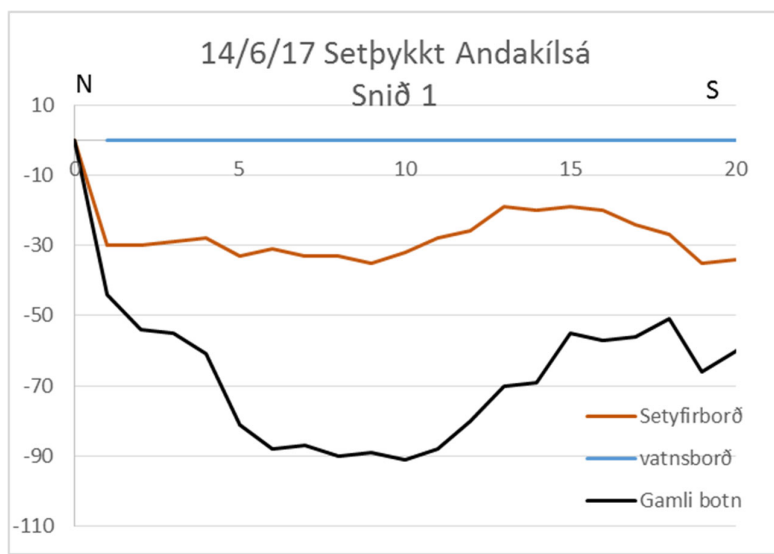
Áin virðist búin að hreinsa lengra frá fossi heldur en hún var búin að í síðustu mælingu. Komið heilmikið dýpi í kring um stórgrýti sem er í ánni á móts við þar sem örin bendir á myndinni hér að ofan. Litlu neðar er snið 1, og þar er farvegurinn hulinn möl.

Farvegur Andakílsá við þversnið 1 (64,53857°N 21,69675°W)

Sniðið er um 130 metra neðan við fossana og um 100 m neðan við þann hluta farvegarins sem lýst var hér fyrir ofan. Nýtt set liggur yfir öllum farveginum, möl og sandur. Mölin 2-4 cm og sandurinn meðalgrófur til grófur.

Setmagnið frá Andakílsárfossum að stöð 1 var 1200 m³ þann 14/6/17 en var 1280 m³ þann 22/5/17 og um 870 m³ þann 7/6 sl.

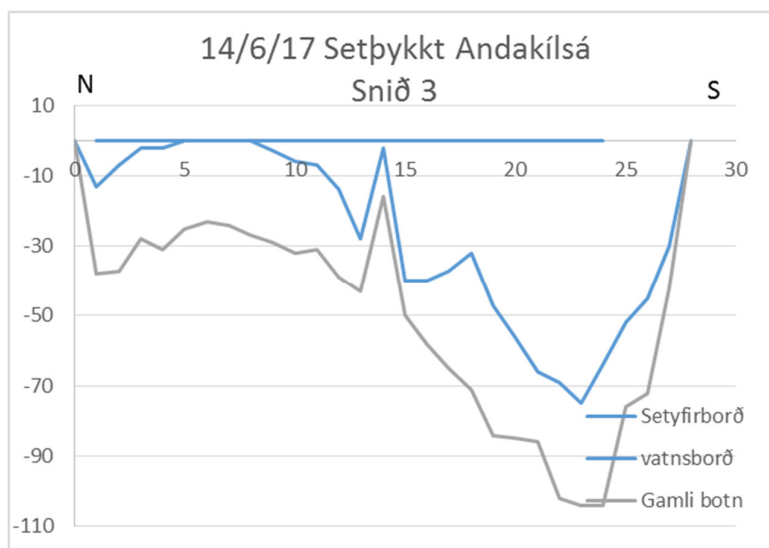
Aukningin getur verið vegna a) aukinni hreinsun ofar í farveginum sem leggst við snið 1, eða b) þann 7/6 lenti mælingin á klöpp (sjá skematíska mynd með minnisblaði um sniðmælingar 7/6 2017).



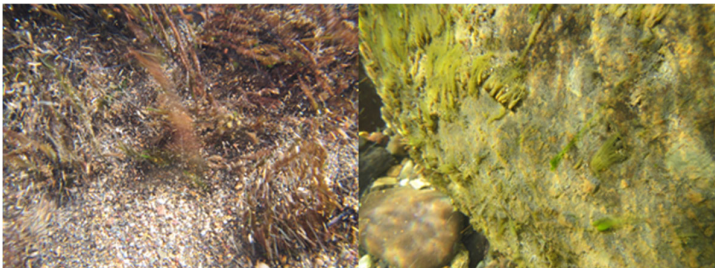
Farvegur Andakílsá við þversnið 3 (64,53857°N 21,69675°W)

Sniðið er um 150 m neðan við snið 1. Breidd farvegar 25 m. Kornastærðin á sniði 3 var minni en á sniði 1. Mölin var fíngerð og þétt en einnig var sandur í sniðinu. Við syðri bakka var áin í streng þar var grófari möl. Þar var einnig mosi að koma upp en sást ekki mikið í gamla botninn, einn og einn kollur á gömlum steini, sbr myndir.

Magn nýja setsins frá fossum að sniði 3 mældist 1893 m³ þann 14/6/2017 en var 2830 m³ þann 22/5/2017. Það er um 33% minnkun á seti.



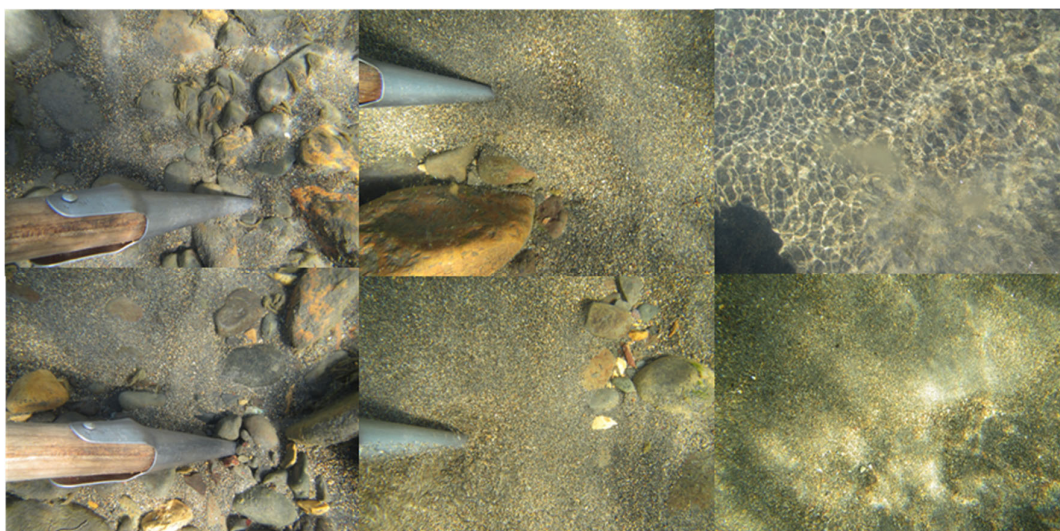
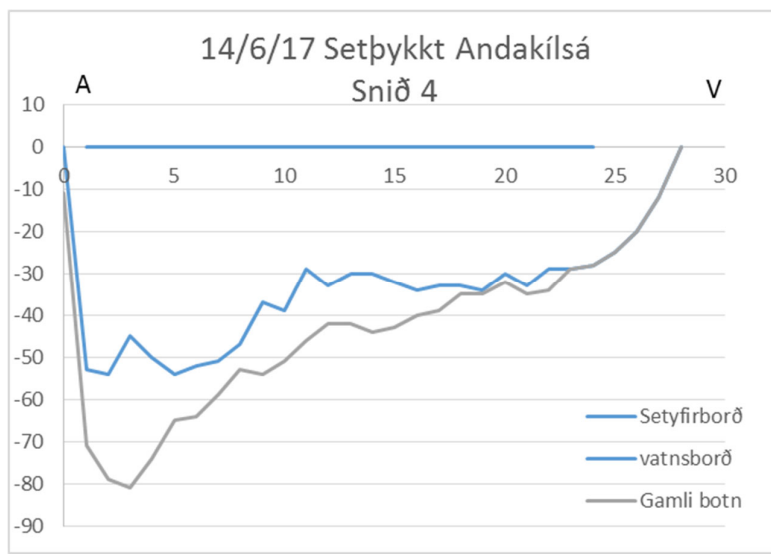
Frekari athuganir frá 14/6/17 neðan við snið 3, ofan við vatnsleiðslu sem liggur yfir Andakílsá

	10-20 m neðan við snið 3 eru grynningar og gamall botn að koma upp. Þörungar að vaxa á gömlu steinunum.
64,53895°N 21,70001°V	Gamall botn áberandi, hnefastórir, ávalir steinar og nýjar steinvölur á milli. Gamlir steinar þörungavaxnir 
64,53902°N 21,70041°V	Stórir steinar komnir uppúr, 20 cm í þvermál, gamall og nýr botn í bland. Þörungar á gömlum steinum 
64,53910°N 21,70082°V	Við brot. Gamall botn með þörungum og mosa. Brotið alveg laust við nýjan botn.
64,53887N 21,70246°V	Móhellan orðin meira áberandi en áður, meira hefur hreinsast af henni. Sandur safnast saman neðan móhellu. Þörungar að vaxa á móhellu.
64,53933°N 21,70320°V	Sandur á botni neðan móhellu
64,54135°N 21,70504°V	Neðan við vatnspípu og ofan við lygnu á veiðistað 4. Gamall botn áberandi, smá líparít mól á milli steina. Töluverður sandur, lítil mól. Þörungar. 

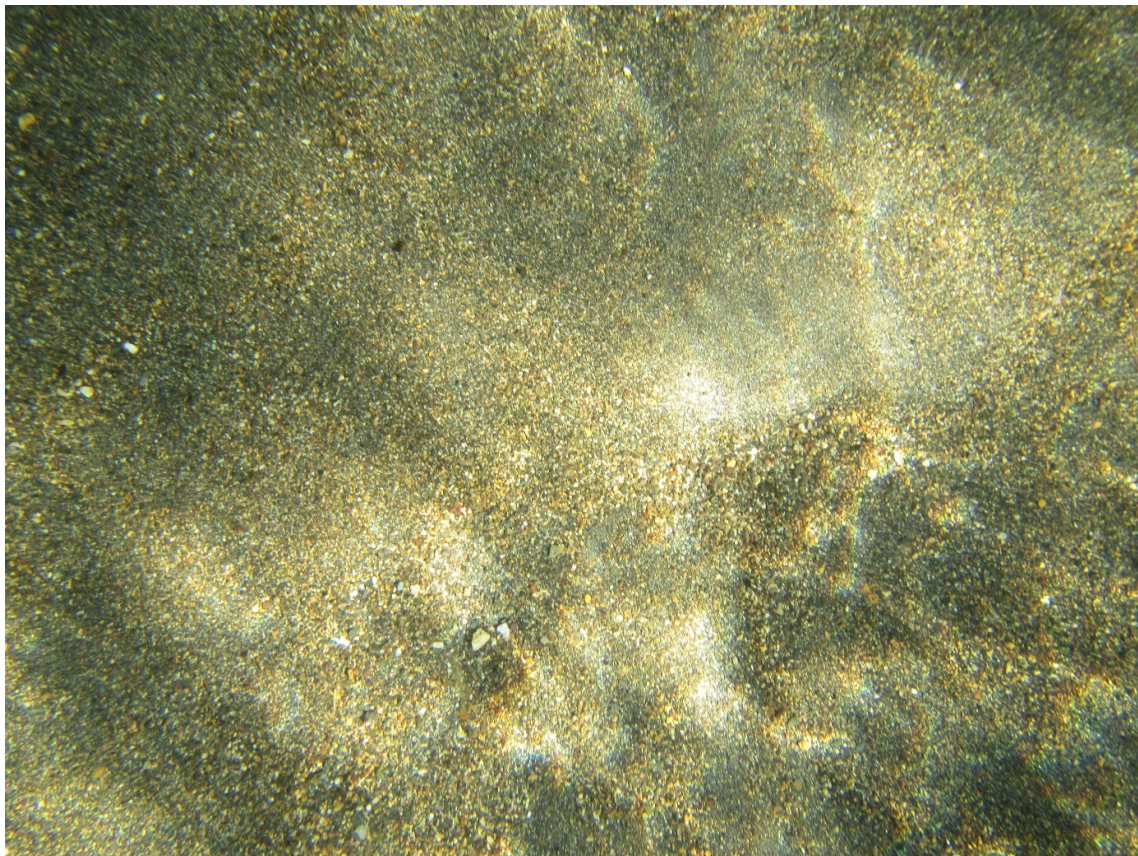
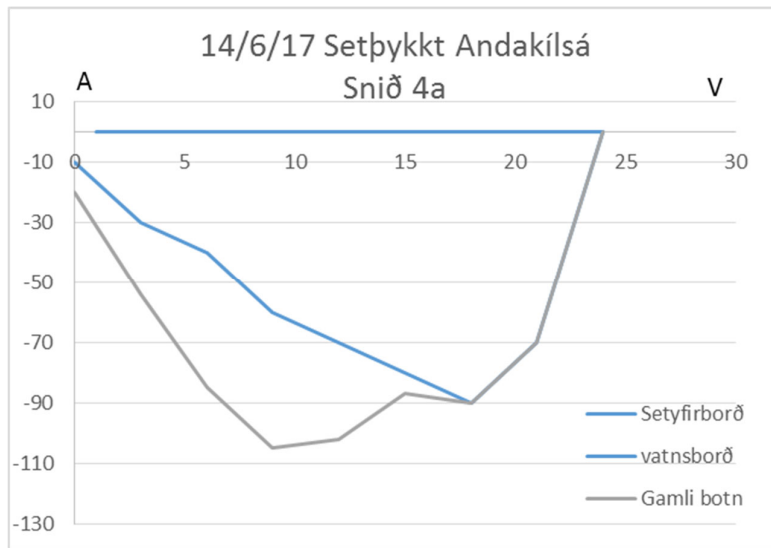
64,54229°N 21,70632°V	Við veiðistað 4 sem var fullt af sandi þann 7/6. Enn mikill sandur en hefur rofist töluvert. Ofan við staðinn er móbella sem stjórnar dýpi/rofi. Dýpi sets ekki mælt.
--------------------------	---

Farvegur Andakílsá við þversnið 4 (64,54240°N 21,70780°W)

Snið tekið ofan við brot í ánni (rafveiðistöð nr. 2). Hér hafa orðið miklar breytingar og setþykktin mun minni en 7/6. Meðalsetþykkt á sniðinu er 9 cm (frá 0-36 cm) en var 28 cm (frá 9 til 60 cm). Sniðið er rétt fyrir ofan brotið og þar hefur greinilega verið mikill sandburður. Setmagnið frá Andakílsá að sniði 4 var um 3700 m³. Þann 22/5/17 var ekki hægt að mæla sniðið nákæmlega vegna þess hve mikið rennslið var og hve erfitt var að fóta sig í þeirri fíngerðu drullu sem var á botninum, en þann 7/6 var magnið um 7000 m³. Mest ber á sandi eins og þann 7/6.



Um 10 m ofan við snið 4 (64,54265°N 21,70754°W) er þykkara set en við snið 4. Þar er straumurinn aðeins hægari og rofið ekki eins hratt.



Sandbotn eins og er ríkjandi á sniði 4 og á lygnunni þar fyrir ofan (veiðistaður 4).

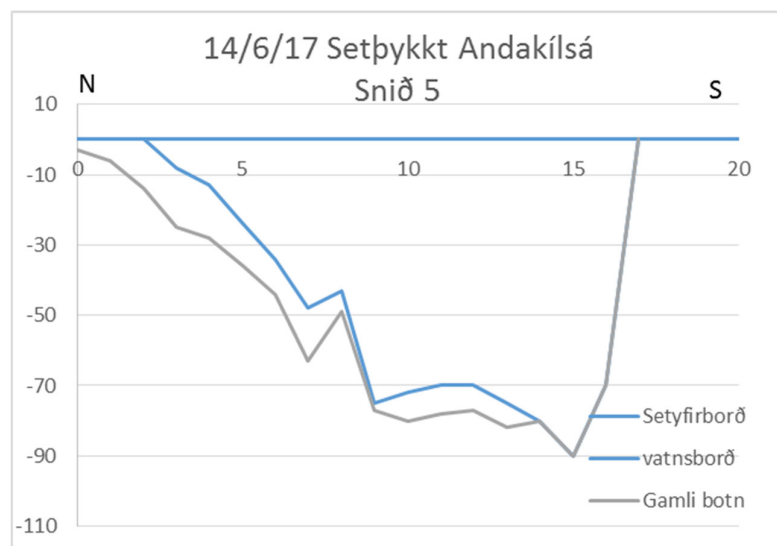
Farvegur Andakílsá við þversnið 5 (64,54259°N 21,71039°W)

Óbreytt ástand m.v. 7/6 sl. Þessi lýsing er síðan þá og á enn við:

„Þversnið 5 var mælt í fyrsta sinn þann 7/6/17. Þar var þunnt lag af nýju fíngerðu seti (meðaltal 7 cm) og áin rann á gömlum botni á dýpsta hluta (syðri hluta) farvegarins. Gamli farvegurinn vel greinanlegur, sérstaklega S megin þar sem áin hefur hreinsað hann alveg.“ Þess má geta að þetta fíngerða set er algjör drulla (silt og leir) og vel samlímt.

Heldur er þó minnkun á seti á botninum þrátt fyrir að meðalþykkt sé sú sama. Þann 7/6 var magnið frá sniði 4 að sniði 5 metið 214 m³ en nú var það metið 165 m³. Heildarmagn frá fossinum að sniði 5 var metið 3800 m³.

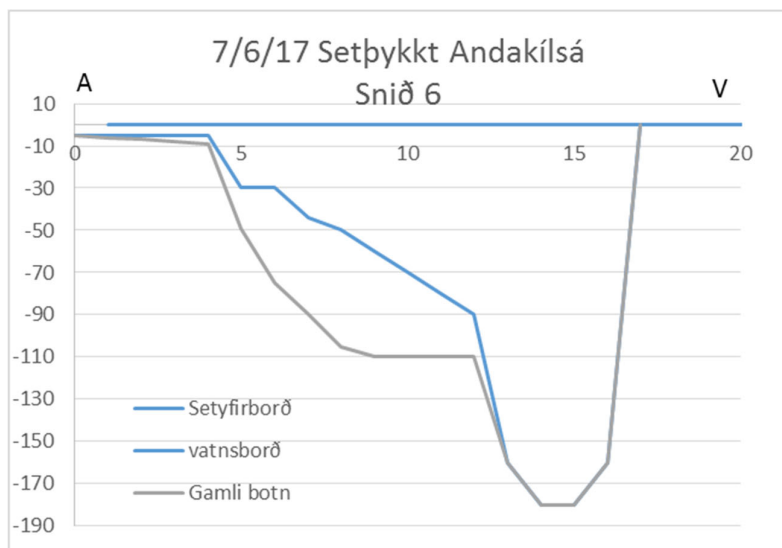
Batterið kláraðist af myndavélinni þ.a. engar ljósmyndir.



Nálægt sniði 5. Þessi drulla er dæmigerð fyrir snið 5 og 6.

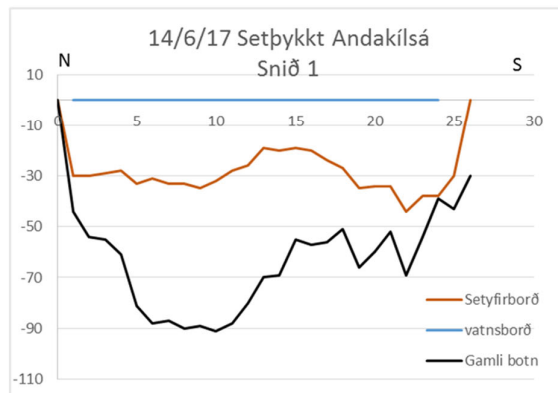
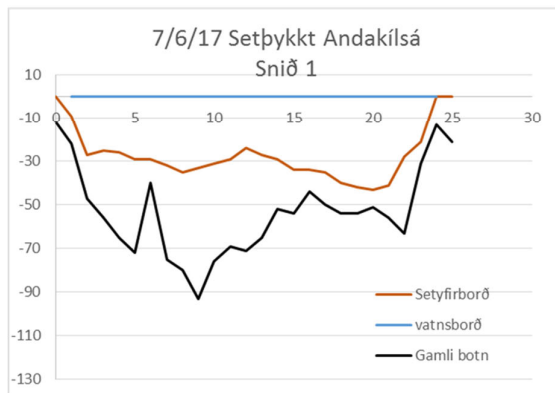
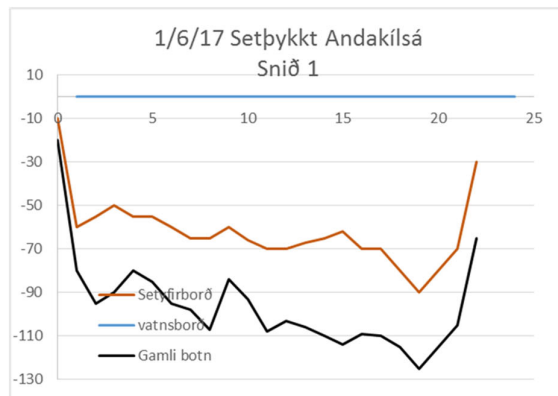
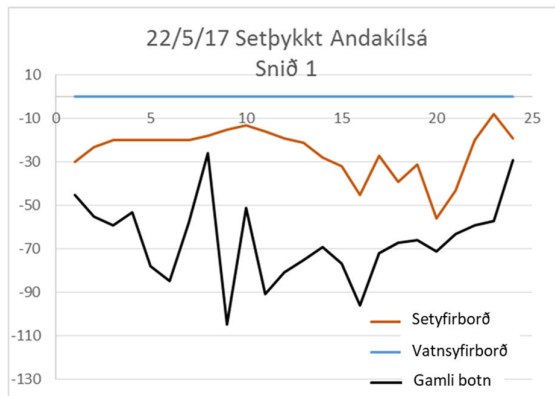
Farvegur Andakílsá við þversnið 6 (64,54259°N 21,71039°W)

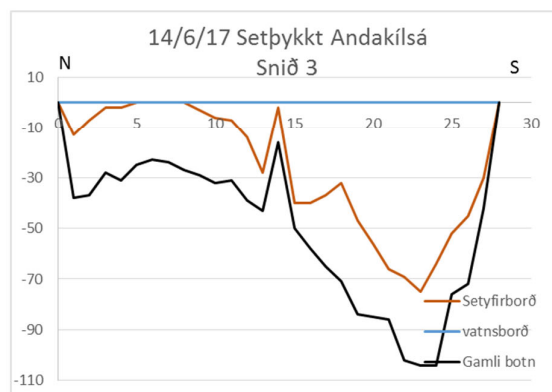
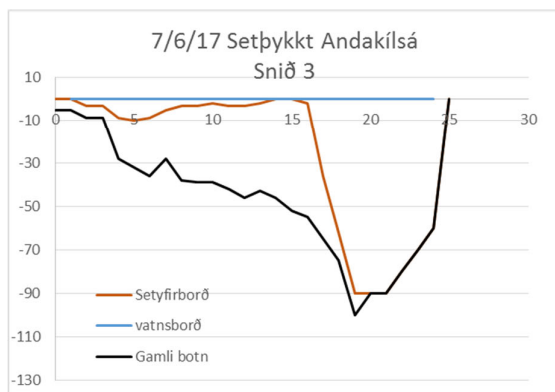
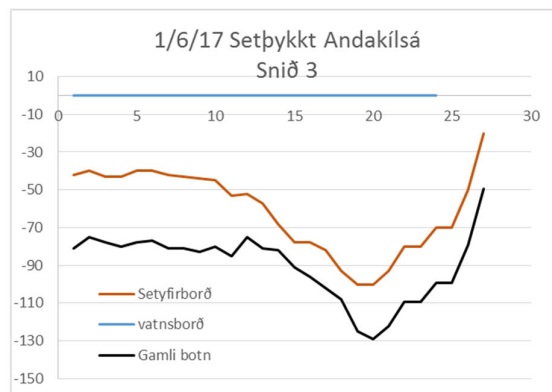
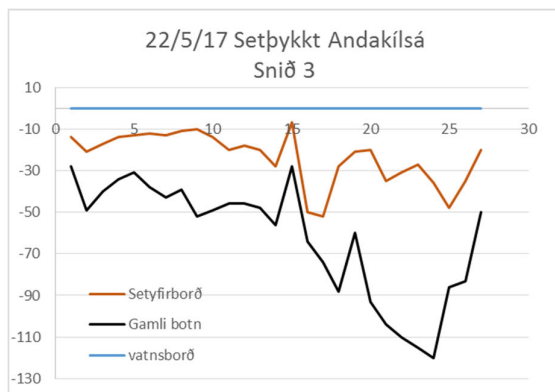
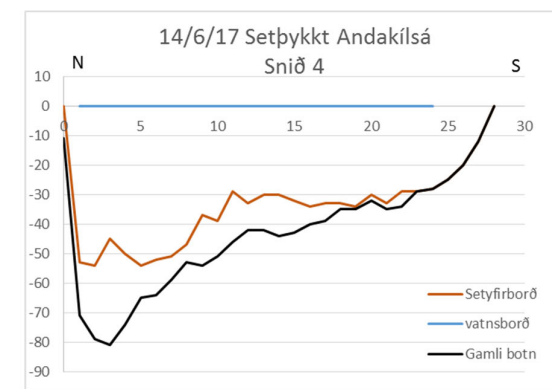
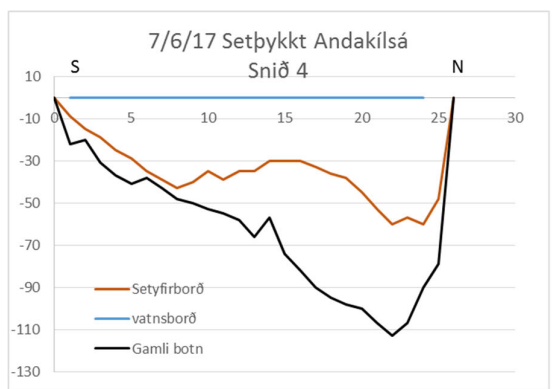
Vettvangskonnnun var gerð á þversniði 6 og var ástandið óbreytt síðan 7/6 sl. Þessi mynd frá því þá á vel við ástandið eins og það er í dag. Mjög fíngert set (silt og leir) situr í hluta farvegarins en áin hefur hreinsað dýpsta hlutann. Þar er hyldjúpt eins og síðast og sér sumstaðar ekki í botn. Þar sem sást í botn á dýpsta hlutanum sást í stóra ávala steina og svo brot sem líklega eru úr móhellunni sem er þarna.



Móhellan á vestari bakka 6/7/2017

Móhellan á vestari bakka 14/7/2017

Samanburður á sniðum með tíma.**SNIÐ 1:**

SNÍÐ 3**SNÍÐ 4**

Ath. Tekið frá suðri til norðurs þann 7/6/2017 en frá norðri til suðurs þann 14/6/2017.

Samantekt

Í heildina á litið hefur áin greinilega verið að hreinsa sig síðan aurinn streymdi úr inntakslóni Andakílsárvirkjunar niður í farveg Andakílsár neðan virkjunar.

Efstu ~90 m farvegarins er að mestu orðinn hreinn ef undan eru skilin svæði með nýjum áreyrum sem eru mestmegnis möl (3-5 cm) en einnig fínna efni. Miklar breytingar eru þó á stuttum hluta árinna þar sem möl þekur farveginn um 100 m neðan við virkjun. Sandur er þar einnig sjáanlegur en ekki áberandi. Farvegurinn hulin með nær jafnþykku setlagi, möl mest áberandi. Eftir því sem neðar dregur í farveginum verður mölin fíngerðari og um 700 m neðan við Andakílsárfossa er sandur ríkjandi. Þar er mikið af honum og hann fyllir veiðistað nr. 4. Þar hefur þó rofist töluvert af sandi frá því í síðustu viku. Mest hefur rofist neðst á þeirri lygnu, á sniði 4, rétt ofan við brot í ánni þar sem straumurinn er örlítið meiri en ofar á lygnunni. Setið á sniðum 5 og 6 er mun fíngerðara en á efri sniðum, silt og leir, en víða sést í gamla botninn, helst þar sem áin liggur rofmegin í bugðu. Á sniðum 5 og 6 hefur lítil/engin breyting orðið síðan í síðustu viku. Mesta breytingin í þessari viku var á sniði 4 þar sem sandurinn hefur rofist. Grófa efnið á efri sniðum hefur ekki hreyfst mikið.



HAFRANNSÓKNASTOFNUN

Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna