

Vöktunaráætlun 2015-2020 fyrir Arnarlax hf

Laxeldi í sjó við Haganes, Tjaldaneseyrar, Steinanes, Hringsdal,
Hlaðsbót og Kirkjuból í Arnarfirði



Cristian Gallo

Hulda Birna Albertsdóttir

Nóvember 2015
NV nr. 22-15

Efnisyfirlit

INNGANGUR	3
Staðhættir	3
Rannsóknir í Arnarfirði og fyrirbyggjandi gögn	4
VÖKTUNARÁÆTLUN 2015-2020	6
Staðsetning fiskeldissvæða	6
Staðsetning sýnatökustöðva	8
Vöktun á strandsjó	11
Vöktunarskýrsla	11
HEIMILDIR	12

Inngangur

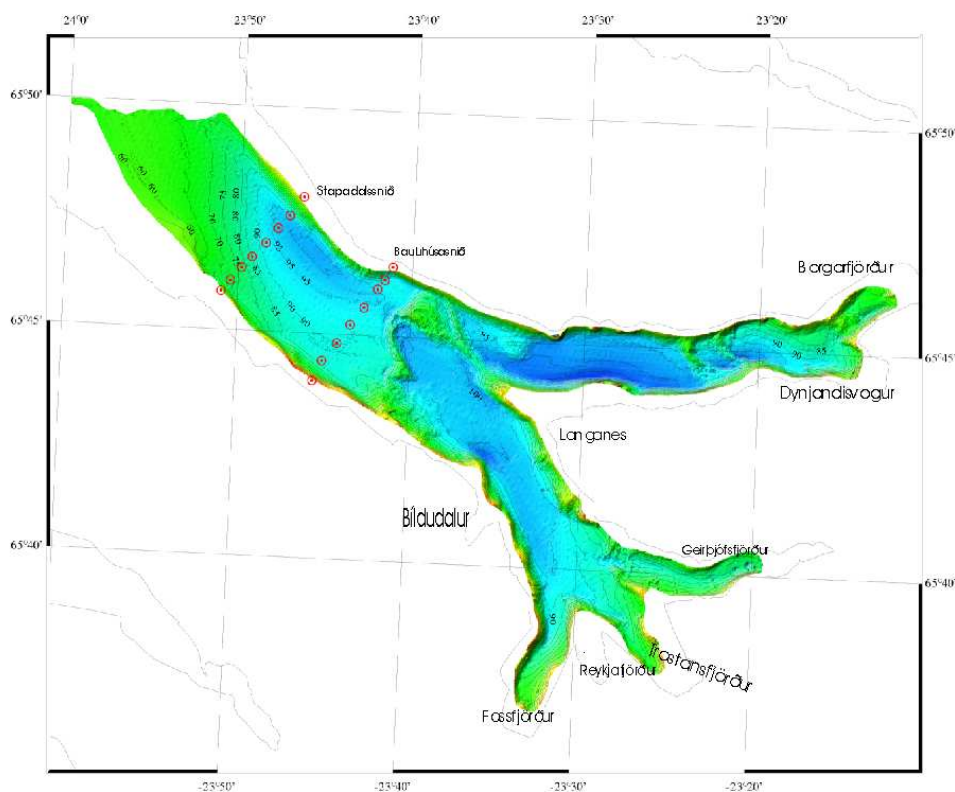
Arnarlax hf. fékk starfsleyfi 30. apríl 2012 fyrir framleiðslu á 3.000 tonn af laxi í Arnarfirði en nú áformar Arnarlax uppbyggingu sjókvíaeldis á laxi í Arnarfirði með því að auka framleiðslu sína um 7.000 tonn á ári. Heildarframleiðsla verður því alls 10.000 tonn á ári. Samkvæmt starfsleyfinu þarf fyrirtækið að leggja fram vöktunaráætlun og Umhverfisstofnun (UST) að samþykka hana.

Vöktunaráætlunin er unnin af Náttúrustofu Vestfjarða (Nave) í samráði við Arnarlax hf. Við gerð áætlunarinnar er haft til hliðsjónar starfsleyfi Arnarlax, almennar leiðbeiningar UST varðandi vöktun og reynsla Náttúrustofunnar við rannsóknir á botndýrum og öðrum umhverfisþáttum við fiskeldiskvíar. Vöktunaráætlunin er fyrir tímabilið 2015 til 2020 en fyrri áætlun sem náði frá 2014-2019 fellur þá úr gildi við þessa áætlun (Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson 2013). Gert er ráð fyrir að áætlunin verði endurskoðuð nær árlega á þessu tímabili. Þegar tímabilinu lýkur þá er komin góð reynsla á áhrifum fiskeldi Arnarlax á umhverfið og hægt að gera vöktunaráætlun til lengri tíma.

Staðhættir

Arnarfjörður

Arnarfjörður er rúmlega 40 km langur og 312 km² að flatarmáli (miðað við línu milli Kópaness og Sléttaness). Fjörðurinn er svokallaður þröskuldsfjörður, þar sem nokkrir þröskuldar þvera fjörðinn, sá ysti við mynni hans (sjá Mynd 1). Víða í firðinum er dýpi um 100 m, bæði fyrir innan og utan þessara þröskulda.



Mynd 1. Dýptarkort af Arnarfirði (Hafrannsóknarstofnun).

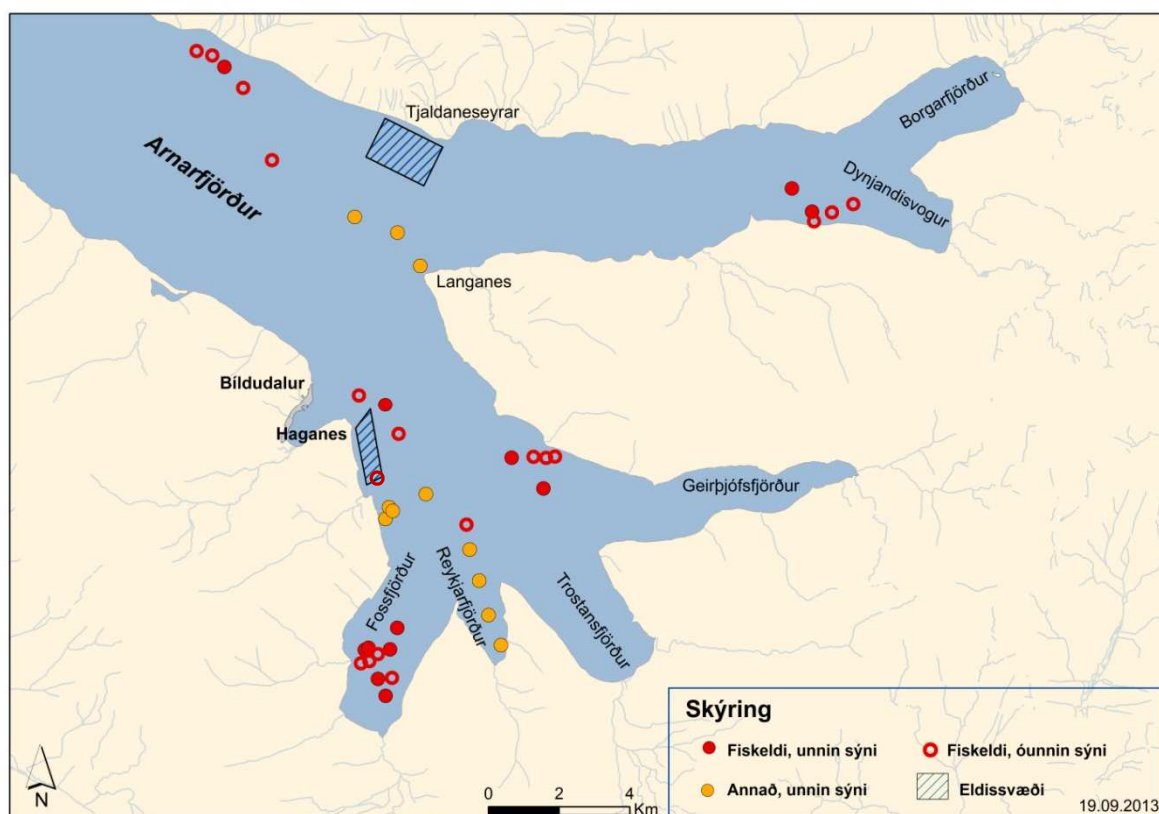
Rannsóknir í Arnarfirði og fyrirbyggjandi gögn

Arnarfjörður hefur verið rannsakaður með tilliti til margra umhverfispáttá. Hér á eftir er taldar upp nokkrar rannsóknir, sem tengjast efni vöktunaráætlunar.

Botndýraathuganir

Athuganir voru gerðar í Arnarfirði árið 2001 vegna fyrirhugaðrar kalkþörungavinnslu. Tekin voru sýni á 11 stöðvum og 2002 kom út skýrsla um niðurstöðurnar (Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson 2002). Á árunum 2010-15 (Mynd 2Mynd 1) voru tekin sýni á 30 stöðvum og hafa sýni verið unnin frá 11 stöðvum og skýrslur komnar út (Böðvar Þórisson o.fl. 2010, Þorleifur Eiríksson o.fl. 2010). Árin 2014 og 2015 voru tekin botnsýni við Haganes en þau voru tekin vegna rannsóknarverkefnis sem er styrkt af Rannsóknarsjóði V-Barðastrandarsýslu. Sýnin hafa verið sigtuð og eru tilbúin til greiningar. Botnsýni hafa verið tekin í Tjaldanesi af öðru fyrirtæki en NAVE, fyrir Arnarlax í Arnarfirði.

Á mynd 2 má sjá fiskeldissvæði Arnarlax samkvæmt núgildandi starfsleyfis og hvar sýni hafa verið tekin í Arnarfirði til ársins 2015.



Mynd 2. Eldissvæði skv. rekstrarleyfi Arnarlax og botndýrasýnatökur frá 2001-2015. Mynd: nave@2013, bætt við sýnum 2015.

Straumar

Hafrannsóknarstofnun gerði rannsóknir á straumum í Arnarfirði árið 2001 (Jóhannes Briem 2002) og 2005-2006 en aðeins hluti af niðurstöðunum úr síðari rannsókninni hefur verið birtur í fyrirlestur (Héðinn Valdimarsson o.fl. 2012). Náttúrustofa Vestfjarða mældi straum út af Baulhúsum í Arnarfirði í desember 2010 og janúar 2011 (Böðvar Þórisson o.fl. 2011).

Súrefni

Náttúrustofa Vestfjarða gerði mælingar á súrefni (Mynd 3) frá yfirborði og niður að sjávarbotn á fjórum stöðvum í Arnarfirði og er ein staðsetningin við Haganes. Skýrsla kom út árið 2011 (Böðvar Þórisson o.fl. 2011). Hafrannsóknarstofnunin mældi súrefni á sjö stöðum sumarið 2010 (Héðinn Valdimarsson o.fl. 2012). Einnig eru til óbirt gögn um súrefni í Vestfirskum fjörðum (Jón Ólafsson 2005).

Sjávarhiti

Hafrannsóknarstofnun gerði athuganir á sjávarhita árin 2005 og 2006 og hefur hluti af niðurstöðum frá stöðunum verið birtur í fyrirlesturum (sjá t.d. Héðinn Valdimarsson 2012). Atvinnuþróunarfélag Vestfjarða stóð fyrir sjávarhitamælingu í Fossfirði í rúmt ár, 2009-2010. Náttúrustofa Vestfjarða mældi sjávarhita í tæpar sex vikur um áramótin 2010-11 (Böðvar Þórisson o.fl. 2011).

Selta

Hafrannsóknarstofnun mældi seltu árið 2001 (Jóhannes Briem 2002) og 2010 (Héðinn Valdimarsson o.fl. 2012).

Efnamælingar

Hafrannsóknarstofnun og Mátis gerðu rannsókn á sjávarseti með kjarnasýnatöku árið 2004. Eftirfarandi ólífræn snefilefni voru greind í setsýnum: arseník (As), kadmíum (Cd), kóbalt (Co), króm (Cr), kopar (Cu), járn (Fe), kvikasilfur (Hg), nikkell (Ni), blý (Pb), vanadíum (V), sink (Zn) og magn kolefnis (TOC) (Helga Gunnlaugsdóttir o.fl. 2007). Lítið hefur verið birt af öðrum efnamælingum úr sjó og sjávarbotni í Arnarfirði. Almenn framkvæma fiskeldisfyrirtæki efnamælingar eins og er sagt í starfsleyfum þeirra en gögnin eru ekki birt í skýrslum/greinum heldur send til stofnanna eins og t.d. Umhverfisstofnunar. Lítið er því birt af niðurstöðum efnamælinga í Arnarfirði og öðrum fjörðum.



Mynd 3. Súrefnismælingar

Vöktunaráætlun 2015-2020

Sett voru seiði í kvíar við Haganes árið 2014 sem verða tilbúin til slátrunar 2016. Á Tjaldaneseyrum voru seiði sett út í kví árið 2015 og verða tilbúin til slátrunar 2017. Þá verður Hringsdalur og Kirkjuból í hvíld þegar Hlaðsbót/Tjaldaneseyrar og Haganes/Steinanes eru í notkun (sjá Tafla 1). Samkvæmt 3.gr reglugerðar nr. 401/2012 um fiskeldi á hvíldartími svæða að vera að minnsta kosti 90 dagar. Þótt reglugerð kveður á um ákveðinn lármarks hvíldartíma á fiskeldissvæðum verður að meta hvert og eitt svæði með tilliti til niðurstaðna sýnataka vegna mismunandi umhverfisaðstæðna og gæti þessi tími þurft að vera lengri.

Tafla 1. Áætlun um útsetningu seiða (x), slátrun (o).

Svæði	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Haganes	x		o	x		o	x
Steinanes				x		o	x
Hlaðsbót					x		o
Tjaldneseyrar		x		o	x		o
Hringsdalur			x		o	x	
Kirkjuból						x	

Staðsetning fiskeldissvæða

Arnarlax er með sjókvíaelði á tveimur svæðum; við Haganes, sem er við Bíldudal, og við Tjaldaneseyrar. Fyrirhugað er að bæta við fiskeldissvæðunum (Mynd 4): við Steinanes, Hringsdal, Hlaðsbót og við Kirkjuból. Hornhnit (aukastafir á mínútur, e. decimal minutes) svæðanna er:

A) Við Tjaldaneseyrar á svæði sem markast af eftirfarandi hnitum:

- 1) 65°45.420'N – 23°33.620'V
- 2) 65°44.950'N – 23°34.080'V
- 3) 65°44.600'N – 23°32.090'V
- 4) 65°45.160'N – 23°31.750'V

B) Við Haganes á svæði sem markast af eftirfarandi hnitum:

- 1) 65°40.210'N – 23°32.730'V
- 2) 65°41.240'N – 23°33.440'V
- 3) 65°41.030'N – 23°33.810'V
- 4) 65°40.720'N – 23°33.770'V
- 5) 65°40.320'N – 23°33.400'V
- 6) 65°40.180'N – 23°33.060'V

C) Við Steinanes sem markast af eftirfarandi hnitum:

- 1) 65°40.890'N – 23°28.000'V
- 2) 65°40.610'N – 23°28.420'V
- 3) 65°40.480'N – 23°27.680'V
- 4) 65°40.650'N – 23°27.320'V

D) Við Hringsdal sem markast af eftirfarandi hnitum:

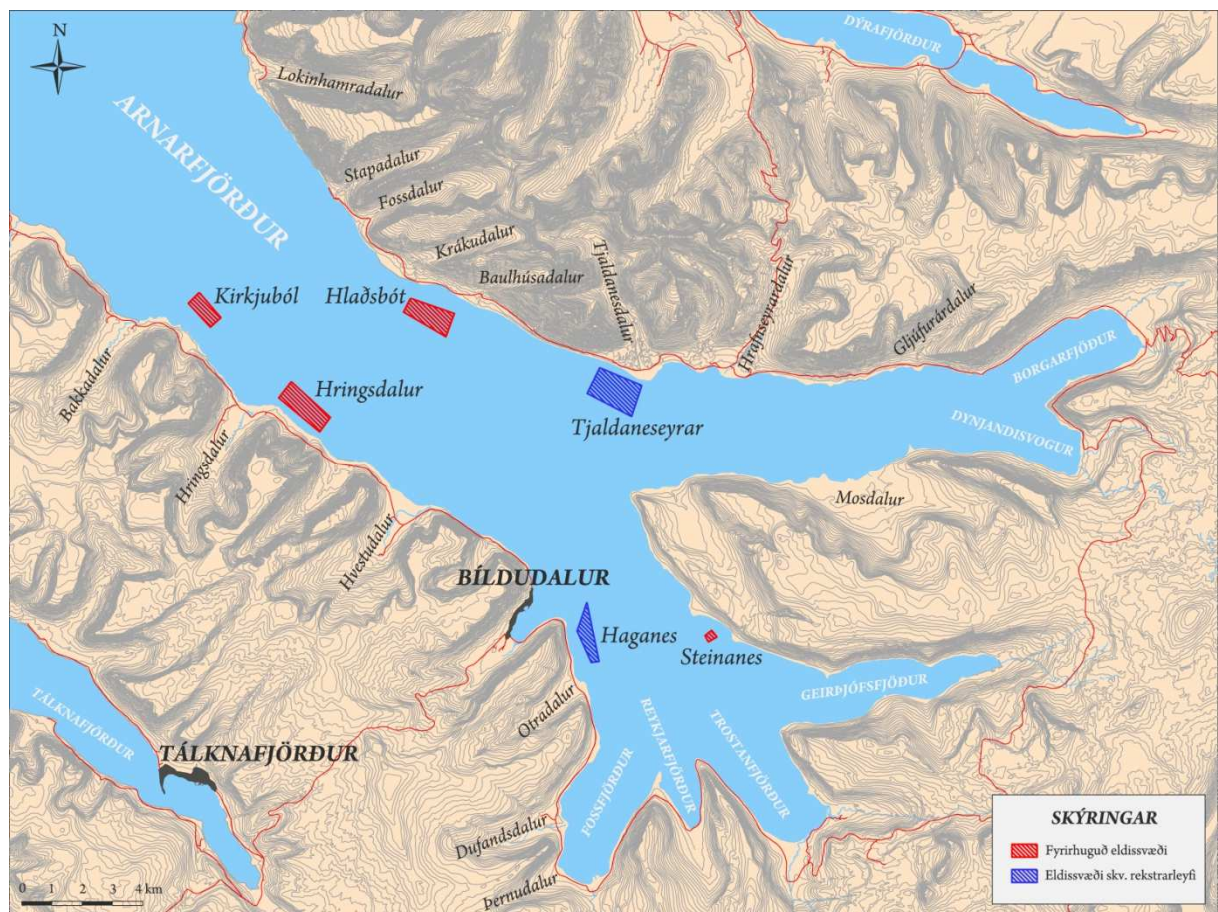
- 1) 65°44.460 N - 23°47.470 V
- 2) 65°44.770 N - 23°46.860 V
- 3) 65°44.190 N - 23°45.060 V
- 4) 65°43.920 N - 23°45.470 V

E) Við Hlaðsbót sem markast af eftirfarandi hnitum:

- 1) 65°46.152 N - 23°42.247 V
- 2) 65°46.406 N - 23°41.993 V
- 3) 65°46.194 N - 23°40.053 V
- 4) 65°45.771 N - 23°40.340 V

F) Við Kirkjuból sem markast af eftirfarandi hnitum:

- 1) 65°45.628 N – 23°50.524 V
- 2) 65°45.808 N – 23°50.102 V
- 3) 65°46.224 N – 23°51.120 V
- 4) 65°46.018 N – 23°51.552 V

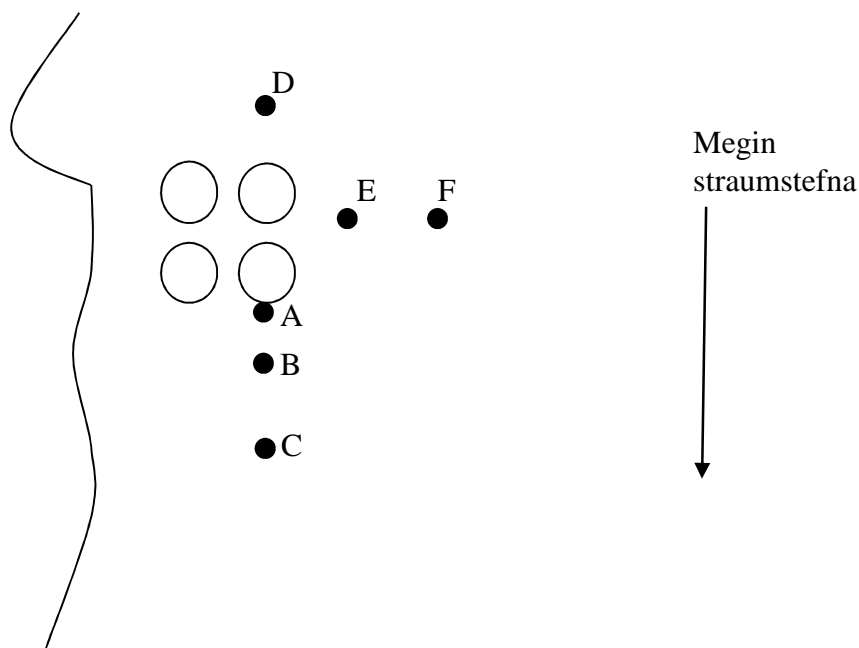


Mynd 4. Fyrirhuguð staðsetning eldissvæðis fyrir sjókvíar við Steinsnes, Hringsdal, Hlaðsbót og Kirkjuból í Arnarfirði. Arnalax hefur rekstrarleyfi fyrir 3.000 tonna eldi í sjókvíum við Haganes og Tjaldaneseyrar. Mynd: NAVE/HBA.

Staðsetning sýnatökustöðva

Reynsla Náttúrustofunnar sýnir að uppsöfnun lífrænna leifa frá fiskeldi á sjávarbotn sé á afmörkuðu svæði, aðallega innan 50 m frá kví en fer auðvitað eftir sjávardýpi, styrk strauma, megin straumstefnu og framleiðslu á svæðinu. Sex stöðvar ættu að vera lágmark stöðva fyrir hvert svæði til að sjá dreifingu á lífrænum leifum og áhrif þeirra á botndýralíf. Þegar reynsla er komin á svæðið eftir eitt tímabil (útsetning, slátrun og hvíldartíma) ætti að vera hægt að minnka sýnatökustöðvar niður í fjórar stöðvar á hverju svæði.

Fyrir hverja kví (kvíabyrpingu) eru settar út að minnsta kosti sex sýnatökustöðvar (mMynd 5): ein við kví (A), ein 25m frá kví (B), ein í 60m fjarlægð frá kví (C) allar í megin straumstefnu. Ein stöð skal vera 25m frá kví þvert á megin straumstefnu (D) og ein 25m lengra frá landi (E), ein um 60m frá kví dýpra frá landi (F). Að auki er tekin ein viðmiðunarstöð í upphafi og verður hún staðsett vel utan áhrifasvæðið (>500 m) en mun vera með samsvarandi botngerð og dýpi eins og er á fiskeldissvæðinu. Þessi viðmiðunarstöð er ekki nauðsynleg ef sýnataka hefur farið fram áður en fiskeldi á svæðinu hófst. Samkvæmt núverandi starfsleyfi Arnarlax eru tvær staðsetningar fyrir fiskeldissvæðin (Haganes og Tjaldaneseyrar) en eins og áður sagði er fyrirhugað að bæta við fjórum svæðum (Steinanesi, Hringsdal, Hlaðsbót og Kirkjubóli) (mynd 4). Staðsetningar á sýnatökustöðvum er eins fyrir þær allar en viðmiðunarstöð er ekki sýnd á myndinni.



Mynd 5. Uppsetning sýnatökustöðva út frá kvíum og megin straumstefnu. A (0m frá kví), B (25m frá kví), C (60m frá kví), D (25m frá kví), E (25 m frá kví), F (60m frá kví).

Tæki

Notuð verður Van Veen greip (200 cm² eða 250 cm²). Greipin er látin síga opin til botns og hún lokast þegar hún er hífð. Ef greip lokast ekki þá er sýnið ekki marktækt og því hent (Mynd 6).

Sýni eru sigtuð með 0,5 mm sigti. Öflugar víðsjár (Leica MZ 6 og 12) eru notaðar til að greina dýralíf í sýnunum. Allar stöðvar eru hnitsettar með gps tæki (hnit: aukastafir á mínútur – e. decimal minutes).



Mynd 6. Van Veen greip. Steinar hafa sígað og greipin er hífð og því sýnið ekki marktækt.

Vöktun á botni á fiskeldissvæðunum

Botndýraathuganir hafa verið gerðar við Haganes (Þorleifur Eiríksson o.fl. 2010) (óbirt gögn, Náttúrustofan 2014, 2015). Athuganir hafa þó verið gerðar víða í Arnarfirði og er því botndýralífið í Arnarfirði nokkuð vel þekkt.

Þegar sjókvíar hafa verið staðsettar þá þarf að taka botnsýni á sex stöðvum áður en eldið hefst. Tekin eru þrjú sýni á hverri stöð fyrir botndýragreiningar. Tvö til þrjú kornasýni verða tekið á hverju svæði áður en fiskeldi hefst. Eitt sýni á stöð er tekið fyrir efnamælingar. Efnasýni eru tekin fyrir fyrstu útsetningu á nýju svæði og reglulega áður en eldi hefst á hverju tímabili.

Tíðni sýnatöku

Tíðni sýnatöku er lýst í Tafla 2. Útsetning seiða hófst við Haganes árið 2014 og við Tjaldaneseyrar 2015. Hver kynslóð er 18-24 mánuði í kví en slátrun gæti hafist á bilinu 15-18 mánuði og henni lokið í síðasta lagi tveimur árum eftir útsetningu seiða. Sýnataka hefst áður en útsetning seiða fer fram og síðan næst þegar fóðrun lýkur eða dregið hefur úr fóðrun. Þriðja sýnatakan er áður eða um það leiti sem næsta útsetning fer fram á sömu staðsetningu. Niðurstöður úr þessum þremur sýnatökum gefa mynd af áhrifum fiskeldisins á sjávarbotninn og verður vöktunaráætlunin endurskoðuð með tilliti til þeirra niðurstaðna.

Tafla 2. Sýnatöku áætlun 2015-2020. Rauð lína er tímabil þar sem svæðin eru hvíld. Tegund sýna eru merkt í sviga fyrir aftan fjölda stöðva (st), (B) Botnsýni, (E) efnasýni, (S) sjósýni, (K) kornastærðarsýni.

Ár	Haganes		Steinanes	
	Sýnataka	Lýsing	Sýnataka	Lýsing
2015	4 st.(B)* ? st (E)*			
2016	6 st.(B) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma		
2017	6 st.(B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S) 2-3 st. (K)	Fyrir útsetningu.
2018				
2019	4 st. (B) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma
2020	4 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu
Ár	Hlaðsbót		Tjaldaneseyrar	
	Sýnataka	Lýsing	Sýnataka	Lýsing
2015			? st (B) ? st. (E)	Fyrir útsetningu
2016				
2017			6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma
2018	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S) 2-3 st. (K)	Fyrir útsetningu	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu
2019				
2020	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma	4 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma
Ár	Hringsdalur		Kirkjuból	
	Sýnataka	Lýsing	Sýnataka	Lýsing
2015				
2016	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S) 2-3 st. (K)	Fyrir útsetningu	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S) 2-3 st. (K)	Fyrir útsetningu
2017				
2018	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Í kringum slátrunartíma
2019	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu	6 st. (B) 3 st. (E) 1 st. (S)	Fyrir útsetningu
2020				

* Sýni tekin vegna rannsóknarverkefnis.

Meðhöndlun sýna

Öllum sýnum er lýst með tilliti til lykta, lits, setgerðar og hvort lifandi dýr sjáist. Botndýrasýnin fá um 10% formalín og er formalíninu hellt af sýnunum eftir 2-5 daga og 70% alkahól er sett í staðinn. Sýnin er síðan sigtuð með 0,5 mm sigti eftir eina til tvær vikur. Eftir það eru dýrin tánd úr og þau greind til tegunda eða hópa.

Kornstærðarsýnin fara í geymslu til að byrja með.

Efnasýnin fara strax í frost (-20°C) um leið og þau eru komin í land. Þau eru síðan send til rannsóknarstöðva, sem eru í flestum tilvikum erlendis.

Úrvinnsla á sýnum, skýrslugerð

Flest botndýr eru greind til tegunda en í sumum tilvikum er hærri flokkun látin duga (t.d. ættkvísl, ætt). Skrifað er minnisblað (stutt skýrsla) um hvert svæði þar sem koma fram sýnatökustaðir, aðferðir, tegundagreiningar o.fl. Lokaskýrsla er skrifuð um hvert fiskeldissvæði eftir eitt fiskeldistímabil, eða eftir þrjár sýnatökur á því svæði.

Í botnseti er mælt: heildar lífrænt kolefni (TOC), heildar nitur (N), heildar fosfór (P) og heildar brennisteinn (S).

Vöktun á strandsjó

Arnarlax mun vera með sjávarhitamæla á fiskeldissvæðum í Arnarfirði. Einn mælir verður á hverju fiskeldissvæði. Mælarnir verða sírtar og mæla þeir á 30 mínúta fresti. Mælar á föstum staðsetningum í kringum landið eru flestir á 5 m dýpi og verða þessir mælar það einnig. Lesið verður á mælanna á 12-14 mánaða fresti.

Sjósýnataka verður á svipuðum tíma og botnsýnatökurnar eru áætlaðar (tafla 1). Tekið er eitt sjósýni á hverri stöð og að auki er tekið eitt sýni á viðmiðunarstöð í hverri sýnatöku, samtals fjögur sýni. Hvert sýni er tekið 1 L flösku u.þ.b. 20-30 cm neðan sjávaryfirborðs. Sýnum verður komið fyrir í kæliboxi og þau send fljótt til efnagreininga á heildar nitur (N) og fosfór (P).

Vöktunarskýrsla

Samkvæmt 3.2 grein starfsleyfis Arnarlax þá þarf að senda árlega skýrslu um niðurstöður mælinga og skráninga fyrir 1. maí ár hvert. Í leiðbeiningablaði UST er ekkert sagt um tímasetningar á vöktunarskýrslum en það er talað um allar niðurstöður skuli koma þar fram og túlkun á niðurstöðum.

Arnarlax mun skila niðurstöðum mælinga og skráninga árlega en taka verður þó fram að sumir vöktunarþættir eru gerðir með lengra millibili en eitt ár og koma því ekki niðurstöður fram nema á 3-4 ára fresti. Sumar árlegar vöktunarskýrslur geta því verið efnislitlar en gefa samt mynd af því hvað hefur verið gert á einu ári og hvert framhaldið sé, t.d. hvenær má vænta niðurstaðna. Arnarlax mun síðan skila til UST sérfræðiskýrslum um botndýr þegar þær verða tilbúnar og niðurstöðum um efnamælingar. Gert verður einnig grein fyrir þeim niðurstöðum í vöktunarskýrslum.

Samkvæmt þessari vöktunaráætlun gæti árlegar vöktunarskýrslur fjallað a.m.k. um sýnatöku á einu fiskeldissvæði og á 3-5 ára fresti yrðu teknar saman niðurstöður yfir þrjár sýnatökur á einu svæði (Tafla 3).

Tafla 3. Árlegar vöktunarskýrslur og megin efniviður þeirra.

Ár	Skil	Efniviður
2015	1.5.2016	Tjaldaneseyrar: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó.
2016	1.5.2017	Haganes, Hringsdalur og Kirkjuból: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó.
2017	1.5.2018	Haganes, Steinanes og Tjaldaneseyrar: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó. Niðurstöður þriggja sýnataka teknar saman.
2018	1.5.2019	Hlaðsbót, Tjaldaneseyrar Hringsdalur og Kirkjuból: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó.
2019	1.5.2020	Hringsdalur, Kirkjuból, Haganes og Steinanes: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó.
2020	1.5.2021	Haganes, Steinanes, Hlaðsbót og Tjaldaneseyrar: Botnsýnataka og efnamælingar í seti og sjó. Niðurstöður þriggja sýnataka teknar saman.

Heimildir

Böðvar Þórisson, Cristian Gallo og Þorleifur Eiríksson. 2010. *Botndýrarannsóknir á þremur svæðum í Arnarfirði 2010*. Unnið fyrir Fjarðalax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 8-10.

Böðvar Þórisson, Georg Haney og Þorleifur Eiríksson. 2011. *Straum- og súrefnismælingar í Arnarfirði: desember 2010 og janúar 2011*. Unnið fyrir Arnarlax. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 02-11.

Helga Gunnlaugsdóttir, Guðjón Atli Sveinsson, Guðmundur Víðir Helgason, Rósa Jónsdóttir, Ingibjörg Jónsdóttir, Þuríður Ragnarsdóttir og Sasan Rabieh. 2007. *Ólífræn snefilefni í lífverum við NV-land*. Matís 44-07.

Héðinn Valdimarsson, Steingrímur Jónsson og Magnús Daníelsen. 2012. *Straumar og ástand sjávar í Íslenskum fjörðum*. Ráðstefna Hafrannsóknarstofnunarinnar í Norræna Húsinu, 30. mars 2012. Nytjastofnar og Náttúra á grunnsævi. Hafrannsóknarstofnunin. Sótt 22. Ágúst 2013: <http://www.hafro.is/grunnsaevi-radstefna/GlaerurVeggdpjold/Hedinn.Steingr.Magnus.straumar.astand.pdf>

Hugrún Gunnarsdóttir, Þórhildur Guðmundsdóttir, Arnór Þ. Sigfússon, Kristján H. Ingólfsson, Áki Thoroddsen. 2014. *Aukning framleiðslu Arnarlax á laxi í sjókvíum í Arnarfirði um 7.000 tonn á ári*. Mat á umhverfisáhrifum. Frummatskýrsla. Verkís.

Jón Ólafsson. 2005. *Súrefni í Vestfirskum fjörðum haustið 1974*. Óbirt handrit. Hafrannsóknarstofnun, 6 bls.

Þorleifur Eiríksson, Cristian Gallo og Böðvar Þórisson. 2010. *Botndýraathuganir í Arnarfirði 2010*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 16-10.

Þorleifur Eiríksson og Böðvar Þórisson. 2013. *Vöktunaráætlun 2014-2019 fyrir Arnarlax hf. Laxeldi í sjó við Haganes og Tjaldaneseyrar í Arnarfirði*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 20-13.

Þorleifur Eiríksson og Hafsteinn H. Gunnarsson. 2002. *Botndýr í Arnarfirði*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 4-02.