

Akvaplan-niva AS

Rådgivning og forskning

innen miljø og akvakultur

Org.nr: NO 937 375 158 MVA

www.akvaplan.niva.no

Norge – Island – Frankrike – Russland – Spania

Islands-kontoret (svaradresse)

Akralind 4

201 Kópavogur

Tlf: +354 564 5820

Kt. 700402 -7030

Deres ref; Vöktunarskýrsla Arnarlax hf.

Vár ref: 63695

Konsulent: Snorri Gunnarsson

Mobil: +354 862 7535

E-post: sgu@akvaplan.niva.no

Dato: Kópavogur 26.04 2022

Ársskýrsla vegna vöktunar 2021

Arnarlax hf.

Snorri Gunnarsson

26.04 2022

EFNISYFIRLIT

Inngangur.....	3
Ágrip af niðurstöðum.....	5
Rannsóknir á botndýralífi og botnseti	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Laugardalur, Tálknafirði: Arnarlax ASC- and C-survey Laugardalur 2021. Hans-Petter Mannvik og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 62334.01.	5
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Laugardalur, Tálknafirði: Arnarlax, B- survey local impact zone, Laugardalur, March 2021 (max biomass). Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 62334.B01.....	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Eyri, Patreksfirði: Arnarlax C-survey at Eyri, 2021 (fallow period). Kamila Sztybor and Arnþór Gústasson. Akvaplan-niva AS report 63202.01.....	6
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Eyri, Patreksfirði: Eyri, Arnarlax B-bottom survey (fallow peroid), May 2021 . Arnþór Gústavsson. Akvaplan-niva AS B report 63202.B01	7
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Tjaldanes, Arnarfirði: Arnarlax, C-survey at Tjaldanes (fallow period), June 2021. Kamila Sztybor og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 63266.01.	8
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Tjaldanes, Arnarfirði: Tjaldanes, Arnarlax B-bottom survey (fallow period), June 2021. Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS B report 63266.B01.....	9
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Steinanes, Arnarfirði: Arnarlax ASC- and C-survey Steinanes 2021. Kamila Sztybor og Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS report 63543.02.	9
Vöktunarskýrsla fyrir sjókvíaldissvæði Steinanes, Arnarfirði: Steinanes, Arnarlax ehf. B-bottom survey, October 2021 (maximum biomass survey). Snorri Gunnarsson. Akvaplan-niva AS rapport 63543.B01.....	10
Vöktun á súrefni í Arnarfirði: Súrefnismælingar Baulhús, Gíslasker og Haganes 2021.....	11
Sjósýnatökur niðurstöður.....	11
Mælingar á fosfór í botnseti	12
Heimildir	13

INNGANGUR

Í samræmi við kafla 5 gr. 5.1 í starfsleyfi ber rekstraraðila að vakta helstu umhverfisþætti í nágrenni kvíanna og meta álag á umhverfið sem starfsemin veldur. Niðurstöðum úr þessum athugunum er skilað inn til yfirvalda í sérstökum vöktunarskýrslum sem fjalla um hverja rannsókn eða athugun fyrir sig. Í samræmi við grein 4.3 í starfsleyfum Arnarlax til framleiðslu laxi á sjókvíaeldissvæðum í Arnarfirði (UST 2016, nr. FE-1105) og í starfsleyfi Arnarlax til framleiðslu á laxi í Patreks- og Tálknafirði (UST 2017, nr. FE-1125), ber Arnarlaxi einnig að skila árlega vöktunarskýrslu (fyrir 1. maí) með yfirliti yfir niðurstöður þessara mælinga og skráninga.

Í þessari ársskýrslu vöktunar sem nær yfir tímabilið frá 1. janúar 2021 til 31. desember 2021 er gerð stuttlega grein fyrir vöktunarrannsóknum á botndýralífi í og við eldiskvíar Arnarlax á Patreksfirði, Tálknafirði og Arnarfirði. Þessar rannsóknir voru unnar í samræmi við vöktunaráætlun Arnarlax. Þá er einnig gerð grein fyrir niðurstöðum úr súrefnismælingum sem Náttúrustofa Vestfjarða sinnir á þremur sniðum í Arnarfirði og birtar niðurstöður úr greiningum á næringarsöltum úr sjósýnum og fosfór í botnseti.

Arnarlax ehf. (kt. 580310-0600) hefur starfsleyfi (útgefið 15. febrúar 2016) fyrir framleiðslu á 10.000 tonnum af laxi á ári í sjókvíum á þremur sjókvíaeldissvæðum sem ná til sex staðsetninga í Arnarfirði (UST 2016).

Fjarðalax (kt. 641109-1770) sem er að fullu í eigu Arnarlax hf hefur starfsleyfi (útgefið 28. ágúst 2019) fyrir framleiðslu á 10.700 tonnum af laxi á ári í sjókvíum í Patreksfirði og Tálknafirði sem ná til fjögurra sjókvíaeldissvæða í þessum fjörðum (UST 2017).

Svæðin þrjú í Arnarfirði, Patreksfirði og Tálknafirði eru eftirfarandi:

Sjókvíaeldissvæði A (Haganes og Steinanes)

Sjókvíaeldissvæði B (Tjaldanes og Hlaðsbót)

Sjókvíaeldissvæði C (Hringsdalur og Kirkjuból)

Sjókvíaeldissvæði í Patreksfirði (Hlaðseyri, Sandoddi og Eyri)

Sjókvíaeldissvæði í Tálknafirði (Laugardalur)

Í vöktunaráætlun sem er í gildi er lýst tveimur megin gerðum rannsókna sem miða að því að vakta ástand á botndýralífi í og við eldiskvíar. Annars vegar sýnataka á nærsvæði eldissvæðis eða svokölluð B-rannsókn þar sem tekin eru botnsýni undir eldiskvíum og hins vegar C-rannsókn þar sem tekin eru sýni bæði við eldiskvíar og í næsta nágrenni þeirra (fjarsvæði) með áherslu á svæði undan megin straumstefnu. Í C-rannsókn er um ýtarlegri úrvinnslu sýna að ræða bæði hvað snertir gerð eðli og gerð botnsets og nákvæm greining botndýra. C-rannsóknir eru framkvæmdar eftir atvikum við eftirfarandi aðstæður: Grunnssýnataka (botnrannsókn útfærð áður en fiskur er settur á eldissvæði í fyrsta skipti – á við um nýtt eldissvæði). Lokasýnataka (rannsókn gerð í kringum slátrun eða þegar lífmassi í kvíum er í hámarki). Hvíldarsýnataka (botnrannsókn gerð eftir hvíld svæðis áður en fiskur er settur á ný út á eldissvæði).

Á því tímabili sem þessi ársskýrsla tekur yfir voru framkvæmdar fjórar C-rannsóknir á jafnmörgum eldissvæðum og samhliða gerðar fjórar B-rannsóknir á þessum sömu eldissvæðum. Í tveimur tilvikum var um hvíldarsýnatöku að ræða og í tveimur tilvikum var sýnataka við hámarkslífmassa.

Fylgt var þeim viðmiðum og aðferðafræði sem koma fram í norska staðli NS 9410:2016 varðandi C og B rannsóknir og viðmiðum í *ISO 16665:2014* og *ISO 5667-19:2004* stöðlum. Einnig var umhverfisvöktun hagað þannig að sýnatökur úrvinnsla og skýrslugerð uppfyllti kröfur sem gerðar eru til umhverfisvottunar hjá Aquaculture Stewardsip Council – ASC staðlinum (ASC 2012; 2013). Rannsóknir þessar á uppsöfnun lífræns úrgangs á sjávarbotni fiskeldissvæða uppfylla einnig kröfur sem gerðar eru í *ISO 12878:2012* staðlinum. Varðandi tíðni og eðli vöktunar hefur Arnarlax gengið lengra en ISO 12878 staðall segir til um og framkvæmt C-rannsóknir jafnframt eftir hvíld svæða sem aukasýnataka. Þetta hefur verið gert meðal annars í því skini að afla góðra gagna um ástand botnsets og botndýralífs á eldissvæðum fyrirtækisins í uppbyggingarfasa sjókvíaeldis. Yfirvöld hafa ekki skilgreint þröskuldsgildi sem hægt væri að vísa til við úrvinnslu á vöktunarmælingum og ákvarða þannig ástand svæða sbr. ISO 12878. Hér hefur því verið notast við viðmiðunargildi úr norska staðli NS 9410:2016 til viðmiðunar. Því ber að taka þeim ályktunum með fyrirvara þar sem viðmiðunargildi hafa ekki verið stöðluð fyrir íslenskar aðstæður.

Eftirfarandi tafla sýnir þær rannsóknir sem unnar voru á árinu 2021.

Staðsetning	Dags. sýnatöku	Ástæða sýnatöku	Ástand svæðis*
Laugardalur, Tálknafjörður	25.03 2021	Hámarkslífmassi (ASC/C-rannsókn)	
Laugardalur, Tálknafjörður	25.03 2021	Hámarkslífmassi (B-rannsókn)	1 "Mjög gott"
Eyri, Patreksfjörður	28.05 2021	Hvíldarsýnataka (C-rannsókn)	
Eyri, Patreksfjörður	28.05 2021	Hvíldarsýnataka (B-rannsókn)	1 "Mjög gott"
Tjaldanes, Arnarfjörður	04.06 2021	Hvíldarsýnataka (C-rannsókn)	
Tjaldanes, Arnarfjörður	04.06 2021	Hvíldarsýnataka (B-rannsókn)	1 "Mjög gott"
Steinanes, Arnarfjörður	12.10 2021	Hámarkslífmassi (ASC/C-rannsókn)	
Steinanes, Arnarfjörður	12.10 2021	Hámarkslífmassi (B-rannsókn)	3 "Slæmt"

*Ástand svæða byggt á NS 9410:2016 (B-rannsókn). Fjórir ástandsflokkar: 1 >mjög gott<, 2 >gott<, 3 >slæmt< og 4 >mjög slæmt<

ÁGRIP AF NIÐURSTÖÐUM

RANNSÓKNIR Á BOTNDÝRALÍFI OG BOTNSETI

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI LAUGARDALUR, TÁLKNAFIRÐI: ÁRNARLAX ASC- AND C-SURVEY LAUGARDALUR 2021. HANS-PETTER MANNVIK OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 62334.01.

Laugardalur – Megin niðurstöður úr botndýrarrannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,303	H' C1	1,40
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,608	H' C2	2,84
nEQR C3	0,618	H' C3	3,77
nEQR C4 (Dýpsta stöð)	0,606	H' C4	2,81
nEQR C5	0,612	H' C5	3,36
nEQR C6	0,712	H' C6	4,17
Dagsetning sýnatöku:	25.03.2021	Dagsetning skýrslu	22.06 2021
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 21,6 til 46,7 mg/kg. Kopar 41,7 mg/kg á stöð C1. Heildar fosfat (P) frá 790 (C4) til 1670 (C1). Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 25. mars 2021. Tekin voru botnsýni á sex stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (35-500 m). Um var að ræða sýnatöku í kringum hámarkslífmassa þriðju kynslóðar á Laugardal en við eldi tveggja fyrri kynslóða lá nokkru austar á eldissvæðinu. Niðurstöður gefa til kynna nokkra röskun á botndýralífi (sbr. nEQR gildi, vistfræðilegur stuðull) á stöð næst kvíum C1 (nEQR < 0.4) en meira og minna óraskað á öðrum sýnatökustöðvum (nEQR > 0.6). Samkvæmt viðmiðum í NS 9410:2016 er ástand botndýrasamfélags á C1 (nærsvæði) metið með ástand 2 "gott". Vísitægund um lífrænt álag (*Capitella capitata*) var algengasta tegund burstaorma stöð næst kvíum en var ekki á meðal algengustu tíu tegunda á öðrum sýnatökustöðvum. Gildi fyrir lífrænt kolefni (nTOC) var hæst á C1 (46,7 mg/g) og lægst á C6 (21,4 mg/g). Kopar gildi á stöð næst kvíum (C1) mældis 41,7 mg/kg. Súrefnisgildi í mars voru góð í allri vatnssúlu og metnun var um 90% við botn.

Í samanburði við niðurstöður úr fyrri sýnatöku sem gerð árið 2019 eftir hvíld svæðis fyrir útsetningu seiða (Mannvik og Gunnarsson, 2019) kemur fram að vistfræðilegur stuðull (nEQR) hefur lækkað frá fyrri rannsókn á stöð næst kvíum C1 (úr 2,98 í 1,40). Vísitægund um lífrænt álag (*Capitella capitata*) sem var algengasta tegund burstaorma stöð næst kvíum í rannsókn 2021 var ekki á meðal algengustu tíu tegunda á neinni sýnatökustöð árið 2019. Gildi fyrir lífrænt kolefni (nTOC) í botnseti á C1 hafa hækkað frá fyrri rannsókn úr 29,0 í 46,7 mg/g.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI LAUGARDALUR, TÁLKNAFIRÐI: ARNARLAX, B- SURVEY LOCAL IMPACT ZONE, LAUGARDALUR, MARCH 2021 (MAX BIOMASS). SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 62334.B01

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku á nærsvæði kvía (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var 25. mars 2021 á eldissvæði við Laugardal. Um var að ræða sýnatöku í kringum hámarkslífmassa þriðju kynslóðar eldislax á Laugardal.

Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða "mjög gott" (sbr. leiðbeiningar og viðmið í NS 9410:2016). Af 18 sýnatökustöðvar fengu 13 stöðvar einkunn 1 „mjög gott“ fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat), 3 stöðvar fengu einkunn 2 „gott“, ein stöð fékk einkunn 3 „slæmt“ og ein stöð fékk einkunn 4 „mjög slæmt“. Niðurstöður rannsóknar benda til þess á nærsvæði kvía á Laugardal sé lífrænt álag ekki mjög mikið að undanskildum norðvestur horni nærsvæðis kvía þar sem vísbending er um talsvert lífrænt álag (fellur saman við megin straumstefnu dreifistraums). Í fyrri B-sýnatöku við hámarkslífmassa sem framkvæmd var árið 2017 (Gunnarsson 2019a) fékk svæðið einnig heildareinkunn 1 "mjög gott" en stöðvar með lakari einkunn voru einnig þá meira áberandi á vestari hluta eldissvæðisins. Almennt virðist ástand eldissvæðisins ekki hafa hnignað á milli þessara tveggja rannsókna við hámarkslífmassa.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI EYRI, PATREKSFIRÐI: ARNARLAX C-SURVEY AT EYRI, 2021 (FALLOW PERIOD). KAMILA SZTYBOR AND ARNÞÓR GÚSTASSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 63202.01.

Eyri – Megin niðurstöður úr botndýrarrannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (veileder 02.2018)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,624	H' C1	1,79
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,737	H' C2	2,23
nEQR C3	0,629	H' C3	2,07
nEQR C4 (Dýpsta stöð)	0,548	H' C4	2,25
nEQR C5	0,584	H' C5	1,69
nEQR C6	0,628	H' C6	2,08
Dagsetning sýnatöku:	28.05 2021	Dagsetning skýrslu	27.09 2021
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 25,4 til 49,1. Kopar gildi voru 33,9 mg/kg á stöð C1. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 28. maí 2021. Tekin voru botnsýni á sex stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíapýrpingu (25-500 m). Um

var að ræða "Hvildarsýnatöku" en á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum frá 13. september 2020 en áður hafa verið aldar á svæðinu tvær kynslóðir eldisfisks.

Niðurstöður gefa vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á svæðinu sbr. gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefnis. Kopar gildi á C1 voru 33.9 mg/kg sem er innan náttúrlegra gilda við strendur landsins. Vistfræðilegur stuðull (nEQR) var á milli 0.548 – 0.737) og Shannon Wiener fjölbreytileikastuðull var undir 3 á á stöðvum C4 og C5 og hærri en 3 á öðrum stöðvum. Fjölbreytileikastuðull var á milli H' 2,56 – 4,53 gefur almennt kynna vægt álag á botndýralíf. Samkvæmt viðmiðum í NS 9410:2016 er ástand botndýrasamfélags á C1 (nærsvæði) metið með ástand 1 "mjög gott". Engar vísitengundir um lífrænt álag greindust á meðal top-10 tegunda á neinni af sýnatökustöðvum. Redox gildi voru jákvæð á öllum sýnatökustöðvum og súrefnisgildi voru góð í allri vatnssúlu og metnun var um 87% við botn.

Í samanburði við fyrri rannsókn á botndýralífi á fjarsvæði kvía við hámarkslífmassa sem gerð var árið 2020 (Mannvik og Gunnarsson, 2020) virðist sem ástand hafi heldur þróast til betri vegar á stöð C1 næst kvíum þar sem gildi fyrir bæði nEQR og fjölbreytileikastuðull hafa hækkað umtalsvert. Vísitengund um lífrænt álag (*Capitella capitata*) sem var algengasta tegund burstaorma stöð næst kvíum í fyrri rannsókn greindist ekki á meðal algengustu tíu tegunda í botndýrarannsókn árið 2021. Gildi fyrir lífrænt kolefni hafa einnig heldur lækkað á milli ára eru nú á bilinu 25-49 mg/g en voru 30-60 mg/g árið 2020.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI EYRI, PATREKSFIRÐI: EYRI, ARNARLAX B-BOTTOM SURVEY (FALLOW PERIOD), MAY 2021 . ARNÞÓR GÚSTAVSSON. AKVAPLAN-NIVA AS B REPORT 63202.B01

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku fyrir útsetningu seiða (hvíldarsýnataka) á nærsvæði við eldiskvíar (punktmæling B- botnrannsókn) sem framkvæmd var 28. maí 2021 á eldissvæði Eyri í Patreksfirði. Á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum frá því í september 2020 (um 8 mánuði). Sú kynslóð eldislax sem var á svæðinu var sú fyrsta sem alin hefur verið á svæðinu í núverandi mynd.

Eldissvæðið fær 1 í einkunn (skalinn er 1-4) eða ástand "mjög gott". Af 22 sýnatökustöðvum fengu tuttugu og ein stöð einkunn 1 „mjög gott“ og ein stöð einkunn 2 „gott“ fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat). Aðeins eru vísbendingar um lífrænt álag undan straumi á norður hluta nærsvæðis kvía. Í fyrri B rannsókn (við hámarks lífmassa) fékk svæðið einnig heildareinkunn 1 „mjög gott“ (. Niðurstöður rannsóknar 2021 gefa til kynna vægt lífrænt álag á hluta nærsvæðis kvía en almennt mjög gott ástand. Í farvatninu er aukinn framleiðsla á Eldissvæðinu Eyri og áhrif þess á lífríkið verður fylgt eftir í næstu B rannsókn við hámarkslífmassa.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI TJALDANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX, C-SURVEY AT TJALDANES (FALLOW PERIOD), JUNE 2021. KAMILA SZTYBOR OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 63266.01.

Tjaldanes – Megin niðurstöður úr botndýrarannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (veileder 02.2018)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,419	H' C1	2,28
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,558	H' C2	2,43
nEQR C3	0,436	H' C3	2,55
nEQR C4	0,495	H' C4	2,74
nEQR C5	0,258	H' C5	1,41
Dagsetning sýnatöku:	04.06 2021	Dagsetning skýrslu	17.09 2021
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 31 til 37 mg/g. Kopar gildi voru 48,1 mg/kg á stöð C1. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 4. júní 2021. Tekin voru botnsýni á fimm stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíabyrpingu (25-500 m). Um var að ræða "Hvíldarsýnatöku" en á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum frá 21. mars 2021 (um 11 vikur). Áður hafa verið aldar tvær kynslóðir eldisfiska á svæðinu.

Niðurstöður gefa vísbendingar um nokkuð lífrænt álag á svæðinu sbr. gildi fyrir heildarmagn lífræns kolefni. Kopar gildi á stöð C1 voru 48,1 mg/kg sem er innan nátturulegra gilda við strendur Íslands. Nokkrar vísbendingar um álag á botndýralíf og vistfræðilegur stuðull (nEQR) var undir 0,6 á öllum stöðvum og Shannon Wiener fjölbreytileikastuðull (H' 1,41 – 2,74. Samkvæmt viðmiðum í NS 9410:2016 er ástand botndýrasamfélags á C1 (nærsvæði) metið með ástand 1 "mjög gott". *Capitella capitata* (vísitægund um lífrænt álag) greindist á meðal top-10 tegunda á öllum sýnatökustöðvum að C2 undanskilinni. Súrefnisgildi voru góð í allri vatnssúlu og metnun var um 83% við botn.

Áður var gerð botndýrarannsókn á Tjaldanesi árið 2019 við hvíld (Mannvik og Gunnarsson, 2019). Vistfræðilegur stuðull (nEQR) í rannsókn 2021 er á svipuðu róli og í fyrri rannsókn árið 2019 (< 0,6 til > 0,4) að undanskilinni stöð C5 en hún var færð umtalsvert nær stöðinni á milli ára (var áður í 80 m fjarlægð frá stöð en er nú í 25 m fjarlægð frá stöð). Shannon Wiener fjölbreytileikastuðull H' er hins vegar nokkru hærrí í rannsóknárið 2021 fyrir utan stöð C5. *Capitella capitata* (vísitægund um lífrænt álag) sem greindist á meðal top-10 tegunda á öllum sýnatökustöðvum að C2 undanskilinni árið 2021 greindist ekki á meðal top-10 tegunda á neinni af sýnatökustöðvum árið 2019. Ekki komu fram breytingar á magni lífræns kolefnis (nTOC) í botnseti á milli þessara ára. Almennu eru því helstu mælubreytur á svipuðu róli á milli þessara tveggja rannsókna við hvíld en aukinn útbreiðsla *C. capitata* í rannsókn árið 2021 gefur til kynna heldur hnignandi ástandi við langvarandi álag.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI TJALDANES, ARNARFIRÐI: TJALDANES, ARNARLAX B-BOTTOM SURVEY (FALLOW PERIOD), JUNE 2021. SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS B REPORT 63266.B01

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku fyrir útsetningu seiða (hvíldarsýnataka) á nærsvæði við eldiskvíar (punktmæling B- botnrannsókn) sem framkvæmd var 4. júní 2021 á eldissvæði Tjaldanes í Arnarfirði. Á sýnatökudegi hafði sjókvíaeldissvæðið staðið tómt án laxa í kvíum í um 11 vikur. Áður hafa verið aldar tvær kynslóðir eldisfiska á Tjaldanesi en á milli fyrstu og annarrar kynslóðar var staðsetningu kvía breytt og þær færðar nokkru utar í fjörðinn.

Eldissvæðið fær 1 í heildareinkunn (skalinn er 1-4) eða ástand "mjög gott". Ástand fyrir parameter II (pH/redox) var metið 1 "mjög gott", ástand fyrir parameter III (skynmat) var 2 "gott" vegið meðaltal fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat) var 1 "mjög gott". Fóðurleifar greindust á tveimur sýnatökustöðvum (stöð 5 og 12) og gas greindist í tveimur greiparsýnum (stöðvar 4 og 5) á suðaustur horni kvíabyrpingar. Almenn virðist lífrænt álag vera meira austan og sunnan til á nærsvæði kvía og fellur saman við megin stefnu dreifistraums.

Í fyrri B rannsókn sem gerð var við hámarks lífmassa við eldi síðustu kynslóðar (Gunnarsson, 2020) var heildarástand svæðis metið með ástand 2 "gott" og niðurstöður gáfu til kynna nokkuð lífrænt álag einkum syðri hluta nærsvæðis kvía (dýpst). Þrátt fyrir að svæðið hafi aðeins staðið tómt í 11 vikur fram að sýnatöku virðist ástand undir kvíum heldur hafa skánað en þó er vert að benda á nokkuð lífrænt álag er á suður og austur enda nærsvæðis kvía og fóðurleifar og gas greindust á tveimur sýnatökustöðvum árið 2021.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI STEINANES, ARNARFIRÐI: ARNARLAX ASC- AND C-SURVEY STEINANES 2021. KAMILA SZTYBOR OG SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS REPORT 63543.02.

Steinanes – Megin niðurstöður úr botndýrarrannsókn, C- rannókn/NS 9410 (2016)			
Vistfræðilegur stuðull botndýralíf nEQR (0-1)		Fjölbreytileikastuðull H' (Shannon Wiener)	
nEQR C1 (stöð næst kvíum)	0,489	H' C1	2,89
nEQR C2 (stöð fjærst kvíum)	0,582	H' C2	2,52
nEQR C3	0,565	H' C3	2,94
nEQR C4	0,561	H' C4	2,78
nEQR C5	0,506	H' C5	2,63
nEQR C6	0,593	H' C6	2,76
Dagsetning sýnatöku:	12.10.2021	Dagsetning skýrslu	09.02.2022
Athugasemdir vegna annarra þátta (botnset, pH/Eh, súrefni)			nTOC frá 31,1 til 38 mg/kg. Kopar 65,1 mg/kg á stöð C1. Redox jákvætt á öllum stöðvum. Súrefnisgildi góð í allri vatnssúlu.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku (C-rannsókn) sem framkvæmd var 12. október 2021. Tekin voru botnsýni á sex stöðvum í mismunandi fjarlægð frá kvíapyrpingu (25-500 m). Um var að ræða sýnatöku í kringum hámarkslífmassa annarrar kynslóðar eldisfisks á Steinanesi. Niðurstöður gefa til kynna nokkuð lífrænt álag á svæðinu og lífrænt kolefni (nTOC) var á bilinu 31,1 - 38,0 mg/g. Kopargildi á C1 stöð næst kvíum var (61,5 mg/kg) sem er nokkru hærra en náttúrulegt meðaltal við strendur Íslands. Gildi fyrir vistfræðilegan stuðul (nEQR) efa til kynna nokkra röskun á botndýralífi á stöðvum C1 og C5 (< 0,55) meira og minna óraskað botndýralíf á öðrum stöðvum (> 0,55). Samkvæmt viðmiðum í NS 9410:2016 er ástand botndýrasamfélags á C1 (nærsvæði) metið með ástand 1 "mjög gott". Burstaormurinn *Capitella capitata*, sem er vísitægund um lífrænt álag var algengasta tegund burstaorma á stöðvum C1 og C5 en kom ekki fyrir á meðal topp tíu tegunda á öðrum sýnatökustöðvum. Fjölbreytileikastuðull (H') botndýra var rétt undir 3 á öllum sýnatökustöðvum (H' 2,52 – 2,94). Súrefnismettun var góð í vatnssúlu og var um 70% við botn.

Í samanburði við niðurstöðu úr fyrri C rannsókn sem var gerð árið 2018 við hámarkslífmassa fyrstu kynslóðar á Steinanesi (Mannvik og Gunnarsson, 2019) virðist ástand botnsets svipað árið 2021 og kemur fram í rannsókn haustið 2018 en magn af lífrænu kolefni var þá á bilinu 28,3 – 44,5. Fjölbreytileikastuðull (H') var lægri en 3 í báðum rannsóknum en rétt að halda til haga að í grunnsýnatöku árið 2017 (Mannvik og Erikssen, 2018) voru náttúruleg gildi fyrir fjölbreytileika á svæðinu undir 1,5. Vistfræðilegan fjölbreytileika (nEQR gildi) voru svipuð á milli ára 2018 og 2021 en að sama skapi rétt að benda á að við grunnrannsókn árið 2017 komu fram lág náttúruleg gildi á öllum stöðvum (< 0,5). *Capitella capitata* (vísitægund um lífrænt álag) sem greindist á meðal top-10 tegunda á C1 og C5 árið 2021 greindist ekki á meðal top-10 tegunda á neinni af sýnatökustöðvum árið 2018. Almenn virðist ástandið því svipað á milli áranna 2018 og 2021 hvað botnset og botndýralíf áhrærir nema hvað *C. capitata* greinist nú á tveimur sýnatökustöðvum sem er vísbending um aukið lífrænt álag.

VÖKTUNARSKÝRSLA FYRIR SJÓKVÍAELDISSVÆÐI STEINANES, ARNARFIRÐI: STEINANES, ARNARLAX EHF. B-BOTTOM SURVEY, OCTOBER 2021 (MAXIMUM BIOMASS SURVEY). SNORRI GUNNARSSON. AKVAPLAN-NIVA AS RAPPORT 63543.B01.

Í skýrslunni eru birtar niðurstöður úr botnsýnatöku á nærsvæði kvía (punktmæling B-botnrannsókn) sem framkvæmd var 12. október 2021 á eldissvæði við Steinanes. Um var að ræða sýnatöku í kringum hámarkslífmassa annarrar kynslóðar eldisfisks á Steinanesi. Eldissvæðið fær 3 í einkunn (skalinn er 1-4) eða "slæmt" (sbr. leiðbeiningar og viðmið í NS 9410:2016). Af 20 sýnatökustöðvar fengu 7 stöðvar einkunn 1 „mjög gott“ fyrir parametra II og III (pH/redox og skynmat), ein stöð fékk einkunn 2 "gott", tvær stöðvar fengu einkunn 3 "slæmt" og 10 stöðvar fengu einkunn 4 "mjög slæmt". Stöðvarnar þrjár með ástand "slæmt" eru staðsettar í syðri hluta og dýpri enda svæðisins og stöðvarnar þrjár með "mjög slæmt" ástand eru á austari hluta svæðisins. Þessar niðurstöður gefa til kynna umtalsvert lífrænt álag á svæðinu og hvað mest á dýpri hluta svæðisins (meira sunnar og vestar). Gasmyndun kom fram á fimm sýnatökustöðvum.

Í fyrri B-rannsókn gerð var við hvíld í júní 2020 (Gunnarsson, 2020) fékk svæðið einkunn 1 ástand "mjög gott" og þar á undan við hámarkslífmassa árið 2018 (Gunnarsson, 2020) fékk svæðið einkunn 2 ástand "gott". Ástand svæðisins virðist því vera að hnigna eftir því sem fram vindur og mikilvægt að huga að viðbragðsáætlun til þess að bregðast við ástandi og draga úr lífrænu álagi svæðisins.

VÖKTUN Á SÚREFNI Í ARNARFIRÐI: SÚREFNISMÆLINGAR BAULHÚS, GÍSLASKER OG HAGANES 2021.

Náttúrustofa Vestfjarða hóf vöktun á súrefni, hita og seltu í vatnssúlunni á þremur stöðvum í Arnarfirði árið 2016 og hefur gert svo síðan. Árið 2021 voru framkvæmdar þrisvar farið á sjó og framkvæmdar mælingar á þessum efnabáttum í vatnssúlunni frá yfirborði að botni og skrifuð minnisblöð og þeim skilað til Arnarlax. Mælt var á eftirfarandi dagsetningum; 7. janúar, 23. apríl og 20. desember. Mælingar á hverri dagsetningu voru framkvæmdar á þremur stöðvum; við Baulhús (100 m dýpi, N65°45.833 V23°43.733) sem er í ytri hluta Arnarfjarðar og við Gíslasker (115 m dýpi, N65°44.278 V23°29.726) og Haganesi (100 m dýpi, N65°40.241 V23°31.298) sem er í innri hluta Arnarfjarðar.

Súrefnismettun við Baulhús lækkaði lítillega með dýpi í janúar og apríl mælingu en var hærri við botn en yfirborð í desember. Súrefnismettun við botn var 83, 90 og 89 % í janúar, apríl og desember. Súrefnismettun við Gíslasker lækkaði einnig lítillega með dýpi í janúar og apríl en var hærri við botn en yfirborð í desember. Súrefnismettun við botn var 84, 89 og 86 % í janúar, apríl og desember. Súrefnismettun við Haganes lækkaði lítillega með dýpi á öllum þremur dagsetningum og mældist súrefnismettun við botn 86, 89 og 84 % í janúar, apríl og desember.

Niðurstöður vöktunar milli ára hafa sýnt mun á súrefnisstyrk við sjávarbotninn á milli ytri og innri hluta Arnarfjarðar. Súrefnisstyrkur við Baulhús sem er nær fjarðarmynni hefur iðulega frá 2016 mælst hærri en innar í firðinum við Gíslasker og Haganes þar til 2019 þá mældist súrefnisstyrkurinn hæstur við Haganes. Í mælingum í þessum þremur mánuðum ársins 2021 reyndist súrefnisstyrkur svipaður við botn á hverjum mánuði á milli staðsetninga.

SJÓSÝNATÖKUR NIÐURSTÖÐUR

Tekin voru sjósýni til greiningar á næringarsöltum við Laugardal 25.03 2021 (skýrsla nr. 13353-21) og við Steinanes 12.10 2021 (skýrsla nr. 16620-21) þegar lífmassi var nærri hámarki á svæðunum. Sýnin voru send samdægurs til efnagreiningar hjá Sýni ehf í Kópavogi. Við sýnatöku voru notaðir sýrupvegirnir brúsar. Sýni voru tekin á fjórum staðsetningum á um eins metra dýpi: Við kví, 30-50 m frá kvíum, 100 m frá kvíum og 500 m frá kvíum. Mælt var heildarmagn af köfnunarefni (N mg/L) og heildarmagn fosfór (P mg/L).

Á Laugardal mældust fosfór lægri 0.1 mg/L á öllum sýnatökustöðvum. Mæligildi fyrir köfnunarefni voru lægri en 0.5 mg/L á öllum fjórum sýnatökustöðvum.

Á Steinanesi mældust fosfór gildi lægri en 0.1 mg/L á öllum fjórum sýnatökustöðvum. Mæligildi fyrir köfnunarefni voru lægri en 0.5 mg/L á öllum fjórum sýnatökustöðvum.

Þessar niðurstöður eru í samræmi við mælingar fyrri ára við hámarkslífmassa eldissvæða en fosfór hefur yfirleitt mælst 0.1 mg/L eða lægra og köfnunarefni mælst 0.5 mg/L eða lægra.

MÆLINGAR Á FOSFÓR Í BOTNSETI

Í tengslum við hverja C-rannsókn þar sem tekin eru sýni bæði við eldiskvíar og í næsta nágrenni þeirra (fjarsvæði) með áherslu á svæði undan megin straumstefnu var magn fosfórs í botnseti greint á hverri sýnatökustöð. Hér að neðan eru birtar niðurstöður fyrir hvert af þeim fjórum sjókvíaldissvæðum þar sem sýna var aflað á árinu 2021. Laugardalur, Tálknafirði sýni tekin 25.03 2021 við hámarkslífmassa (APN skýrsla P2100007), Eyri, Patreksfirði sýni tekin 28.05 2021 (APN skýrsla P2100073), Tjaldanes Arnarfirði sýni tekin 04.04 2021 (APN skýrsla P2100074) og Steinanes Arnarfirði sýni tekin 12.10 2021 (APN skýrsla P2100174). Tekið var hlutsýni og haldið í frosti (-20°C) fram að greiningu. Sýnatökustöðvar eru flestar undan straumstefnu dreifistraums á hverju svæði og stöð C1 ávallt næst kvísvæði og C2 fjærst (viðmiðunarstöð).

Líkt og við er að búast sýna niðurstöður að almennt tilhneiging fyrir hærri gildi fosfórs í botnseti á sýnatökustöðvum C1 (næst kvíum) á öllum fjórum eldissvæðum. Á Tjaldanesi er koma einnig fram hækkuð gildi á stöð C5 sem var 25 m frá eldiskvíum gengt megin stefnu dreifistraums og á Steinanesi koma svipuð gildi fram á C1 næst kvíum og stöð C4 sem þó liggur 145 og 60 m lengra frá kvíum en stöðvar C1 og C3. Líkt og sjá má í töflu eru vikið nokkuð há fyrir þessi mæligildi og því ber að túlka einstök mæligildi af varúð og með hliðsjón af því.

Tafla 1. Niðurstöður mælinga á fosfóri (mg/kg DW) í botnseti á fjórum sjókvíaldissvæðum Arnarlax 2021. Sýnatökustöðvar C1 – C6 þar sem C1 er stöð næst sjókvíum en C2 er fjærst sjókvíum (500 m).

Sýnatökustöðvar						
Staðsetningar	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Laugardalur, Tálknafjörður (hámarkslífmassi)	1670	1250		790		
Eyri, Patreksfjörður (Hvildarsýnataka)	1240 ± 248	1020 ± 205	1010 ± 202	1170 ± 234	1000 ± 200	1150 ± 230
Tjaldanes, Arnarfjörður (Hvildarsýnataka)	1210 ± 243	1100 ± 220	1070 ± 214	1100 ± 231	1560 ± 311	
Steinanes, Arnarfjörður (Hámarkslífmassi)	1390 ± 279	947 ± 189	1260 ± 251	1390 ± 278	1200 ± 241	860 ± 172

HEIMILDIR

Direktoratgruppen, 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Veileder 02:2018. 139 s.

Gunnarsson, S. 2021. Arnarlax. B-survey local impact zone, Laugardalur, March 2021 (max biomass). APN report 62334.B01. 21 p

Gunnarsson, S., 2019. Fjarðalax hf, B-undersøkelse, Laugardalur, (undersøkelse ved maksimal belastning). APN rapport nr. 9207.01. 10 s.

Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax, B-survey local impact zone, Laugardalur, May 2019 (fallow period). APN B report nr. 60938. 21 s.

Gunnarsson, S., 2020. Eyri, Arnarlax. B-bottom survey March 2020 (maximum biomass survey). Akvaplan-niva AS report nr. 61958.B02.

Gunnarsson, S., 2021. Arnarlax, B-survey local impact zone, Laugardalur, March 2021 (max biomass). APN B report nr. 62334.B01. 21 s.

Gunnarsson, S. 2020. Tjaldanes, Arnarlax, B bottom survey, July 2020 (maximum biomass survey). APN report nr. 62351.B01. 19 s.

Gunnarsson, S., 2021. Tjaldanes, Arnarlax, B-bottom survey (fallow period), June 2021. APN B report nr. 63266.B01. 20 s.

Gunnarsson, s. 2020. Steinanes, Arnarlax hf. B-bottom survey, June 2020 (fallow period). APN report 62254.B01. 20 p

Gunnarsson, S. 2020 (revised edition). Arnarlax hf, B-undersøkelse, Steinanes (undersøkelse ved maksimal belastning. Akvaplan-niva AS rapport nr. 60526.01.

Gústavsson, A. 2021. Eyri, Arnarlax. B-bottom survey (fallow period), April 2021. APN report 63202.B01. 24 p

ISO 5667-19, 2004. Guidance on sampling of marine sediments.

ISO 16665, 2005. Water quality – Guidelines for quantitative sampling and sample processing of marine soft-bottom macro fauna.

Sztybor, K. og Gustavsson, A., 2021. Arnarlax C-survey at Eyri (fallow period), May 2021. APN report 63202.01 39 p

Sztybor, K. og Gunnarsson, S., 2021. Arnarlax, C-survey at Tjaldanes (fallow period), June 2021. APN report 63266.01 35 p

Sztybor, K. og Gunnarsson, S., 2021. Arnarlax, ASC- and C-survey Steinanes, 2021. APN report 63543.02 45 p

NS 9410, 2016. Norsk standard for miljøovervåking av bunnpåvirkning fra marine akvakulturanlegg.

Mannvik, H.-P. & S. Gunnarsson, 2019. Arnarlax. C-survey at fish farming site Laugardalur, 2019. APN report 60938.01.

Mannvik, H.-P. & S. Gunnarsson, 2019. Arnarlax. ASC- and C-survey Laugardalur, 2021. APN report 62334.01.

Mannvik, H-P. og Gunnarsson, S., 2020. Arnarlax ASC- and C-survey Eyri, 2020. APN report 61958.01 34 p

Mannvik, H.-P. & S. Eriksen, 2018. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Steinanes, 2017. APN-rapport 8951.02.

Mannvik, H.-P. & Gunnarsson, S., 2019. Arnarlax. ASC- og C-undersøkelse Steinanes 2018. APN rapport 60526.01

Mannvik, H.-P. & S. Gunnarsson, 2019. Arnarlax hf, ASC- and C-survey Tjaldanes, 2019. Akvaplan-niva AS report: 60976.01 46 p.

Sýni ehf Rannsóknarniðurstöður. Skýrsla nr. 13353-21. (Sjósýni Laugardal)

Sýni ehf Rannsóknarniðurstöður. Skýrsla nr. 16620-21. (Sjósýni Steinanes)