

Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á tveimur svæðum í Arnarfirði 2022

Monitoring sea lice on wild salmonids and comparison between two places in Arnarfjörður,
Iceland 2022



Margrét Thorsteinsson

NV nr. 23-24

Ágúst 2024

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning: Ágúst 2024
Skýrsla nr: NV nr. 23 - 24	Verknúmer: 629	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til: ☐ Háð leyfi verkkaupa
Heiti skýrslu: Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á tveimur svæðum í Arnarfirði 2022 / Monitoring sea lice on wild salmonids and comparison between two places in Arnarfjörður, Iceland 2022		Blaðsíður: 44
		Upplag: 9
Höfundur: Margrét Thorsteinsson		Kort, myndir, töflur: 39
		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaskýrsla
Verkefnisstjóri: Margrét Thorsteinsson		Unnið fyrir: Náttúrustofu Vestfjarða með styrk frá Umhverfissjóði sjókvíaeldis
Lykilorð íslensk: Laxalús, fiskilús, sjóbirtingur, sjóbleikja, tíðni, þéttni, álag, lýs/g, áhættumörk laxalúsa		Lykilorð ensk: Salmon lice, fish lice, sea trout, Arctic charr, prevalence, abundance, intensity, lice/g, Salmon lice Risk index
Undirskrift verkefnastjóra: 		Yfirfarið af: Kristjana Einarsdóttir

ÚTDRÁTTUR

Þessi rannsókn kannar tíðni og álag af völdum sjávarlúsa á villtum laxfiskum á tveimur svæðum í Arnarfirðinum, annars vegar Trostansfirði og hins vegar við Hvestu. Fyrsta rannsóknin sem var gerð hér við land var árið 2014. Niklas Karbowski kannaði þá Trostansfjörð ásamt tveimur öðrum svæðum í Arnarfirði. Það ár var tíðni sjávarlúsa á villtum laxfiskunum há miðað við lítið umfang laxeldis og lúsaálag lágt.

Náttúrustofan framkvæmdi rannsókn í Trostansfirði árin 2017 og 2020 og í bæði skiptin mældust tíðni og álag af völdum laxalúsa á villtum laxfiskum hátt. Tilgangur þessarar rannsóknar var að kanna hvort munur sé á lúsaálagi milli svæða innan fjarðarins og reyna að svara því hvort Trostansfjörður endurspegli mögulega stóran fjörð eins og Arnarfjörðinn.

Í þessari rannsókn var enginn villtur laxfiskur án laxalúsa og niðurstöður eiga aðeins við um sjóbirtinga, tveimur löxum var sleppt ósködduðum. Niðurstöður benda til að munur sé á milli svæða í Arnarfirði. Áhætta vegna laxalúsa mældist hærri við Hvestu en í Trostansfirði og þær fiskilýs sem fundust voru flestar á sjóbirtingum við Hvestu. Mögulega er viðvarandi lúsasmit frá eldiskvíum, en þær voru í meiri nálægð við sýnatökusvæðið við Hvestu en í Trostansfirði og í eldiskvíunum voru fiskilýs algengastar.

Sjóbirtingahópur sem var minni en 150 grömm á seinna tímabilinu í Trostansfirði árið 2022 mældist í 13% áhættu og fékk gulan lit, sem þýðir meðal áhætta en aðrir sjóbirtingahópar voru mældir í mikilli áhættu og fengu rauðan lit samkvæmt áhættumörkum laxalúsar (Salmon lice Risk index).

Rannsóknin var styrkt af Umhverfissjóði sjókvíaeldis.

ABSTRACT

This research on sea lice on wild salmonids was conducted in Trostansfjörður and Hvesta in Arnarfjörður. The first survey on sea lice on wild salmonids in Iceland was conducted in 2014 by Niklas Karbowski in Trostansfjörður and two other places in Arnarfjörður. In 2014 the sea lice prevalence was rather high and sea lice intensities was low, like in fjords with no aquaculture.

When Náttúrustofa Vestfjarða conducted surveys in Trostansfjörður in 2017 and 2020 the prevalence and intensities of salmon lice on wild salmonids was high. The purpose of the survey from 2022 is to explore whether there are differences between areas within the fjord in the lice load and try to answer whether Trostansfjörður possibly reflects a big fjord like Arnarfjörður.

None of the salmonids in this research were free of salmon lice and only sea trout's were caught, two salmon were released unharmed. The main findings in this research were that the risk of population-reducing effect due to salmon lice, was higher for sea trout at Hvesta than in Trostansfjörður. Most of the fish lice found was on sea trout in Hvesta. That is possibly caused by persistent sea lice infestation from the sea cages, which were much closer to the sampling area at Hvesta than Trostansfjörður and fish lice were the most common sea lice species on the farmed salmon in the sea cages.

Sea trout group weighing less than 150 g in the second period in Trostansfjörður in 2022, was rated at 13% risk and were given a yellow colour, which means that the group is at medium risk, but other sea trout groups were assessed at high risk and given a red colour according to the Salmon lice Risk index.

This research was funded by Umhverfissjóður sjókvíaeldis.

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR	iii
ABSTRACT	iv
MYNDA- OG KORTASKRÁ	vi
TÖFLUSKRÁ	viii
INNGANGUR	1
Sýnatökusvæði og fyrri rannsóknir	4
Sjávarlúsatalning í sjókvíum árið 2022	7
AÐFERÐIR	11
Sýnataka	11
Greining sjávarlúsa og laxfiska	12
NIÐURSTÖÐUR	16
Laxfiskar í Arnarfirði	16
Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa	19
Sjáanleg ummerki eftir sjávarlús á laxfiskum	22
Hita- og seltustig sjávar	27
UMRÆÐUR OG SAMANBURÐUR Á MILLI ÁRA	28
Samanburður á milli svæða innan Arnarfjarðar árið 2022	28
Laxfiskar í Arnarfirði	29
Laxalús og fiskilús	29
Tíðni og álag af völdum sjávarlúsa	30
Sjáanleg ummerki og þroskastig sjávarlúsa	32
Hita- og seltustig sjávar	34
Áframhaldandi rannsóknir	35
ÞAKKIR	36
HEIMILDIR	37
VIÐAUKI I	42

MYNDA- OG KORTASKRÁ

Mynd 1. Lífsferill laxalúsarinnar (<i>Lepeophtheirus salmonis</i>) – Salmon louse lice cycle. Mynd/Graphic design: Kari Sivertsen, NINA. Sótt/Uploaded a work from Thorstad E.B. o.fl. 2013.	2
Mynd 2. Baptiste Fatras að leggja net á sýnatökusvæði við Hvestu. Í bakgrunni sjást kvíar Arctic Sea Farm – Baptiste putting out gill nets at sampling side in Hvesta. Sea cages from Arctic Sea Farm in the background. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.....	6
Mynd 3. Halldór Árnason að leggja net á sýnatökusvæði í Trostansfirði – Halldór putting out gill nets at sampling side in Trostansfirði. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.	6
Mynd 4. Sjávarlúsatalning Arctic Sea Farm í Hvestudal 2022 – Sea lice counting Arctic Sea Farm in Hvestudal 2022.....	7
Mynd 5. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Hringsdal 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Hringsdal 2022.....	7
Mynd 6. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Haganesi 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Haganesi 2022.....	8
Mynd 7. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Fossfirði 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Fossfirði 2022.	8
Mynd 8. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Tjaldanesi 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Tjaldanesi 2022.	9
Mynd 9. Halldór Árnason að framkvæma mælingu á hita- og seltustigi sjávar og er síðan að prófa nýja aðferð við að grófhreinsa net. – Halldór measuring temperature and salinity at the sampling side and on his boat trying new method in cleaning nets. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.	11
Mynd 10. Baptiste Fatras framkvæmir mælingar, tekur sýni og ténir lýs af fiskunum. Lýsnar voru síðan greindar til tegunda og flokkaðar eftir því á hvaða lífsferilsstigi þær voru – Baptiste picking the sea lice off the fish, measuring the fish and taking scales, tissues and otoliths. The sea lice were analysed to species and their life stages. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.	13
Mynd 11. Margrét Thorsteinsson að losa og sleppa laxi og stórum sjóbirtingi við Hvestu – Margrét releasing salmon and big brown trout at Hvesta. Myndband/Video: BF/Nave©2022.....	16
Mynd 12. Þyngd veiddra sjóbirtinga eftir tímabili I og II og svæðum í Arnarfirði – Weight of sea trout caught in period I and II in Trostansfjörður and Hvesta.	17
Mynd 13. Fjöldi sjóbirtinga, flokkaðir eftir kyni og stærð á tímabili I í Trostansfirði og Hvestu.– Number of female (hrygna) and male (hængur) anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g in period I, in Trostansfjörður and Hvesta (14 sea trout were caught and 8 sea trout was identified to sex).....	17
Mynd 14. Fjöldi sjóbirtinga flokkaðir eftir kyni og stærð á tímabili II í Trostansfirði og Hvestu.– Number of female (hrygna) and male (hængur) anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g in period II in Trostansfjörður and Hvesta (18 sea trout were caught and 17 sea trout were identified to sex).	18
Mynd 15. Kynþroskastig hrygna og hænga minni og stærri en 150 g – Maturity stage 1.2.3 and 4 of 25 female and male anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g.	18
Mynd 16. Hlutfall mismunandi þroskastiga/lífsferilsstiga laxa- og fiskilúsa á villtum sjóbirtingum á tímabili I árið 2022 - Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus 1, chalimus 2, pre adult and adult female and male and adult female with eggstrings. Fish lice; chalimus 4 female and male, adult female, adult female with eggstrings on wild sea trout in period I in the year 2022.	22
Mynd 17. Hlutfall mismunandi þroskastiga/lífsferilsstiga laxa- og fiskilúsa á villtum sjóbirtingum á tímabili II árið 2022 - Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus 1, chalimus 2, pre adult and adult female and	

male, and adult female with eggstrings. Fish lice; chalimus 4 female and male, adult female and adult female with eggstrings on wild sea trout in period II in the year 2022.	23
Mynd 18. Áverkar af völdum sjávarlúsa á tímabilum I og II í Trostansfirði. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal og mikið uggaslit eða bit. Sea trout with visualised nothing (ekkert), small (lítið), medium (meðal) or much (mikið) damaged fins and bites in the first and second period in Trostansfjörður. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.	24
Mynd 19. Áverkar af völdum sjávarlúsa á tímabilum I og II, við Hvestu 2022. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal og mikið uggaslit eða bit. Sea trout with visualised; nothing (ekkert), small (lítið), medium (meðal) or much (mikið) damaged fins and bites in the first and second period in Hvesta. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.	25
Mynd 20. Sjávarlús á bakugga – Sea lice on the dorsal fin. Mynd/Photo: MT/Nave©2022	26
Mynd 21. Sjáanleg slit á bakugga. Visible injuries on dorsal fin. Myndir/Photos: MT/Nave©2022	26
Mynd 22. Hlutfall sjávarlúsa eftir þroskastigi á fyrsta tímabilinu í T = Trostansfirði árið 2017, 2020 og 2022 og H = Hvestu árið 2022 - Proportion of L = salmon lice and F = fish lice, in T = Trostansfirði in period I, in the year 2017, 2020 and 2022 and in H = Hvestu in period I in the year 2022. Life cycle stages: Sessile lice (Fastar lús), pre female (ung KvK), female (KvK), female with eggstrings (KvK egg), pre male (ung KK), male (KK).	32
Mynd 23. Sýnataka á 3 tímabilum árið 2017 í Trostansfirði – Sampling period I, II and III, in the year 2017 in Trostansfirði.	33
Mynd 24. Hlutfall sjávarlúsa eftir þroskastigi á seinna tímabilinu í T = Trostansfirði árið 2017, 2020 og 2022 og H = Hvestu árið 2022. Árið 2017 voru þrjú tímabil og í mynd 23 er tímabili 2 (30 vika) sleppt og tímabil 3 (36 vika) notað til samanburðar - Proportion of L = salmon lice and F = fish lice, in T = Trostansfirði in period II, in the year 2017, 2020 and 2022 and in Hvestu in period II, in the year 2022. Live cycle stages: Sessile lice (Fastar lús), pre female (ung KvK), female (KvK), female with eggstrings (KvK egg), pre male (ung KK), male (KK), chalimus 4 female (chal 4 KvK), chalimus 4 male (chal 4 KK). In the year 2017 sampling took place in period I, II and III; in week 27, 30 and 36 (see picture 23), for comparison between years, period III (week 36) is shown in this picture.	33
Kort 1. Sýnatökusvæði árið 2022 (rauðir fylltir hringir) og áranna 2014, 2017 og 2020 (rauðir tómir hringir). Sjókvíar í notkun í 26–38 viku árið 2022 (bláir fylltir hringir). Sjókvíar í hvíld "Steinanes" og svæði sem ekki hafa verið tekin í notkun "Hlaðsbót, Lækjarbót og Kirkjuból" (bláir tómir hringir) - Sampling sites 2022 (red filled circles) and sampling sites in 2014, 2017 and 2020 (red empty circles). Sea cages with salmon in week 26-38 in 2022 (blue filled circles). Sea cages at following time in Steinanes (blue empty circle) and the other three sites (blue empty circles) have not been put into use. Kort/Map: HBA/Nave©2023.	5

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Tími veiða og umhverfismælinga – Time of fishing and measurements of heat and salinity in seawater.	11
Tafla 2. Flokkun laxalúsar og fiskilúsar í þessari rannsókn – Classification of <i>Lepeophtheirus salmonis</i> and <i>Caligus elongatus</i> in this study.	12
Tafla 3. Tafla fyrir áhættumörk og dánartíðni fiska af mismunandi stærð - Criteria for risk limits and mortality of sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g. Tafla/Table from Taranger (2012).	14
Tafla 4. Áætluð dánartíðni laxfiska minni en 150 g. - Estimated mortality of salmonid group < 150 g. Tafla/Table from Taranger (2012).	15
Tafla 5. Áætluð dánartíðni laxfiska stærri en 150 g. Estimated mortality of salmonid group > 150 g. Tafla/Table from Taranger 2012).	15
Tafla 6. Meðalþyngd og meðallengd veiddra sjóbirtinga - Fork length, total length and weight of the sea trout caught in period I and II.	16
Tafla 7. Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa á villtum laxfiskum í Trostansfirði og Hvestu – Salmon lice prevalence, abundance, and intensity on wild salmonids in Trostansfirði and Hvestu.	19
Tafla 8. Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa á villtum laxfiskum í Arnarfirði – Salmon lice prevalence, abundance, and intensity on wild salmonids in Arnarfirði.	19
Tafla 9. Fjöldi lúsasmitaðra sjóbirtinga eftir stærðarflokkum (minni og stærri en 150 g) og minnsta og mesta lúsaálag miðað við þyngd fisks á tímabili I og II - Salmon lice relative intensity per gram of weight on all infected sea trout weighing less and more than 150 g in period I and II.	20
Tafla 10. Álag af völdum laxalúsa á öllum lúsasmituðum sjóbirtingum og fjöldi sjóbirtinga minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi sjóbirtinga stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs/g - Salmon lice relative intensity on sea trout weighing less and more than 150 g. Number of sea trout weighing less than 150 g with more than 0,1 lice/g and number of sea trout weighing more than 150 g with more than 0,025 lice per gram.	21
Tafla 11. Áætluð dánartíðni vegna laxalúsaálags í laxfiskahópum minni og stærri en 150 g í Trostansfirði og Hvestu á tímabili I og II árið 2022 - Salmon lice risk Index results on salmonid group's weighing less and more than 150 g in Trostansfirði and Hvestu in period I and II in the year 2022.	21
Tafla 12. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu í Trostansfirði og Hvestu - Location in GPS coordinates in period I and II (tímabil), week number (vika), depth (dýpi) and measurement of salinity and heat at the seabottom in Trostansfirði and Hvesta.	27
Tafla 13. Áætluð dánartíðni vegna laxalúsaálags í laxfiskahópum minni og stærri en 150 g í Arnarfirði á tímabili I og II árið 2022 - Salmon lice risk Index results on salmonid group's weighing less and more than 150 g in Arnarfirði in period I and II in the year 2022.	31
Tafla 14. Hæsta og lægsta hita- og seltustig sem mældist í Arnarfirði á sýnatökutímabilinu 2017, 2020 og 2022 -The highest (>) and lowest (<) temperature (°C) and salinity (‰) measured in Arnarfirði in the sampling period 2017, 2020 and 2022.	34

INNGANGUR

Heitið sjávarlús á við um fjölbreytt sníkjudýr í hafinu sem sækja í mismunandi hýsla. Sjávarlús eins og laxalús af tegundinni *Lepeophtheirus salmonis* og fiskilús af tegundinni *Caligus elongatus* finnast hér við land á bæði villtum laxfiskum og laxfiskum í eldi. Í þessari skýrslu er aðeins átt við þessar tvær tegundir í umfjöllun um laxalús og fiskilús. Báðar tegundirnar hafa verið vandamál í sjókvíaelði laxfiska og aukin þéttleiki sjávarlúsa getur haft töluverð neikvæð áhrif á afkomu, atferli og stofnstærð villtra laxfiska (Thorstad o.fl. 2015). Á Íslandi hefur fiskilúsinn verið algengari en laxalúsinn á laxeldisfiskum (Gísli Jónsson 2021) en laxalúsinn hefur verið ríkjandi sjávarlúsategund á villtum laxfiskum (Karbowski N. 2015, Eva D. Jóhannesdóttir og Jón Ö. Pálsson 2016, Margrét Thorsteinsson 2018, 2019, 2021, 2022). Laxalúsinn *L. salmonis* er stærri en fiskilúsinn *C. elongatus* og almennt má segja að húðskemmd fiska sé í réttu hlutfalli við stærð lúsanna sem nærast á fiskunum (Pike og Wadsworth 2000).

Fáar rannsóknir hafa verið framkvæmdar innan sama árs á fleiri en einu svæði í öðrum fjörðum en Ísafjarðardjúpi, en Niklas Karbowski sem gerði fyrstu rannsóknina hér á landi árið 2014, kannaði Trostansfjörð ásamt tveimur öðrum svæðum í Arnarfirði. Það ár var tíðni sjávarlúsa á villtum laxfiskunum há miðað við lítið umfang laxeldis og lúsaálag lágt. Sjókvíaelði með lax hófst í Arnarfirði árið 2011 og talningar í sjókvíum árið 2014 sýndu engar og fáar sjávarlús á eldislöxunum.

Lúsaálag á villta laxfiska í Trostansfirði mældist hátt í rannsóknum Náttúrustofunnar, árin 2017 og 2020 og spurning hvort hægt sé að heimfæra þær niðurstöður á stóran fjörð eins og Arnarfjörð. Þess ber að geta að fiskeldisfyrirtækið Arnarlax fundaði með Náttúrustofunni til að fá upplýsingar um útreikninga sem gerðir voru árið 2020 og óskaði jafnframt eftir að framkvæmd yrði ítarlegri rannsókn í Arnarfirði, næst þegar sótt yrði um í Umhverfissjóð sjókvíaeldis. Ástæðan var vegna alvarlegra athugasemda, sem úttektaraðilar Aquaculture Stewardship Council (ASC)¹ gerðu vegna fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Arnarfirði og vísuðu í niðurstöður rannsóknar Náttúrustofunnar frá árinu 2020 (Margrét Thorsteinsson 2021).

Tilgangur þessarar rannsóknar var þríþættur. Í fyrsta lagi að kanna sjávarlúsasmit á villtum laxfiskum í Arnarfirði árið 2022, í öðru lagi að kanna hvort það finnst munur á sjávarlúsasmiti á villtum laxfiskum á milli tveggja svæða innan sama fjarðar og í þriðja lagi að bera niðurstöður saman við eldri rannsóknir sem gerðar hafa verið í Arnarfirði (sjá kort 1).

Leitast var við að svara eftirfarandi spurningum: 1) Er munur á fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum milli Trostansfjarðar og Hvestu? 2) Er munur á fjölda sjávarlúsa eftir nálægð við sjókvíar? 3) Er munur á fjölda sjávarlúsa á milli fyrsta og annars tímabils árið 2022? 4) Er munur

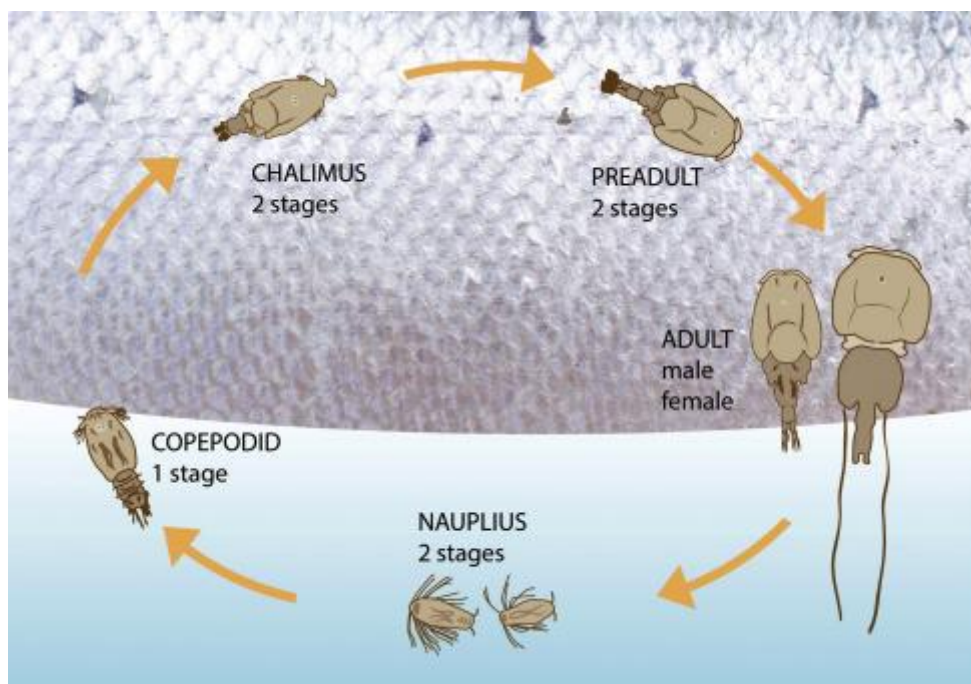
¹ Final report 30.9.2022 <https://www.asc-aqua.org/find-a-farm/ASC01680/>

á sjáanlegum ummerkjum eftir sjávarlús á fiskunum á milli tímabila? 5) Er munur á fjölda laxalúsa og fiskilúsa eftir staðsetningu? 6) Er munur á fjölda hrygna og hænga sem veiðast? 7) Er hita- og seltustig í Arnarfirði hagstætt fyrir sjávarlúsina? 8) Eru merkjanleg áhrif af sjókvíaelði í Arnarfirði?

Lífsferilsstig sjávarlúsa og dreifing þeirra

Sjávarlús eru krabbadýr sem hafa hamskipti nokkrum sinnum á lífsferlinum. Lífsferilsstig bæði laxalúsarinnar *L. salmonis* og fiskilúsarinnar *C. elongatus* eru 8, en ólíkt laxalúsinni þá hefur fiskilúsinn hamskipti í fasta lús (chalimus) fjórum sinnum og engin hamskipti í ungfyllorðna lús (pre-adult) (Hamre o.fl. 2013).

Eins og mynd 1 sýnir, þá sleppir kvenlúsinn eggjastrengjunum þegar eggin eru fullþroskuð og úr eggjunum klekjast sviflægar lirlfur (nauplius) sem berast áfram í sjónum og eftir því sem sjórinn er kaldari, er tími sviflægra lirlfa lengri. Þegar hitastig sjávar er 10 °C líða c.a. 4 dagar, þar til sviflægar lirlfur hafa hamskipti og umbreytast í smitstig lúsarinnar (copepodid) (Samsing o.fl. 2016). Smitstigið getur synt og borið kennsl á hreyfingu og lykt frá fiskum og getur auk þess kannað þá með snertingu áður en það festir sig á fiskinn með krókum sem eru fremst á höfði lúsarinnar (O'Shea 2005). Smitstigið hefur síðan hamskipti í fasta lús (chalimus 1) sem festir sig með þráði á fiskinn og nærast í gegnum þráðinn, þegar lúsinn stækkar hefur hún aftur hamskipti í stærri fasta lús (chalimus 2). Næstu hamskipti eru í ungfyllorðna laxalús (pre-adult 1) og þá getur lúsinn hreyft sig á fiskinum og notar sogskálar til að festa sig. Þegar þessu lífsferilsstigi er náð er talað um hreyfanlega lús, sem rífur í sig hold og blóð til að nærast. Þegar lúsinn stækkar hefur hún aftur hamskipti í stærri ungfyllorðna laxalús (pre-adult 2) og að lokum í fullorðna þroskaða lús (adult).



Mynd 1. Lífsferill laxalúsarinnar (*Lepeophtheirus salmonis*) – Salmon louse lice cycle. Mynd/Graphic design: Kari Sivertsen, NINA. Sótt/Uploaded a work from Thorstad E.B. o.fl. 2013.

Kynslóðatíminn er háður hitastigi, getur verið 4-9 vikur og er hraðari við hærri hitastig. Við 10 °C tekur það yfirleitt um 40 daga fyrir karllús að ná fullum þroska en 10 dögum lengur fyrir kvenlús (Johnson og Albright 1991, Pike og Wadsworth 2000, Finstad o.fl. 2007). Fullorðin kvenlús getur myndað egg í 11 skipti (Heuch o.fl. 2000) og fjöldi eggja getur verið allt að 700 egg í þöruðum eggjastrengjum í hvert skipti. Fiskilúsinn *C. elongatus* framleiðir færri egg en laxalúsinn (Brooker o.fl. 2018).

Venjulega klekjast egg sjávarlúsa á meðan þau eru áföst við kvenlúsina en ef lýsnar verða stressaðar geta þær losað sig við eggjastrengina (Schram 2000) án þess að það skaði fósturin í eggjunum, því fósturin halda áfram að þroskast í eggjastrengjunum. Streituvaldandi aðstæður skapast t.a.m. þegar þrengt er að fiskunum og við aflúsun. Rannsókn Asplin o.fl. (2013) sýndi að þegar egginn ná að klekjast út hjá kvenlúsinni var dreifing lirfa algengust 20-40 km. Eggjastrengir hins vegar eru þyngri og sökkva nærri kvíunum og egginn klekjast þar út en svífa ekki með straumum eins langt og svíflægar lirfur (Eisenhauer o.fl. 2020).

Sjávarlúsasmit á laxfiskum

Sjávarlýsnar *L. salmonis* og *C. elongatus* eiga sér náttúrulegan uppruna og geta flutt sig á milli villtra fiska og eldisfiska (Daszak o.fl. 2000). Ekki er vitað hvers vegna náttúrulegur fjöldi laxalúsa er mismunandi eftir árum, en það hefur verið tengt við breytingar á hitastigi og seltu (Boxaspen 2006).

Sjóbirtingar (*Salmo trutta*) og sjóbleikjur (*Salvelinus alpinus*) eru í ferskvatni eða ísöltu vatni yfir veturinn og fiskilúsinn *C. elongatus*, hefur mjög takmarkaðan líftíma í ferskvatni en laxalúsinn *L. salmonis* getur lifað þar í allt að 14 daga (Finstad o.fl. 1995). Þess vegna eru fiskeldislaus svæði með mjög lágt smítalag (Schram o.fl. 1998, Heuch o.fl. 2002).

Tíðni lúsasmits á sjóbirtingum á fiskeldislausum svæðum getur hins vegar verið há en er yfirleitt minni en 70% og laxalúsaálag er yfirleitt lágt. Vöktun á villtum sjóbirtingum yfir nokkur ár við Írland, Skotland og Noreg sýndi að lúsasmit var hæst á sjóbirtingum innan 20-30 km frá fiskeldissvæðum (Thorstad o.fl. 2015) en sjóbirtingar fara sjaldan lengra frá viðkomandi hrygningará en 100 km (Klemetsen o.fl. 2003).

Rannsóknir hafa sýnt hærri lúsasmit á sjóbirtingi þegar eldistími í sjókvíum er kominn á annað árið í framleiðsluferlinu (Butler 2002, Middlemas o.fl. 2010). Á Vestfjörðum hefur fiskilúsinn verið algengari en laxalúsinn á laxeldisfiskum, einkum á unglaxi að hausti og fram á vetur. Fiskilúsinn flytur sig auðveldlega á milli fisktegunda og verður áberandi í sjókvíum á haustin. Á veturna sækir fiskilúsinn á botnlægari tegundir og hverfur nánast alveg úr sjókvíum yfir hávetur og fram á sumar (Gísli Jónsson 2021). Ekki er talið að hvíld fiskeldissvæða hafi áhrif á fiskilúsina en hins vegar getur hvíld svæða haft mikil áhrif á laxalúsina með því að rjúfa lífsferil hennar.

Hægt er að rjúfa lífsferil laxalúsarinnar, því laxalúsin *L. salmonis* er tegundarháð og þarf laxfiska til að viðhalda sér, en flestir villtir laxfiskar eru í ferskvatni á veturna. Fiskilúsin *C. elongatus* hins vegar er árstíðarbundin og fyrirsjáanleg í sjókvíum ólíkt laxalúsinni. Hún er hreyfanlegri en laxalúsin og fullorðnar fiskilýs fara af fiskum þegar tíðni og sníkjudýraálag er hátt og yfir á hýsil með lægri tíðni og álag, hvort sem það er laxfiskur eða önnur fisktegund (Revie o.fl. 2002).

Sjókvíaeldi og rannsóknir í Arnarfirði

Fjarðalax hóf sjókvíaeldi með lax í Fossfirði árið 2011 og Arnarlax í Haganesi árið 2014. Arnarlax keypti Fjarðalax árið 2016 og Arctic Sea Farm hóf sjókvíaeldi með lax í Hvestudal árið 2022. Rannsókn á sjávarlúsum á villtum laxfiskum hér við land var fyrst gerð árið 2014 (Karbowski N. 2015) á þremur svæðum í Arnarfirði og síðan í Trostansfirði 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018, Eva D. Jóhannesdóttir 2019) og í Trostansfirði 2020 (Margrét Thorsteinsson 2021). Rannsóknir Náttúrustofu Vestfjarða í Arnarfirði 2017 og 2020 voru styrktar af Umhverfissjóði sjókvíaeldis. Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á sjávarlúsum á villtum laxfiskum á fleiri en einu svæði í fjörðum hér við land og er þessari rannsókn árið 2022 ætlað að bæta úr því með styrk frá Umhverfissjóði sjókvíaeldis.

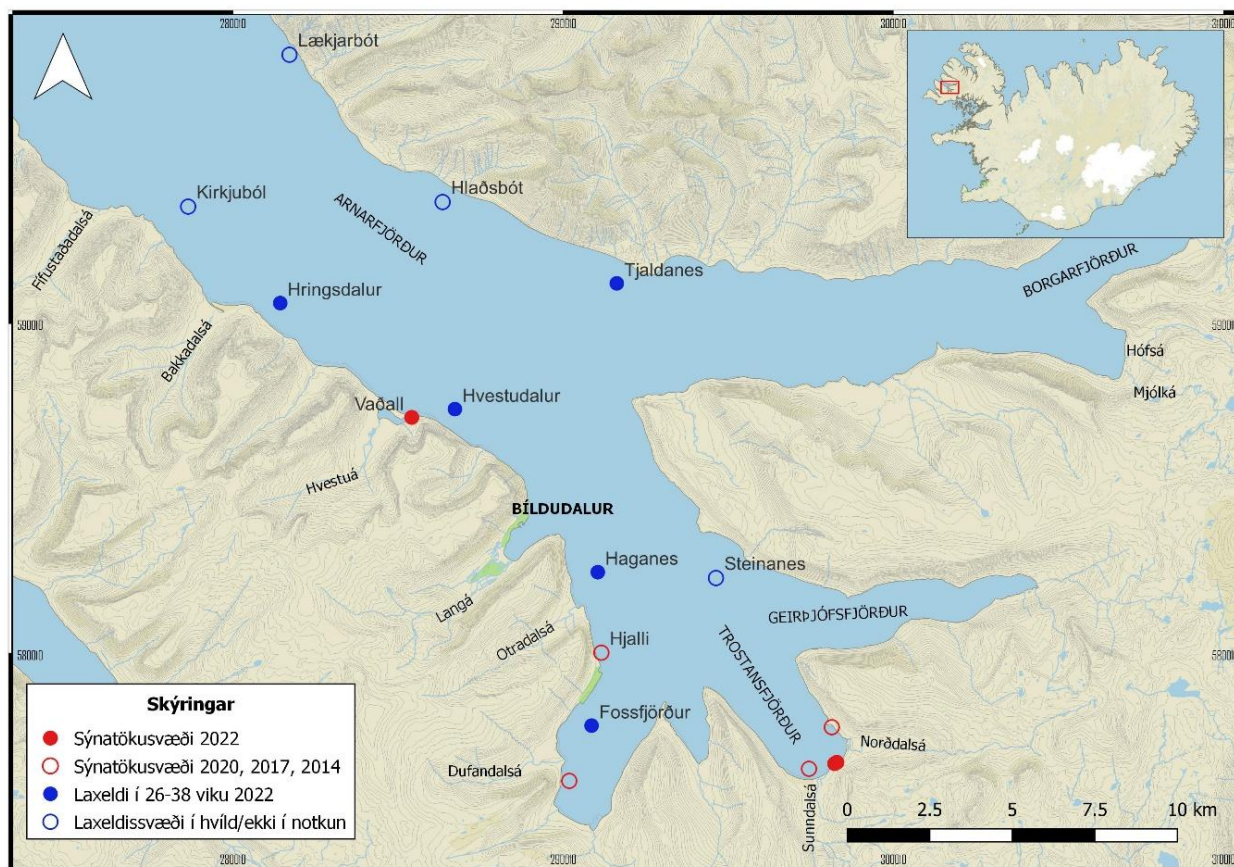
Sýnatökusvæði og fyrri rannsóknir

Arnarfjörður er annar stærsti fjörður Vestfjarða, um 36 km langur og með nokkra innfirði.

Það eru nokkrar ár í Arnarfirði með laxfiskastofna. Í Bakkadalsá finnast laxar (*Salmo salar*), urriðar (*Salmo trutta*) og bleikjur (*Salvelinus alpinus*). Í Fífustaðadalsá/Rangá finnast laxar og urriðar og í Selárdalsá finnast laxar (Jóhannes Sturlaugsson 2016). Í Hvestuá finnast bleikjur, í Dufansdalsá finnast laxar og urriðar, í Sunndalsá finnast laxar og urriðar, í Norðdalsá finnast urriðar og í Mjólkaá finnast laxar (Leó A. Guðmundsson o.fl. 2017). Í Hofsaá finnast laxar (Sigurður M. Einarsson og Jón S. Ólafsson 2016).

Hafrannsóknastofnun framkvæmdi seiðamælingar á laxfiskum sumarið 2016 í 16 vatnsföllum frá Tálknafirði til Súgandafjarðar. Þar kom fram að Arnarfjörður sker sig úr hvað snertir útbreiðslu og seiðapétteleika laxa, en fimm af átta vatnsföllum úr ofangreindri rannsókn voru í Arnarfirðinum og mældust með háa vísitölu seiðapétteleika (≥ 40 seiði/100 m²). Þessi fimm vatnsföll voru; Selárdalsá, Fífustaðadalsá, Bakkadalsá, Dufansdalsá og Sunndalsá. Hins vegar ber að geta að vísitala seiðapétteleika getur gefið vísbendingar um framleiðslugetu áa en segir ekki til um raunverulega stærð hrygningarstofna (Leó A. Guðmundsson o.fl. 2017). Jóhannes Sturlaugsson (2016) skoðaði hrygningarstofna laxa í Fífustaðadalsá, Selárdalsá og Bakkadalsá árin 2015 og 2016.

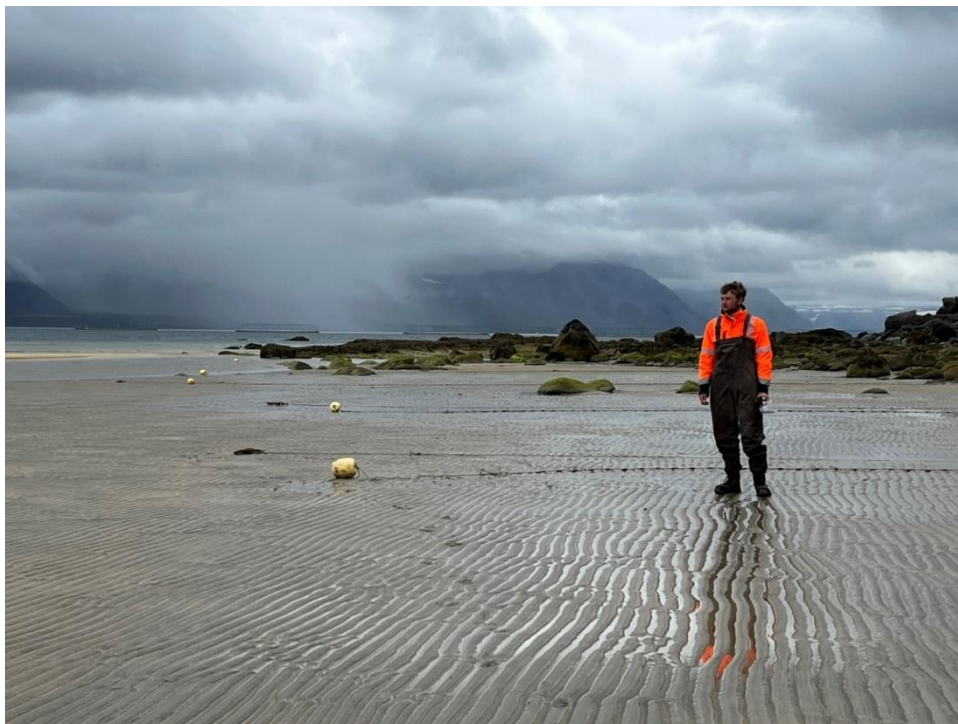
Niðurstaðan var að Fífustaðadalsá og Selárdalsá fóstu mjög smáa hrygningarstofna laxa (20-30 laxa hrygningarstofnar) og í Bakkadalsá sáust 2 laxar árið 2015 en enginn árið 2016. Aðeins sáust 16 sjóbirtingar og tvær sjóbleikjur í rannsókninni árið 2016. Kort 1 sýnir ofangreindar ár, sýnatökusvæði í vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum og sjóeldiskvíar í Arnarfirði.



Kort 1. Sýnatökusvæði árið 2022 (rauðir fylltir hringir) og áranna 2014, 2017 og 2020 (rauðir tómir hringir). Sjókvíar í notkun í 26–38 viku árið 2022 (bláir fylltir hringir). Sjókvíar í hvíld "Steinanes" og svæði sem ekki hafa verið tekin í notkun "Hlaðsbót, Lækjarbót og Kirkjuból" (bláir tómir hringir) - Sampling sites 2022 (red filled circles) and sampling sites in 2014, 2017 and 2020 (red empty circles). Sea cages with salmon in week 26-38 in 2022 (blue filled circles). Sea cages at following time in Steinanes (blue empty circle) and the other three sites (blue empty circles) have not been put into use. Kort/Map: HBA/Nave©2023.

Sýnatökusvæðið árið 2022 var það sama og árið 2020 í Trostansfirði (Margrét Thorsteinsson 2021) en árið 2017 voru net lögð beggja vegna í botni Trostansfjarðar eða við Sunndalsá annars vegar og Norðdalsá hins vegar (Margrét Thorsteinsson 2018, Eva D. Jóhannesdóttir 2019). Sýnatökusvæðið árið 2014 var í Trostansfirði, Fossfirði og við Hjalla (Karbowski N. 2015). Sýnatökusvæðið við Hvestu var nýtt svæði en þar er skeljasandsströnd og stórgrýti er í fjörunni austan við Vaðal.

Frá því að Fjarðalax sameinaðist Arnarlax hefur Arnarlax verið eina fiskeldisfyrirtækið með sjókvíar í Arnarfirði eða til ársins 2022. Eldissvæði Arctic Sea Farm, kallast Hvestudalur og var í 870 m fjarlægð frá sýnatökusvæðinu við Hvestu og eldissvæði Arnarlax í Hringisdal var í 4,4 km fjarlægð frá sama sýnatökusvæði (sjá Mynd 2).



Mynd 2. Baptiste Fatras að leggja net á sýnatökusvæði við Hvestu. Í bakgrunni sjást kvíar Arctic Sea Farm – Baptiste putting out gill nets at sampling side in Hvesta. Sea cages from Arctic Sea Farm in the background. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.

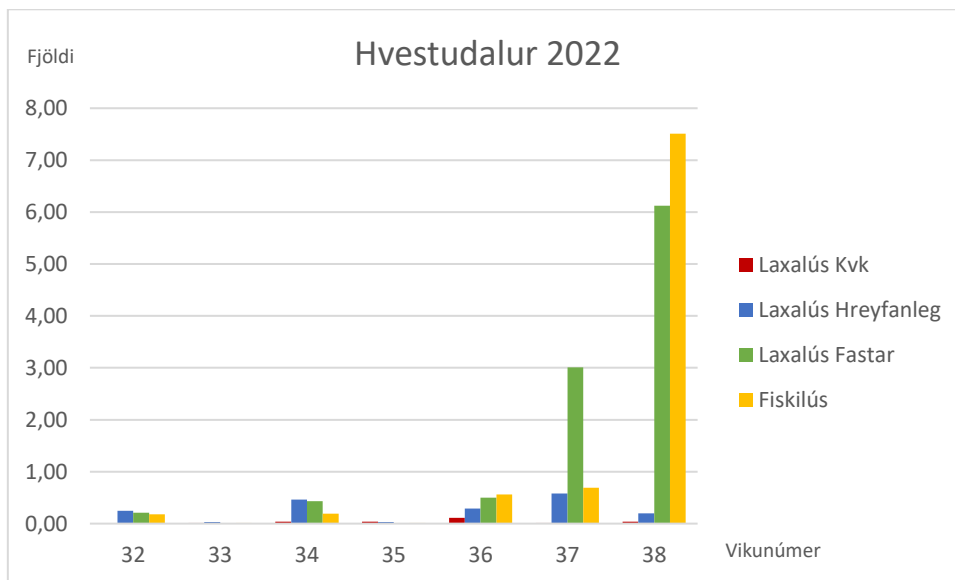
Sýnatökusvæðið í Trostansfirði var í meiri fjarlægð frá eldissvæðunum (Mynd 3). Fjarlægð frá eldissvæðinu Steinanesi, sem var í hvíld þegar sýnataka var framkvæmd var 6,6 km, en fjarlægðin frá Fossfirði 7,5 km og Haganesi 8,5 km, en í þessum tveimur síðari eldissvæðum var eldisframleiðsla þegar sýnataka fór fram.



Mynd 3. Halldór Árnason að leggja net á sýnatökusvæði í Trostansfirði – Halldór putting out gill nets at sampling side in Trostansfirði. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.

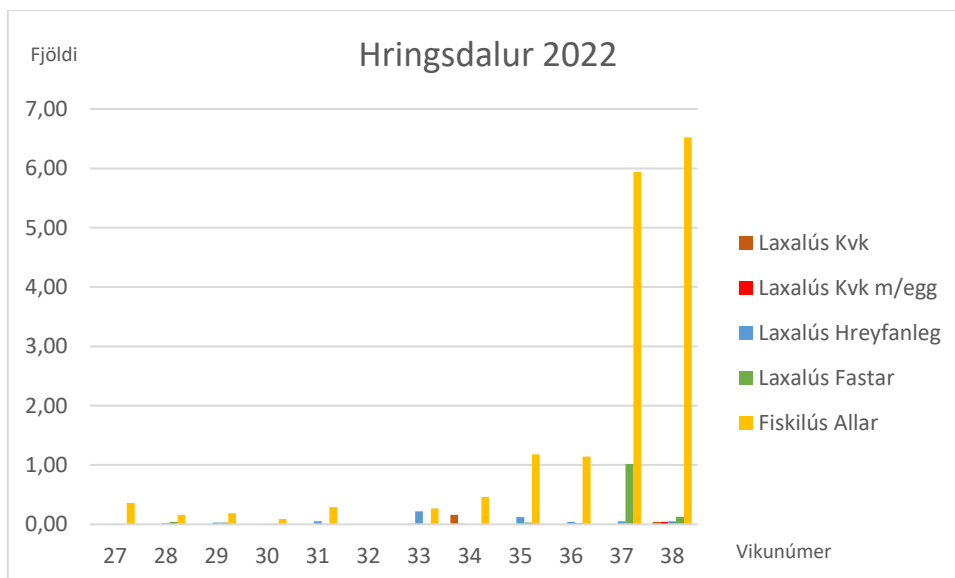
Sjávarlúsatalning í sjókvíum árið 2022

Í 21. viku, fóru fyrstu laxaseiði í kvíar við Hvestudal en útsetningu laxaseiða lauk í 27. viku. Engin hrognkelsi voru komin í kvíarnar áður en laxaseiðin voru meðhöndluð með Slice lyfjafóðri í 42 til 43. viku.



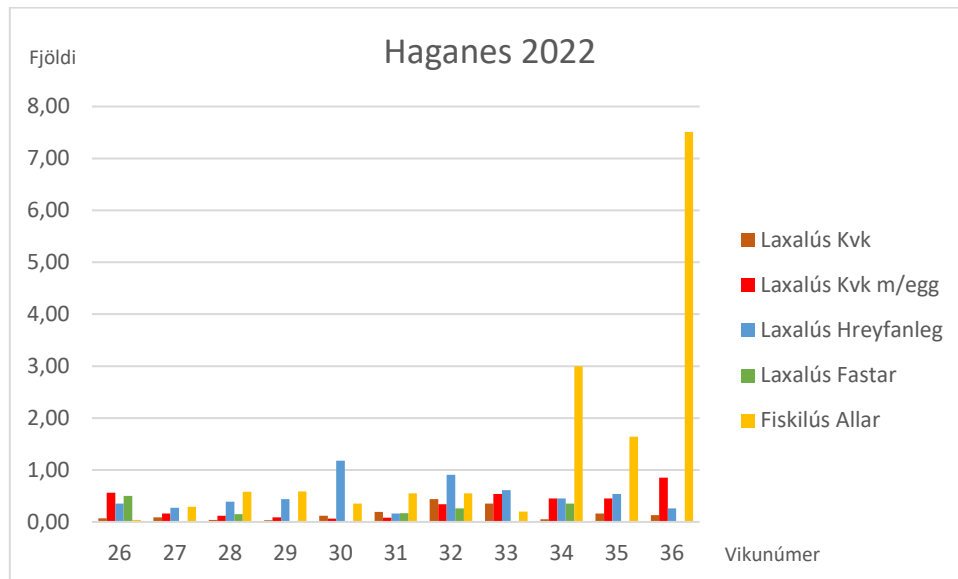
Mynd 4. Sjávarlúsatalning Arctic Sea Farm í Hvestudal 2022 – Sea lice counting Arctic Sea Farm in Hvestudal 2022.

Árið 2022 voru 200 metra kvíar settar í Hringsdal, en þær rúma mun fleiri fiska en hefðbundnar 160 metra kvíar. Töluverður fjöldi laxaseiða var í kvíum þar, en þau voru ekki mikið stærri en seiðin í Hvestudal. Engin hrognkelsi voru komin í kvíarnar áður en laxaseiðin voru meðhöndluð með Slice lyfjafóðri í 42 til 43. viku.



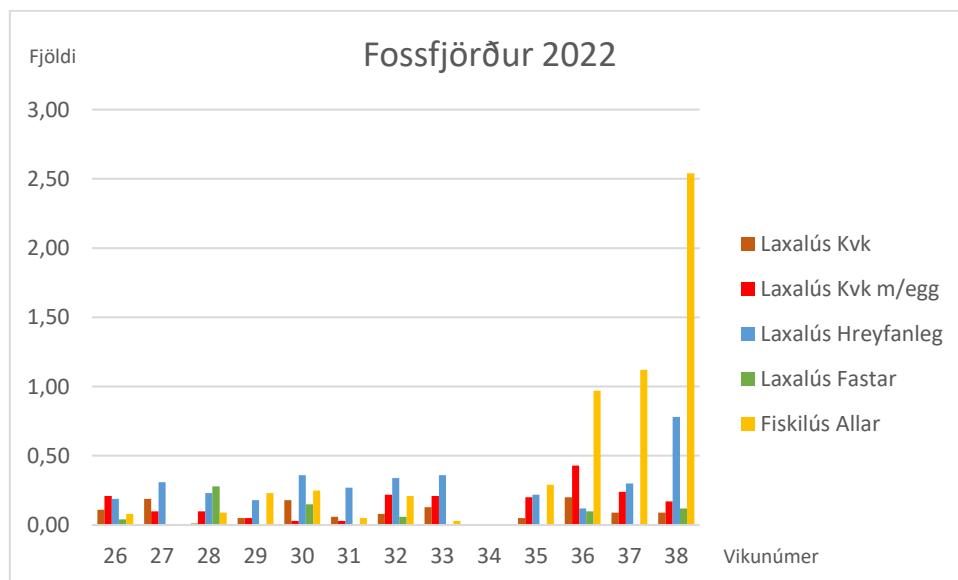
Mynd 5. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Hringsdal 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Hringsdal 2022.

Laxaseiði í Haganesi og Fossfirði voru komin í sláturstærð og hrognkelsi voru í kvíunum. Laxaseiðin voru ekki meðhöndluð með lyfjagjöf.



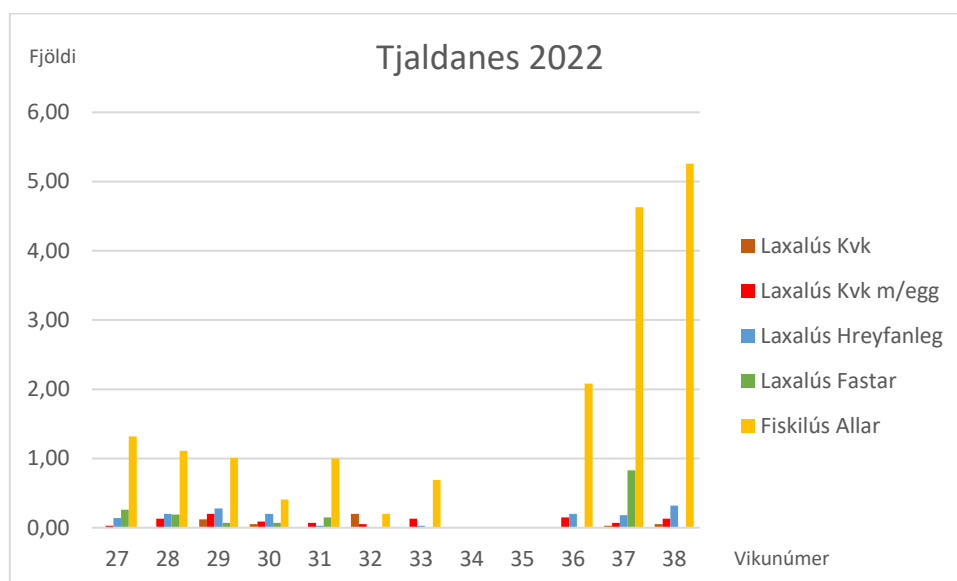
Mynd 6. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Haganesi 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Haganesi 2022.

Það voru mun færri sjávarlús í kvíum í Fossfirði, eins og sést á y ás á mynd 7 og munaði fjöldinn að minnsta kosti um helming miðað við önnur eldissvæði í Arnarfirði (sjá Mynd 5, Mynd 6 og Mynd 8).



Mynd 7. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Fossfirði 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Fossfirði 2022.

Laxaseiði í Tjaldanesi voru að meðaltali 1,5 kg að þyngd í 34 viku og hrognkelsi voru í kvíunum. Seiðin voru meðhöndluð með Alpha Max baðlyfi í 42. viku og með Slice lyfjafóðri í 42 til 43. viku.



Mynd 8. Sjávarlúsatalning Arnarlax í Tjaldanesi 2022 – Sea lice counting Arnarlax in Tjaldanesi 2022.

Í samanburði á milli eldissvæða fyrirtækjanna, þarf að hafa í huga að í skráningu aðskilur Arnarlax fullorðnar kvenkyns laxalýs eftir því hvort þær eru með eggjastrengi eða ekki en Arctic Sea Farm gerir það ekki. Engin tilraun var gerð í þessari skýrslu til að samræma myndir á milli fyrirtækjanna, eins og greina má í mynd 4 á bls. 7, þar sem ekki er að finna ”Laxalús Kvk m/egg” í skýringarkassanum. Nánari upplýsingar um talningar í sjókvíum er að finna í viðauka I.

Lúsameðhöndlun

Lyf sem drepa laxalýs geta einnig haft áhrif á aðrar tegundir krabbadýra og annað lífríki, einkum sviflægt lífríki, botndýr og lífríki á strandsvæðum. Slice (emamectin benzoate) í fóðri og Alphamax (deltamethrin) til böðunar eru sníkjudýralyf sem eru notuð í sjókvíaeldinu hér við land samkvæmt fundargerðum Fisksjúkdómanefndar².

Hættan af baðlyfinu Alphamax er meiri á þeim tímum sem lífríkið er sem mest í vatnsmassanum. Deltamethrin hefur eitrunaráhrif á bæði sviflægt lífríki og botndýr. Þar sem áhrifin eru á taugakerfi dýra þarf lítið magn til að hafa áhrif á lífveruna, óháð þroskastigi hennar og stærð. Við endurtekna notkun þarf enn minna magn til að eitunaráhrif komi fram (Urbina o.fl. 2019).

² <https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis/fisksjukdomanefnd>

Hættan sem fylgir Slice fóðrinu felst í langtíma áhrifum á botndýralíf þar sem helmingunartími emamectin benzoate er 193,4 dagar í seti og 427 dagar ef setið er loftfirrt, eins og verður undir sjókvíum þegar óétnar fódurtöflur og úrgangur fíksins fellur á botninn og safnast upp (Burridge o.fl. 2010). Sjávarbotninn verður ólífvænlegur þegar lífræn og ólífræn efni safnast þar upp, fjölbreyttar viðkvæmar botndýrategundir hverfa og fáar niðurbrotstegundir taka við (sjá t.d. Vöktun og mælingar á heimasíðu Umhverfisstofnunar³). Þannig að það þarf að hafa í huga hvaða lífríki er í setinu við vettvangsrannsóknir á áhrifum af emamectin benzoate. Rannsóknir á áhrifum efnisins á aðrar lífverur hafa náð yfir fáar tegundir (eins og skeljar, fiska, humra og lítil krabbadýr; Willis og Ling 2003; Burridge o.fl. 2010, 2004). Rannsókn á magni emamectin benzoate í seti, við sjókvíar í Skotlandi sýndi að efnið var mun dreifðara en búist var við og það var greint í 97% setsýna í mismunandi fjarlægð frá kvíum og þ.m.t. á viðmiðunarsvæðum, sem eru sýnatökustöðvar utan við áhrifasvæði fiskeldis. Auk þess fundust leyfar af lúsafóðrinu Teflubenzuron sem hætt var að nota 5 árum áður (Bloodworth o.fl. 2019). Þróun ónæmis gegn lúsalyfjum eins og emamectin benzoate er hraðvaxandi og þegar vart verður við ónæmi, þá verða möguleikar á meðferðum mjög takmarkaðar (Burridge o.fl. 2010, 2004). Þess vegna þarf lyfjameðhöndlun gegn sjávarlúsum að vera neyðarráðstöfun.

Meðhöndlun með lúsalyfjum í sjókvíum hófst fyrst árið 2017 í Arnarfirði og hefur síðan verið tiltölulega algeng meðhöndlun á suðursvæði Vestfjarða og í Dýrafirði. Árið 2021 var gerð breyting á reglugerð nr. 540/2020 um fiskeldi og viðmið sett um meðaltalsfjölda kynþroska kvenlúsa á hvern fisk og viðbragðsáætlun sett í hendur hvers fyrirtækis fyrir sig. Í reglugerðinni segir “viðbragðsáætlun rekstrarleyfishafa skal virkjuð þegar meðaltalsfjöldi kynþroska kvenlúsa innan viðkomandi svæðis fer umfram 0.5 á hvern fisk”. Allar beiðnir um lúsameðhöndlun með lyfjum hafa síðan verið samþykktar af Fisksjúkdómanefnd⁴. Engin skilyrði voru sett um hreinsifiska eða aðrar aðferðir eins og tíðkast t.d. í Noregi. Vegna ónæmis lúsarinnar fyrir lyfjunum og eituráhrifa í umhverfinu hefur verið dregið úr notkun lúsalyfja í öðrum löndum.

Samkvæmt leiðbeiningarbæklingi MSD Animal Health UK Limited⁵ er ekki gerð krafa um biðtíma í Evrópu eftir að fiskarnir hafa verið lúsameðhöndlaðir með Slice (emamectin benzoate) fóðri. Í Noregi hins vegar, er gerð krafa um 175 daggráður í biðtíma og til að koma í veg fyrir að lyfjaleifar séu yfir 100 µg/kg, þurfa að líða 60 dagar og vöðvasýni á að mæla áður en fiskunum er slátrað. Eins og hér kemur fram er útskolunartími fyrir Slice fóður, 60 dagar og samkvæmt íslenskri reglugerð nr. 300/2018 um velferð lagardýra, varnir gegn sjúkdómum og heilbrigðiseftirlit með eldisstöðvum er “óheimilt að slátra úr viðkomandi eldiseiningu fyrr en útskolunartími er liðinn”.

³ <https://ust.is/atvinnulif/mengandi-starfsemi/starfsleyfi/eldi-sjavar-og-ferskvatnslifvera/arnarlax-arnarfirdi/>

⁴ <https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis/fisksjukdomanefnd>

⁵ <https://www.msd-animal-health-hub.co.uk/file/5002/download?token=VKFskLmT>

AÐFERÐIR

Sýnataka

Í þessari rannsókn eins og í fyrri rannsóknum Náttúrustofu Vestfjarða var farið eftir leiðbeiningum Havforskningsinstituttet (2019) í Noregi, við vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum. Við val á sýnatökustað var leitað eftir stórgryti eða steinum þöktum þörungum (Karbowski N. 2015) og einnig litið til hve aðgengilegt svæðið væri og staðsetningu veiðiáa.

Leyfi til sýnatökuveiða á laxfiskum var fengið hjá Fiskistofu. Einnig var sótt um leyfi til veiða til viðkomandi landeigenda í Trostansfirði og við Hvestu (sjá Kort 1 á bls. 5).



Mynd 9. Halldór Árnason að framkvæma mælingu á hita- og seltustigi sjávar og er síðan að prófa nýja aðferð við að grófhreinsa net. – Halldór measuring temperature and salinity at the sampling side and on his boat trying new method in cleaning nets. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.

Veiðitímabilin voru tvö, annars vegar frá 22. júlí til 5. ágúst og hins vegar frá 22. ágúst til 7. september árið 2022. Tafla 1 sýnir á hvaða tímabili og hvaða daga veiði og umhverfismælingar fóru fram.

Tafla 1. Tími veiða og umhverfismælinga – Time of fishing and measurements of heat and salinity in seawater.

Arnarfjörður		
Svæði	Vika	Tímabil I
Trostansfjörður	29	22.7.2022
Trostansfjörður	29	23.7.2022
Trostansfjörður	29	24.7.2022
Hvesta	30	25.7.2022
Hvesta	30	26.7.2022
Hvesta	31	5.8.2022
Tímabil II		
Trostansfjörður	34	22.8.2022
Trostansfjörður	34	23.8.2022
Hvesta	34	27.8.2022
Hvesta	36	5.9.2022
Hvesta	36	7.9.2022

Reynt var að veiða 30 laxfiska á hvoru tímabilinu til að ná marktækum fjölda fiska.

Veitt var í silunganet með 21 og 23 mm heilmöskva, eins og notuð eru í vöktunarrannsóknum í Noregi og víðar. Lögð voru sex net, 25 m að lengd og 2 m á dýpt. Netin voru sett út á fjöru og reynt að ná því á þeim tíma þegar var háfjara. Netin voru svo tekin upp á flóði. Á öðrum enda netsins var stutt band, sökka og flot sem var lagt í fjöruborðið. Á hinum endanum var lengra band og sami útbúnaður dreginn beint út frá ströndinni og sleppt í sjóinn. Fjarlægð á milli neta var 50 til 100 metrar. Hvert net var skoðað á klukkutíma fresti og sjóbirtingar og sjóbleikjur teknar en öðrum lífverum var sleppt lifandi.

Bátur var notaður til að fara á milli neta og vitja um fiskinn. Í allri meðhöndlun var gætt að því að tapa ekki lúsum. Fiskurinn var losaður varlega eða skorinn úr netinu og síðan aflífaður. Net, hendur og bátur voru skoðuð vel áður en netið var sett út aftur. Fiskurinn var settur í poka og hver fiskur fékk sitt númer, dagsetningu og veiðistað. Pokinn var settur í kælihlát. Skráning var færð í dagbók þar sem fram kom í hvaða neti fiskurinn var, tími dags og annað, eins og ef aðrar tegundir fiska komu í netin. GPS hnit var tekið á Garmin GPSmap 62s tæki, við öll net sem lögð voru. Í hverri veiðiferð voru sjávarhiti og selta mæld við yfirborð sjávar á 10 cm, 1m og 2m dýpi með CastAway CTD mælitæki frá SonTek.

Greining sjávarlúsa og laxfiska

Lýsnar voru tíndar af fiskunum á rannsóknarstofu eins fljótt og hægt var. Notaður var lampi með stækkunargleri og hvítur bakki með vatni. Lýsnar sjást vel á hvítu undirlagi og vatnið lyftir föstum lúsum upp frá fiskinum. Lýsnar voru flokkaðar undir Leica KL300 LED víðsjá.

Laxalýs voru greindar í 7 flokka og fiskilýs í 5 flokka eins og sýnt er í töflu 2. Lýsnar eru varðveittar í 70% etanóli hjá Náttúrustofu Vestfjarða.

Tafla 2. Flokkun laxalúsar og fiskilúsar í þessari rannsókn – Classification of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* in this study.

Laxalús						
Fastar lýs		Ungfullorðin		Fullorðin		Fullorðin með eggjastrengi
copipodid	chalimus I og II	kk I og II	kvk I og II	kk	kvk	kvk

Fiskilús					
Fastar lýs			Fullorðin		Fullorðin með eggjastrengi
kk chalimus IV		kvk chalimus IV	kk	kvk	kvk

Allir laxfiskar voru greindir til tegunda, vigtaðir og gaffal- og heildarlengd mæld. Fiskarnir voru myndaðir og ástand þeirra skráð, eins og slit á uggum og bitför.

Hreisturflögur voru teknar af fiskunum. Slímlag var skrapað varlega af og teknar a.m.k. 30 hreisturflögur með hníf. Kvarnir voru einnig teknar úr fiskunum. Bæði hreistur og kvarnir voru sett í umslag sem var dagsett og merkt hverjum fiski, þyngd hans og lengd ásamt veiðistað. Umslögin eru geymd á þurrum stað ef áhugi vaknar á tengdum rannsóknum eða athugunum á öðrum þáttum en þeim sem skoðaðir voru í þessari rannsókn. Einnig voru tekin vöðvasýni úr öllum fiskunum en þau eru geymd í frysti hjá Náttúrustofu Vestfjarða.



Mynd 10. Baptiste Fatras framkvæmir mælingar, tekur sýni og ténir lýs af fiskunum. Lýsnar voru síðan greindar til tegunda og flokkaðar eftir því á hvaða lífsferilsstigi þær voru – Baptiste picking the sea lice off the fish, measuring the fish and taking scales, tissues and otoliths. The sea lice were analysed to species and their life stages. Myndir/Photos: MT/Nave©2022.

Allir fiskarnir voru sendir óopnaðir til sýnatöku og sjúkdómsgreiningar á rannsóknadeild fisksjúkdóma að Keldum. Upplýsingar um kyn og kynþroska voru fengnar þaðan. Kynþroski fiska var greindur í fjögur stig:

- 1: Ókynþroska fiskur
- 2: Kynþroska fiskur, undirbúningsstig fyrir hrygningu
- 3: Hrygnandi fiskur, svil og hrogn renna, hrogn glær
- 4: Millistig, eftir hrygningu þar til undirbúningsstig næstu hrygningar byrjar

Kyngreindir voru 25 sjóbirtingar af 32. Á fyrra tímabilinu voru kyngreindir 5 af 11 fiskum í Trostansfirði og allir nema einn á seinna tímabilinu. Kyn- og kynþroskagreining getur verið erfið ef fiskar eru byrjaðir að skemmast að sögn starfsmanns hjá Keldum og það fer saman við að fiskar á fyrra tímabilinu voru lengur í kæli en fiskar á öðru tímabilinu, eða fjóra daga áður en byrjað var

að tína lýsnar af þeim og þeir síðan settir í frysti. Í þeirri vinnu varð hins vegar ekki vart við að fiskarnir væru byrjaðir að skemmast mikið, en hafa þarf í huga að ekki líði þetta margir dagar á milli.

Úrvinnsla gagna

Notað var Excel forrit til að setja inn gögn og framkvæma grunngreiningu. Tíðni, þéttni og álag var reiknað samkvæmt Bush o.fl. (1997). Lýs/g fisks og áætluð dánartíðni vegna laxlúsa hjá sjóbirtingum og sjóbleikjum minni og stærri en 150 g var reiknuð samkvæmt Taranger o.fl. (2012, 2015).

Tíðni (prevalence) er hlutfall lúsasmitaðra fiska af heildarfjölda veiddra fiska. Tíðni er ein algengasta lýsingin á sýkingu af völdum sníkjudýra þar sem það lýsir aðeins hvort hýsillinn er sýktur eða ekki.

Þéttni (abundance) er meðalfjöldi hreyfanlegra laxalúsa á öllum veiddum fiskum. Þéttni er yfirleitt notuð þegar fiskeldisfyrirtæki senda frá sér upplýsingar til birtingar (Galbraith o.fl. 2015). Matvælastofnun birtir á heimasíðu sinni⁶ meðalfjölda kvenkyns laxalúsa á fiski í sjókvíum hérlandis.

Álag (intensity) er meðaltal fjölda laxalúsa sem tíndar voru af lúsasmituðum fiskum, þ.e. meðalfjöldi sníkjudýra á sýktum hýsli.

Lýs/g fisks (relative intensity) var reiknað fyrir hvern fisk með því að deila í fjölda laxalúsa með þyngd fisksins.

Áhættumörk laxalúsar (Salmon lice Risk index) eru notuð til að finna dánartíðni laxfiska vegna laxalúsaálags. Áhættumörkin eru mismunandi eftir laxfiskategund og stærð fisks, miðað er við minni eða stærri fisk en 150 g eins og sýnt er í töflu 3.

Tafla 3. Tafla fyrir áhættumörk og dánartíðni fiska af mismunandi stærð - Criteria for risk limits and mortality of sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g. Tafla/Table from Taranger (2012).

Áhættumörk laxalúsa (Salmon lice Risk index)		
Dánartíðni %	Laxfiskar < 150 g	Laxfiskar > 150 g
100	> 0,3 lýs/g	> 0,15 lýs/g
75	0,2-0,3 lýs/g	0,1-0,15 lýs/g
50	0,2-0,3 lýs/g	0,05-0,10 lýs/g
20	0,1-0,2 lýs/g	0,025-0,05 lýs/g
0	< 0,1 lýs/g	< 0,025 lýs/g

⁶ <https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis>

Útreikningar á áætlaðri dánartíðni sjóbirtinga- og sjóbleikjuhópa samkvæmt áhættumörkum laxalúsa var gerður á eftirfarandi hátt: Fiskar voru fyrst flokkaðir í fyrirfram ákveðna áhættuhópa samkvæmt töflum 4 og 5. Flokkunin fór eftir þyngd fiskanna (þ.e. tafla 4 fyrir fiska minni en 150 g og tafla 5 fyrir stærri fiska) og hve margar lýs þeir báru miðað við líkamsþyngd (lýs/g).

Tafla 4. Áætluð dánartíðni laxfiska minni en 150 g. - Estimated mortality of salmonid group < 150 g. Tafla/Table from Taranger (2012).

Laxfiskar < 150 g			
Lýs/g Lice/g	Fiskstofn % Salmonid group %	Dánartíðni Mortality	Áhættustuðull Estimated risk
> 0,3		100	
0,2-0,3		50	
0,1-0,2		20	
< 0,1		0	
Áætluð dánartíðni innan fiskahópsins			

Tafla 5. Áætluð dánartíðni laxfiska stærri en 150 g. Estimated mortality of salmonid group > 150 g. Tafla/Table from Taranger (2012).

Laxfiskar > 150 g			
Lýs/g Lice/g	Fiskstofn % Salmonid group %	Dánartíðni Mortality	Áhættustuðull Estimated risk
> 0,15		100	
0,1-0,15		75	
0,05-0,10		50	
0,025-0,05		20	
< 0,025		0	
Áætluð dánartíðni innan fiskahópsins			

Í töflu 4 var áhættustuðull laxfiskahópa minni en 150 grömm, fengin með því að deila fjölda fiska sem voru með 20% dánartíðni, í heildarfjölda fiska og margfalda síðan með dánartíðni. Sami útreikningur var gerður fyrir 50% og 100% dánartíðni. Í töflu 5 er sami útreikningur að viðbætti 75% dánartíðni og lægri áhættumörkum fyrir laxfiska stærri en 150 g (Taranger 2012). Þess má geta að eins og sést í töflu 4 verður áhættustuðullinn 0 fyrir þá fiska sem eru minni en 150 g, ef á þeim eru færri en 0,1 lýs á hvert kílógramm fisksins. Þannig fara aðeins fiskar sem eru með fleiri en 0,1 lýs á hvert kílógramm í þennan útreikning.

Summa áhættustuðla gefur svo áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum. Laxfiskahópurinn er flokkaður í litla áhættu ef áætluð dánartíðni er minni en 10% og fær grænan lit, meðal áhættu með 10-30% dánartíðni og fær gulan lit, meira en 30% er mikil áhætta og fær rauðan lit.

	Mikil áhætta > 30% Neikvæð áhrif
	Meðal áhætta 10-30% Ekki sjálfbærni
	Lítill áhætta < 10% Sjálfbærni

Þess ber að geta að áætluð dánartíðni er byggð á líkani en ekki raunverulegri dánartíðni.

NIÐURSTÖÐUR

Laxfiskar í Arnarfirði

Alls veiddust 32 sjóbirtingar, 14 á fyrra tímabilinu og 18 á því seinna. Í þessum tölum eru ekki 1 lax í Trostansfirði og 1 lax og 1 stór sjóbirtingur við Hvestu, allir komu í net á fyrra tímabilinu og var sleppt ósködduðum. Á fyrra tímabilinu sást minkur í Trostansfirði.

Það komu aðeins 9 laxfiskar í net við Hvestu og eins og áður kom fram var tveimur sleppt (sjá Mynd 11), þannig að niðurstöður þessarar rannsóknar eru takmarkaðar af fáum fiskum við Hvestu eða 7 sjóbirtingum.



Mynd 11. Margrét Thorsteinsson að losa og sleppa laxi og stórum sjóbirtingi við Hvestu – Margrét releasing salmon and big brown trout at Hvestu. Myndband/Video: BF/Nave©2022.

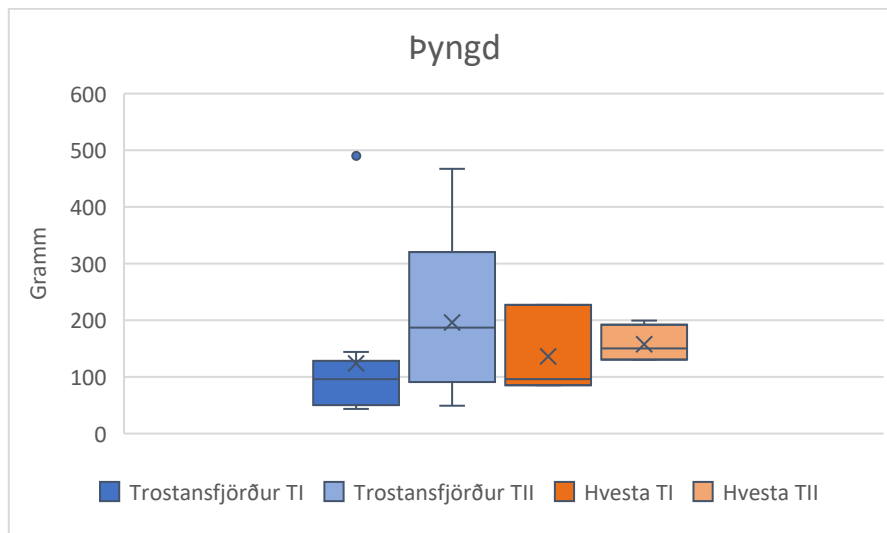
Tafla 6 sýnir meðalþyngd og meðallengd veiddra sjóbirtinga eftir tímabilum.

Tafla 6. Meðalþyngd og meðallengd veiddra sjóbirtinga - Fork length, total length and weight of the sea trout caught in period I and II.

Trostansfjörður 2022							
	Fjöldi (N)	Gaffallengd (cm)	$\bar{X}$	Heildarlengd (cm)	$\bar{X}$	Þyngd (g)	$\bar{X}$
Tímabil I	11	16-34	21	17-35	22	43-490	123
Tímabil II	14	17-34	24	17-36	26	49-467	196
Hvesta 2022							
	Fjöldi (N)	Gaffallengd (cm)	$\bar{X}$	Heildarlengd (cm)	$\bar{X}$	Þyngd (g)	$\bar{X}$
Tímabil I	3	20-28	23	21-30	24	85-227	136
Tímabil II	4	23-28	24	23-29	25	130-199	157

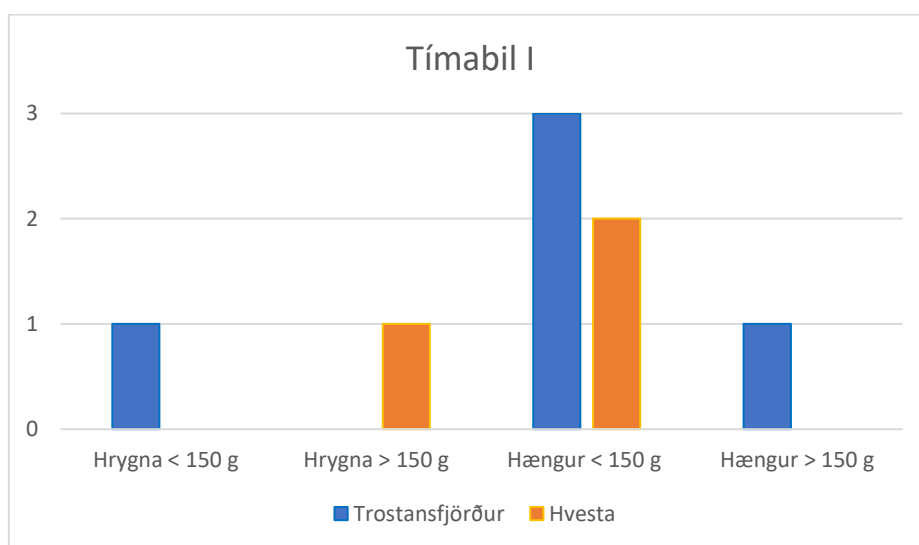
Stærðarmunur var meira áberandi hjá fiskum í Trostansfirði en við Hvestu. Minnsti sjóbirtingurinn sem veiddist var 43 grömm að þyngd og 17 cm að heildarlengd. Þyngsti sjóbirtingurinn var 490 g og 35 cm að heildarlengd, en það var hængur og eini fiskurinn sem greindist á kynþroskastigi 3 (sjá Mynd 15 á bls. 18). Í heildina veiddust fleiri litlir fiskar en stórir, 20 fiskar voru minni en 150 g og 12 fiskar voru stærri en 150 g. Munur var á þyngd fiska eftir tímabilum.

Á fyrri tímabilinu í Arnarfirði voru 2 sjóbirtingar yfir 150 g að þyngd og 12 sjóbirtingar undir 150 g að þyngd. Á seinna tímabilinu voru 10 sjóbirtingar yfir 150 g að þyngd og 8 sjóbirtingar undir 150 g að þyngd. Fiskar í Trostansfirði og við Hvestu voru svipaðir að þyngd, fyrir utan tvo stóra sjóbirtinga sem veiddust í Trostansfirði (Mynd 12).



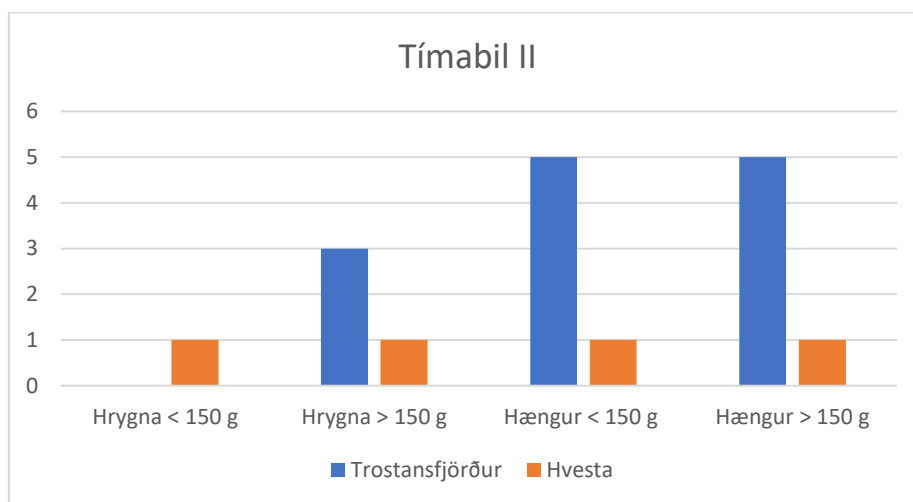
Mynd 12. Þyngd veiddra sjóbirtinga eftir tímabili I og II og svæðum í Arnarfirði – Weight of sea trout caught in period I and II in Trostansfjörður and Hvesta.

Eins og greint var frá í kaflanum um aðferðir reyndist ekki mögulegt að kyngreina alla fiskana. Af 32 sjóbirtingum sem voru veiddir, var hægt að kyngreina 25 fiska. Á fyrri tímabilinu var hægt að kyngreina 5 af 11 sjóbirtingum í Trostansfirði og 3 sjóbirtinga frá Hvestu. Alls voru því 8 sjóbirtingar greindir til kyns á fyrri tímabilinu, 6 hængur og 2 hrygnur, þ.a. voru flestir minni en 150 g (Mynd 13).



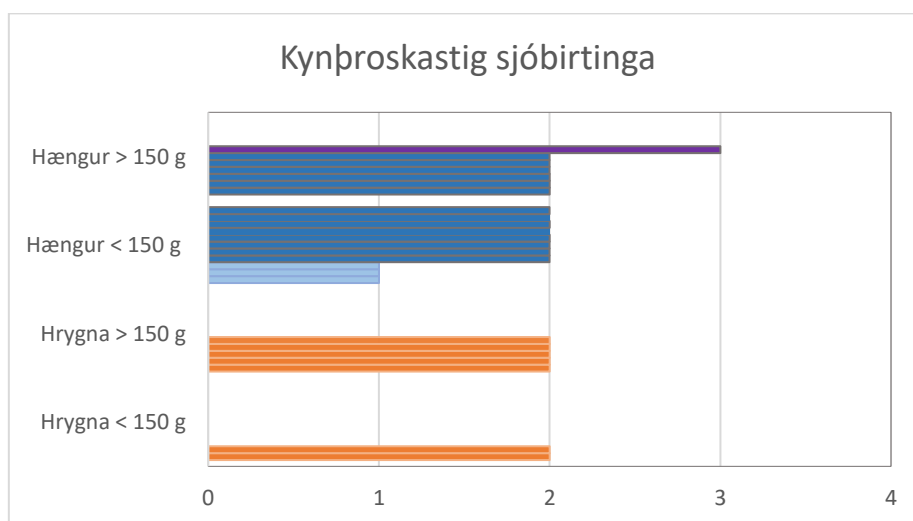
Mynd 13. Fjöldi sjóbirtinga, flokkaðir eftir kyni og stærð á tímabili I í Trostansfirði og Hvestu. – Number of female (hrygna) and male (hængur) anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g in period I, in Trostansfjörður and Hvesta (14 sea trout were caught and 8 sea trout was identified to sex).

Á seinna tímabilinu var hægt að kyngreina alla sjóbirtingana nema einn. Samtals voru 17 sjóbirtingar greindir til kyns, 12 hængur og 5 hrygnur. Hængarnir voru jafn margir í báðum stærðarflokkunum á báðum sýnatökustöðunum. Ein hrygna var í hvorum stærðarflokkinum við Hvestu en í Trostansfirði voru allar hrygnur stærri en 150 g (Mynd 14).



Mynd 14. Fjöldi sjóbirtinga flokkaðir eftir kyni og stærð á tímabili II í Trostansfirði og Hvestu. – Number of female (hrygna) and male (hængur) anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g in period II in Trostansfjörður and Hvesta (18 sea trout were caught and 17 sea trout were identified to sex).

Af þeim 25 sjóbirtingum sem voru kyngreindir, voru 7 hrygnur og 18 hængur. Kynþroskagreining var gerð á öllum fiskum sem greindir voru til kyns. Fiskarnir voru flokkaðir eftir kynþroska í 4 stig eins og mynd 15 sýnir. Þrír hængur voru á kynþroskastigi 1, sem þýðir ókynþroska. Einn hængur var á kynþroskastigi 3 og enginn náði kynþroskastigi 4. Allir aðrir sjóbirtingar, bæði hrygnur og hængur, voru á kynþroskastigi 2.



Mynd 15. Kynþroskastig hrygna og hænga minni og stærri en 150 g – Maturity stage 1.2.3 and 4 of 25 female and male anadromous sea trout smaller and bigger than 150 g.

Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa

Tíðni laxalúsasmits var 100% sem þýðir að enginn fiskur var án laxalúsa. Eins og greint var frá í kaflanum um aðferðir, er þéttni mæld í hreyfanlegum laxalúsum. Þéttni laxalúsa mældist hærri á fyrra tímabilinu en því síðara (Tafla 7) sem þýðir að fjöldi hreyfanlegra laxalúsa var meiri á því tímabili.

Í Trostansfirði mældist herra sjávarlúsaálag á fyrra tímabilinu eða 33,9 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting og 12,4 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting á seinna tímabilinu. Við Hvestu var þetta með öðrum hætti, þar mældist sjávarlúsaálag herra á seinna tímabilinu eða 56,8 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting og 46,3 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting á fyrra tímabilinu og var herra en í Trostansfirði bæði tímabilin (Tafla 7). Í samanburði á milli Trostansfjarðar og Hvestu þarf að hafa í huga að niðurstöðurnar miðast við fáa fiska við Hvestu. Nánari skilgreiningu á tíðni, þéttni og álagi sem fjallað er um í töflum 7 og 8 má finna á bls. 14.

Tafla 7. Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa á villtum laxfiskum í Trostansfirði og Hvestu – Salmon lice prevalence, abundance, and intensity on wild salmonids in Trostansfirði and Hvestu.

Trostansfjörður 2022								
Tímabil	Fiskur	Fjöldi	Fiskur þyngd	Þyngd g	Tíðni	Þéttni	Álag	
Period	Fish	N	< 150 g	> 150 g	Weight	Prevalence	Abundance	Intensity
Tímabil I	Sjóbirtingur	11	10	1	43-490	1	9.5	33.9
Tímabil II	Sjóbirtingur	14	6	8	49-467	1	9.4	12.4

Hvesta 2022								
Tímabil	Fiskur	Fjöldi	Fiskur þyngd	Þyngd g	Tíðni	Þéttni	Álag	
Period	Fish	N	< 150 g	> 150 g	Weight	Prevalence	Abundance	Intensity
Tímabil I	Sjóbirtingur	3	2	1	85-227	1	16.3	46.3
Tímabil II	Sjóbirtingur	4	2	2	130-199	1	8	56.8

Ef útreikningar eru gerðir fyrir Arnarfjörðinn í heild reiknast meðalálag laxalúsa 36,6 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting á fyrra tímabilinu og 22,3 sjávarlús á hvern lúsasmitaðan sjóbirting á seinna tímabilinu (Tafla 8).

Tafla 8. Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa á villtum laxfiskum í Arnarfirði – Salmon lice prevalence, abundance, and intensity on wild salmonids in Arnarfirði.

Arnarfjörður 2022								
Tímabil	Fiskur	Fjöldi	Fiskur þyngd	Þyngd g	Tíðni	Þéttni	Álag	
Period	Fish	N	< 150 g	> 150 g	Weight	Prevalence	Abundance	Intensity
Tímabil I	Sjóbirtingur	14	12	2	43-490	1	10.9	36.6
Tímabil II	Sjóbirtingur	18	8	10	49-467	1	9.1	22.3

Lýs/g fisks

Þeir 32 laxfiskar sem veiddir voru í þessari rannsókn voru allir lúsasmitaðir. Tafla 9 sýnir minnsta og mesta lúsaálag á hvert þyngdargramm fisks á hvoru tímabilinu.

Tafla 9. Fjöldi lúsasmitaðra sjóbirtunga eftir stærðarflokkum (minni og stærri en 150 g) og minnsta og mesta lúsaálag miðað við þyngd fisks á tímabili I og II - Salmon lice relative intensity per gram of weight on all infected sea trout weighing less and more than 150 g in period I and II.

Trostansfjörður 2022			
2022	Fiskur < 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Tímabil I	Sjóbirtingur	10	0,02-0,7
Tímabil II	Sjóbirtingur	6	0,03-0,16
Fiskur > 150 g			
Tímabil I	Sjóbirtingur	1	0,06
Tímabil II	Sjóbirtingur	8	0,01-0,12

Hvesta 2022			
2022	Fiskur < 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Tímabil I	Sjóbirtingur	2	0,05-0,74
Tímabil II	Sjóbirtingur	2	0,12-0,78
Fiskur > 150 g			
Tímabil I	Sjóbirtingur	1	0,28
Tímabil II	Sjóbirtingur	2	0,09-0,54

Hæst mældist álag laxalúsa 0,74 og 0,78 á hvert þyngdargramm fisks við Hvestu. Annars vegar á 96 g sjóbirtingi á fyrra tímabilinu og hins vegar á 130 g sjóbirtingi á seinna tímabilinu.

Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa

Áhættumörk laxalúsa eru 0,1 eða 0,025 lýs/g eftir stærð fisksins. Tafla 10 sýnir fjölda lúsasmitaðra fiska eftir stærð annars vegar og fjölda fiska með magn laxalúsa yfir áhættumörkum hins vegar. Af 20 sjóbirtingum stærri en 150 g voru fjórir ekki með það mikið magn laxalúsa að það færi yfir áhættumörk laxalúsa. Af 12 sjóbirtingum minni en 150 g var einn sjóbirtingur ekki með það mikið magn laxalúsa að það færi yfir áhættumörk laxalúsa, þessi sjóbirtingur var 43 grömm og sá minnsti sem veiddist í rannsókninni.

Tafla 10. Álag af völdum laxalúsa á öllum lúsmituðum sjóbirtingum og fjöldi sjóbirtinga minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi sjóbirtinga stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs/g - Salmon lice relative intensity on sea trout weighing less and more than 150 g. Number of sea trout weighing less than 150 g with more than 0,1 lice/g and number of sea trout weighing more than 150 g with more than 0,025 lice per gram.

Trostarsfjörður 2022			
Þyngd	Tegund	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g
<150 g	Sjóbirtingur	16	13
		Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g
>150 g	Sjóbirtingur	9	8

Hvesta 2022			
Þyngd	Tegund	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g
<150 g	Sjóbirtingur	4	3
		Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g
>150 g	Sjóbirtingur	3	3

Tafla 11 sýnir niðurstöður útreikninga á áætluðu dánarhlutfalli í villtum laxfiskahópum vegna laxalúsa í Trostarsfirði og Hvestu. Enginn laxfiskahópur reiknaðist undir áhættumörkum vegna laxalúsa. Gulur litur þýðir meðal áhætta og 13% áhætta mældist hjá sjóbirtingum undir 150 gramma þyngd á seinna tímabilinu í Trostarsfirði. Allir aðrir laxfiskahópar fengu rauðan lit sem þýðir að þeir voru í mikilli áhættu vegna fjölda laxalúsa á fiskunum. Í þessa útreikninga voru einungis notaðir fiskar með fleiri laxalýs en 0,1 á hvert kílógramm (fiskar < 150 g) annars vegar og 0,025 á hvert kílógramm (fiskar > 150 g) hins vegar eins og lýst var í kaflanum um aðferðir.

Tafla 11. Áætluð dánartíðni vegna laxalúsaálags í laxfiskahópum minni og stærri en 150 g í Trostarsfirði og Hvestu á tímabili I og II árið 2022 - Salmon lice risk Index results on salmonid group's weighing less and more than 150 g in Trostarsfirði and Hvestu in period I and II in the year 2022.

Trostarsfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2022	< 150 g	1	10	9	90	72%
		2	6	4	67	13%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	1	1	100	50%
		2	8	7	87	39%

Hvesta						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2022	< 150 g	1	2	1	50	50%
		2	2	2	100	60%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	1	1	100	100%
		2	2	2	100	75%

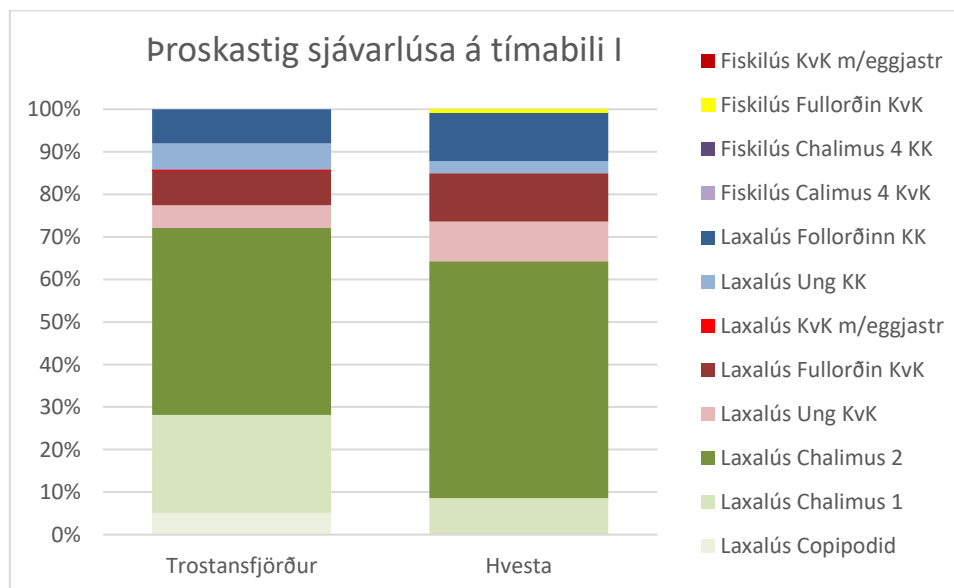
Sjáanleg ummerki eftir sjávarlús á laxfiskum

Lífsferilsstig sjávarlúsa

Sjóbirtingar og sjóbleikjur halda sig að mestu í ferskvatni yfir veturna og eru því án lúsa þegar þegar þeir synda til sjávar. Sjávargangann hefst þegar sjórinn hefur náð kjörhitastigi fiskanna, og eins og lýst var í Inngangi bls. 2-3, þá er þroskunartími lúsa mun hraðari eftir því sem hitastigið er hærra. Þess vegna er ekki gert ráð fyrir að mikið sé af hreyfanlegum laxalúsum á fyrsta tímabili rannsóknarinnar, þar sem laxalýsnar þurfa laxfiska sem hýsla og það tekur lýsnar tíma að þroskast og fara í gegnum lífsferilsstigin.

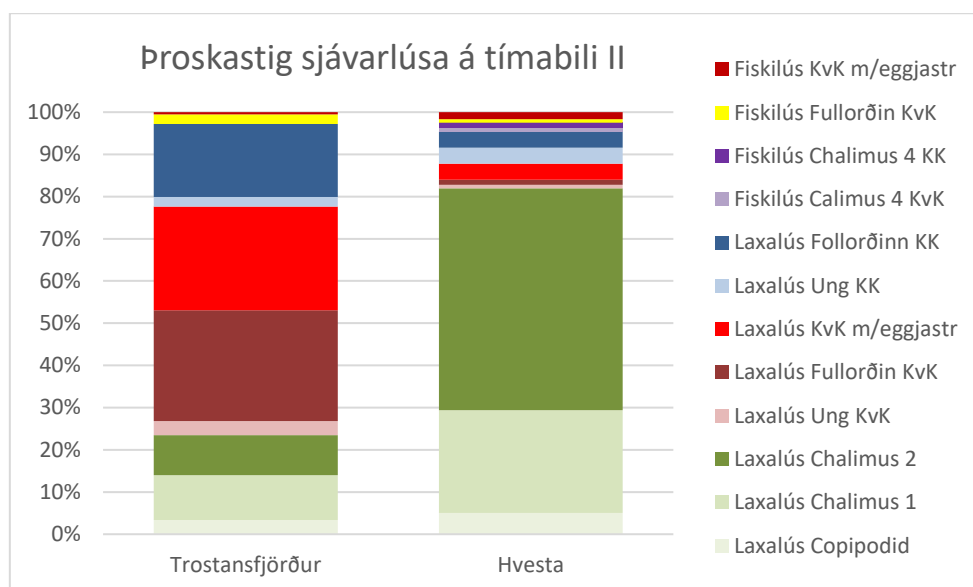
Fiskarnir geta smitast bæði af smitstigi lúsa, sem eru lúsálirfur og af fullorðnum lúsum. Þegar fiskurinn fær á sig lúsálirfur og þroskastigið hefur ekki náð hreyfanlegu stigi þá er talað um nýsmit. Myndir 16 og 17 sýna þroskastig/lífsferilsstig sjávarlúsa í Trostansfirði og við Hvestu eftir tímabilum.

Á fyrra tímabilinu, tímabili I var hlutfall af nýsmiti yfir 70% í Trostansfirði og yfir 60% við Hvestu, en það þýðir að fiskarnir hafi nýlega orðið fyrir lúsasmiti. Allir sjóbirtingarnir nema einn við Hvestu voru með nýsmit, en á þeim sjóbirtingi voru fullorðnar laxalýs og að auki ein fullorðin kvenkyns fiskilús. Allir sjóbirtingarnir nema tveir í Trostansfirði voru með laxalýs á hreyfanlegu lífsferilsstigi og þ.a. var ein fullorðin kvenkyns laxalús með eggjastrengi (Mynd 16).



Mynd 16. Hlutfall mismunandi þroskastiga/lífsferilsstiga laxa- og fiskilúsa á villtum sjóbirtingum á tímabili I árið 2022 - Proportion of salmon lice; copipodid, chalimus 1, chalimus 2, pre adult and adult female and male and adult female with eggstrings. Fish lice; chalimus 4 female and male, adult female, adult female with eggstrings on wild sea trout in period I in the year 2022.

Á seinna tímabilinu, tímabili II var hlutfall af nýsmíti yfir 80% á sjóbirtingum við Hvestu en rétt yfir 20% í Trostansfirði og allir fiskar í Trostansfirði nema tveir voru með fastar sjávarlús á sér. Allir sjóbirtingar nema tveir í Trostansfirði og einn við Hvestu voru með hreyfanlegar laxalús á sér. Á þremur af fjórum sjóbirtingum við Hvestu fundust fiskilús og á þremur af 14 sjóbirtingum í Trostansfirði fundust fiskilús (Mynd 17).



Mynd 17. Hlutfall mismunandi þroskastiga/lífsferilsstiga laxa- og fiskilúsa á villtum sjóbirtingum á tímabili II árið 2022 - Proportion of salmon lice; copipodid, chalimus 1, chalimus 2, pre adult and adult female and male, and adult female with eggstrings. Fish lice; chalimus 4 female and male, adult female and adult female with eggstrings on wild sea trout in period II in the year 2022.

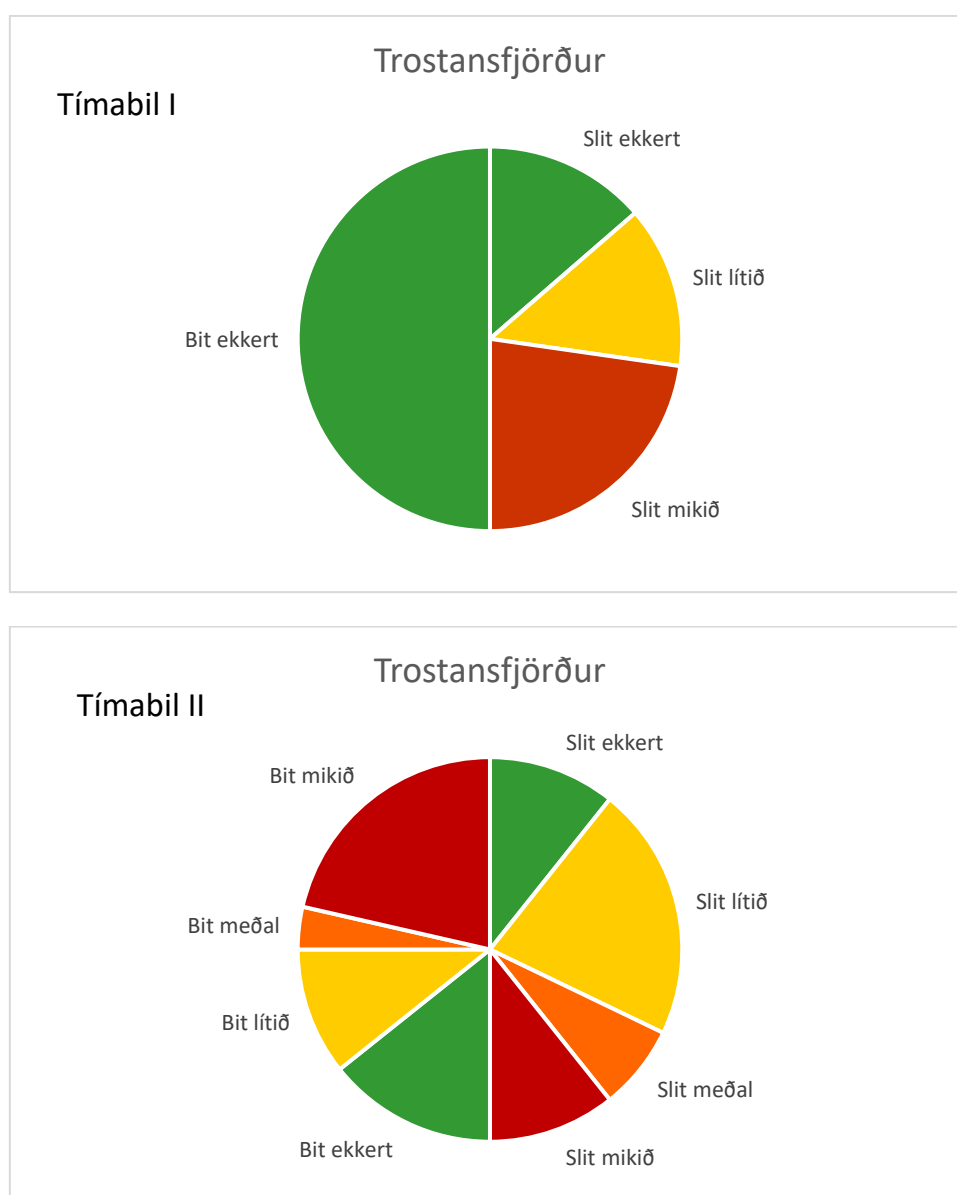
Slitnir uggar og bitför

Þar sem að smitstig laxalúsa festir sig einkum á bakugga fiskana (Margrét Thorsteinsson 2018,2019,2021,2022) og hefur þar hamskipti í tvígang áður þær ná hreyfanlegu lífsferilsstigi þá virðast sjáanlegir áverkar eins og slit á uggu einkum vera eftir sjávarlús sem eru á föstu lífsferilsstigi.

Sjáanlegir áverkar eins og bit hins vegar eru eftir hreyfanlegar sjávarlús og sjást einkum fyrir neðan gotrauf (Margrét Thorsteinsson 2018,2019,2021,2022) en á því lífsferilsstigi getur lúsin hreyft sig og hún nærast á fiskinum með því að rífa í sig hold hans og blóð.

Á fyrri tímabilinu í Trostansfirði voru alls 11 sjóbirtingar. Sjáanleg ummerki voru á 8 þeirra þ.a. mikið slit á eina sjóbirtingnum sem var yfir 150 g, aðrir sjóbirtingar voru minni en 150 grömm á fyrri tímabilinu. Af þessum 11 sjóbirtingum var skráð lítið uggaslit á 14% þeirra og mikið uggaslit á 23%. Ekkert bit var sjáanlegt á fiskunum (Mynd 18). Ekkert bit gefur til kynna að hreyfanlegar sjávarlús sem fundust á fiskunum hafi ekki verið þar lengi og eins og sést á mynd 16 á bls. 22, þá var hlutfall hreyfanlegra sjávarlúsa undir 30%.

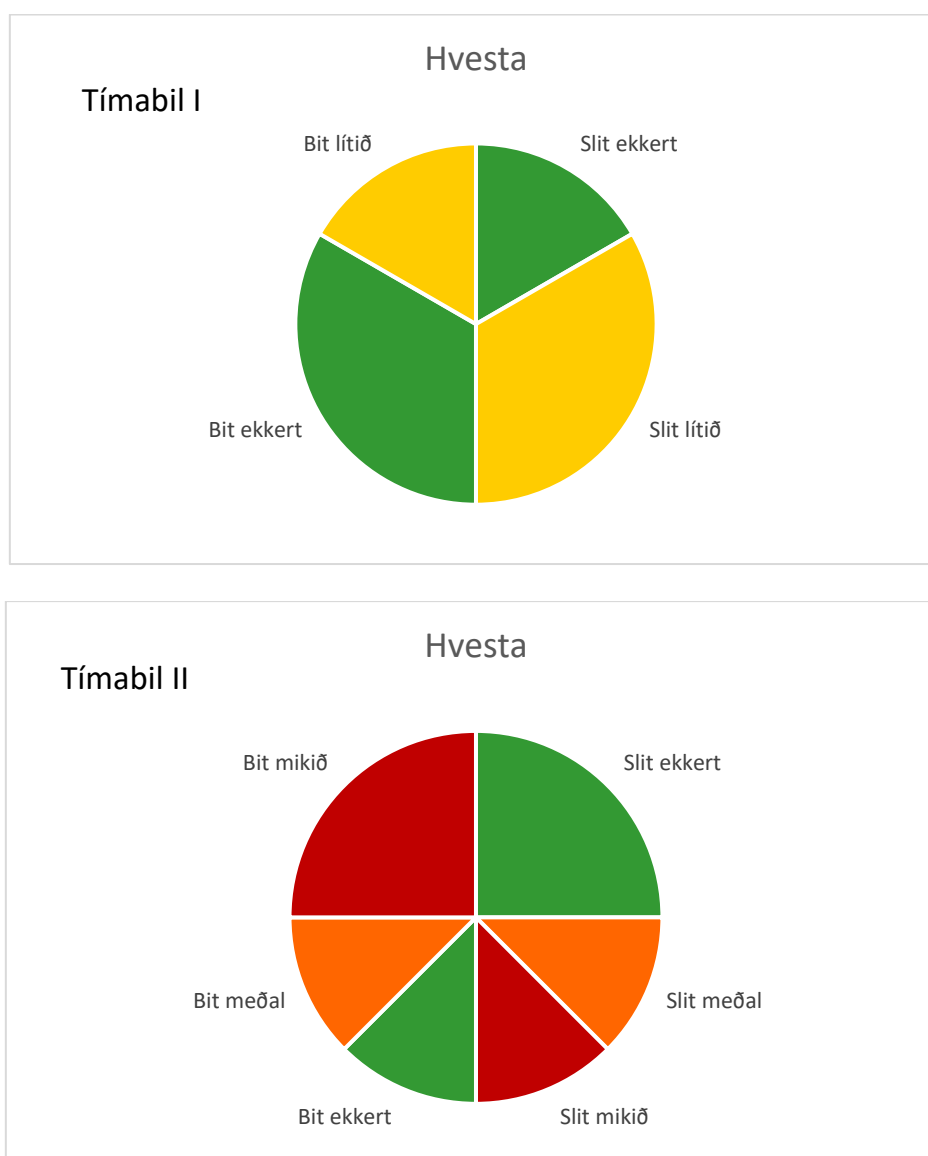
Á seinna tímabilinu í Trostansfirði voru alls 14 sjóbirtingar. Af þeim voru 12 sjóbirtingar með sjáanleg ummerki, en engin ummerki með uggaslit eða bit voru á tveimur fiskum, þeir voru báðir undir 150 g að þyngd. Af þessum 12 sjóbirtingum var skráð lítið uggaslit á 21% þeirra, meðal slit á 7% og mikið slit á 11%. Skráð var lítið bit á 11% sjóbirtinga, meðal bit á 4% og mikið bit á 21% (Mynd 18).



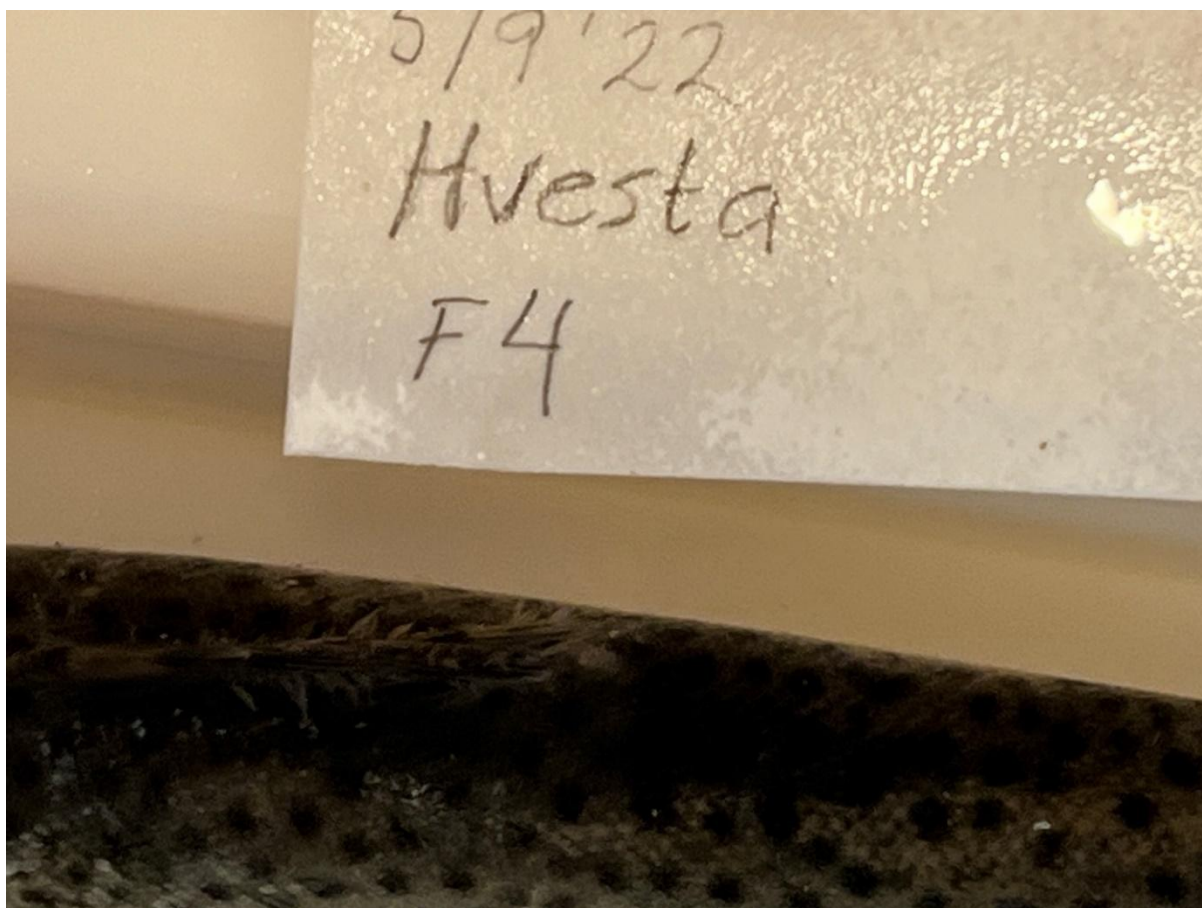
Mynd 18. Áverkar af völdum sjávarlúsa á tímabilum I og II í Trostansfirði. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal og mikið uggaslit eða bit. Sea trout with visualised nothing (ekkert), small (lítið), medium (meðal) or much (mikið) damaged fins and bites in the first and second period in Trostansfjörður. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.

Á fyrri tímabilinu við Hvestu voru 3 sjóbirtingar. Skráð var lítið uggaslit á tveimur og á öðrum þeirra var einnig skráð lítið bit (Mynd 19). Annar þessara sjóbirtinga með sjáanleg ummerki var undir 150 g og hinn var yfir 150 g. Ekkert bit eða slit var sjáanlegt á sjóbirtingi sem var 85 grömm að þyngd, en á honum voru mun færri sjávarlús en á hinum tveimur og aðeins fullorðnar sjávarlús.

Á seinna tímabilinu við Hvestu voru 4 sjóbirtingar. Skráð var meðal uggaslit á einum þeirra og mikið slit á öðrum. Sjóbirtingurinn sem var með meðal uggaslit var einnig með skráð meðal bit og sá sem var með mikið uggaslit var einnig skráður með mikið bit. Þriðji sjóbirtingurinn var með skráð mikið bit en ekkert uggaslit. Ekkert bit eða uggaslit var sjáanlegt á fjórða sjóbirtingnum (Mynd 19). Fjórði sjóbirtingurinn var 130 grömm að þyngd og á honum fundust 16 fastar lús en engar hreyfanlegar sjávarlús.



Mynd 19. Áverkar af völdum sjávarlúsa á tímabilum I og II, við Hvestu 2022. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal og mikið uggaslit eða bit. Sea trout with visualised; nothing (ekkert), small (lítið), medium (meðal) or much (mikið) damaged fins and bites in the first and second period in Hvesta. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.



Mynd 20. Sjávarlús á bakugga – Sea lice on the dorsal fin. Mynd/Photo: MT/Nave©2022



Mynd 21. Sjáanleg slit á bakugga. Visible injuries on dorsal fin. Myndir/Photos: MT/Nave©2022

Af 14 sjóbirtingum á fyrra tímabilinu í Arnarfirði voru aðeins 2 sjóbirtingar án hreyfanlegra laxalúsa, annar var 43 g og hinn 47 g að þyngd, báðir voru án sjáanlegra ummerkja. Af 18 sjóbirtingum á seinna tímabilinu voru 3 sjóbirtingar án hreyfanlegra laxalúsa, tveir þeirra voru án sjáanlegra ummerkja, annar var 95 g og hinn 130 g að þyngd, sá minni var með eina fullorðna kvenkyns fiskilús. Þriðji sjóbirtingurinn var 49 g að þyngd og skráður með lítið slit á bakugga.

Hita- og seltustig sjávar

Fáar mælingar voru gerðar á hita- og seltustigi sjávar í þessari rannsókn. Tilkynnt var um styrkveitingu þessa verkefnis, þann 20. júlí og feltvinna hófst 22. júlí. Ekki náðist að fá mælitæki lánað á þessum tveimur dögum, sem skýrir hve fáar hita- og seltumælingar voru gerðar á fyrsta tímabilinu. Hita- og seltumælingar á seinna tímabilinu náðust ekki alltaf og þá ýmist vegna sjógangs eða að mælitækið virkaði ekki. Hins vegar er möguleiki á að styðjast við hitamælingar í sjókvíum. Hitastigsmælingar sem fengnar voru frá Arnarlax voru mældar á 10 m dýpi og mælingar frá Arctic Sea Farm voru á 7 m dýpi (sjá Viðauki I). Sjókvíar sem voru næst sýnatökusvæðinu við Hvestu voru Hvestudalur og Hringsdalur, en hitastigið var 10,2 °C á báðum svæðunum í 32 viku og náði hæst 10,4 °C í 34 viku. Hitastig lækkaði frá 34 viku og var aðeins lægra í Hringsdal sem er nær fjarðarmynninu. Í mælingum Náttúrustofunnar var hitastig hærra eins og sést í töflu 12. Mælingar Náttúrustofunnar voru hins vegar nær yfirborði sjávar og nær ströndinni en mælingar í sjókvíunum. Seltustig mældist hátt og var stöðugt í Trostansfirði og Hvestu bæði tímabilin.

Tafla 12. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnítum og mæling á hita og seltu í Trostansfirði og Hvestu - Location in GPS coordinates in period I and II (tímabil), week number (vika), depth (dýpi) and measurement of salinity and heat at the seabottom in Trostansfirði and Hvesta.

Trostansfjörður 2022					
Tímabil	Vika	Dýpi	Hnit	Selta ‰	Hiti °C
II	34	1,4 m botn	N65°37.530 V23°22.982	33,4	11,2

Hvesta 2022					
Tímabil	Vika	Dýpi	Hnit	Selta ‰	Hiti °C
I	31	1.2 m botn	N65°42.684 V23°40.560	33,3	10,9
II	34	2,1 m botn	N65°42.690 V23°40.545	33,9	10,7
II	36	1.2 m botn	N65°42.706 V23°40.455	32,8	11,2

UMRÆÐUR OG SAMANBURÐUR Á MILLI ÁRA

Samanburður á milli svæða innan Arnarfjarðar árið 2022

Helsti munur á milli svæða í Arnarfirði var að áhætta vegna laxalúsa mældist hærri hjá laxfiskahópum við Hvestu en í Trostansfirði. Nýsmit á seinna tímabilinu var einnig mun algengara við Hvestu. Mögulega stafar þetta af viðvarandi lúsasmiti frá eldiskvíum, sem voru í töluvert meiri nálægð við sýnatökusvæðið við Hvestu en í Trostansfirði, en eins og kom fram í kaflanum inngangur á bls. 3 er dreifing lirfa algengust 20-40 km og eggjastrengir sem sökkva nærri kvíum klekjast þar út og svífa ekki með straumum eins langt og svíflægar lirfur. Einnig hafa rannsóknir erlendis sýnt að lúsasmit verði hæst á sjóbirtingum innan 20-30 km frá fiskeldissvæðum en Arnarfjörður er 36 km langur.

Fyrirfram var talið að hátt álag af völdum laxalúsa í Trostansfirði árin 2017 og 2020 (Margrét Thorsteinsson 2018, 2021) stafaði mögulega af fjölda villtra laxfiska í Norðdalsá og Sunndalsá í Trostansfirði og að þetta háa álag endurspegladi því ekki allan Arnarfjörðinn.

Einnig var fyrirfram talið að við Hvestu væri minna um lúsasmit og álag af völdum sjávarlúsa á villtum laxfiskum, einkum vegna þess að eldisvæðið í Hringsdal hafði verið í hvíld og eldisvæðið í Hvestudal var nýtilkomið. Fyrstu laxaseiðin fóru í kvíar í Hvestudal í 21 viku árið 2022 eða í lok maí og fyrstu laxaseiðin í Hringsdal fóru einnig í kvíar í maí, en þau voru aðeins stærri en seiðin í Hvestudal. Rúmum tveimur mánuðum síðar voru fyrstu sjóbirtingarnir veiddir, eða í 29 viku í Trostansfirði og í 30 viku við Hvestu. Hitastig sjávar í 26 viku fór úr 8 °C í 10 °C í 29 viku og eins og greint var frá í kaflanum inngangur á bls. 3, þá þroskast lýsnar hraðar með hækkandi hita og karlkyns laxalýs ná fullum þroska á 40 dögum og kvenkyns laxalýs á 50 dögum miðað við 10 °C. Það fundust fullorðnar laxalýs á sjóbirtingunum á fyrra tímabilinu, en kvenkyns laxalýs voru ekki búnar að ná fullum þroska. Það er svipað ferli og hjá eldisseiðum í Hringsdal og Hvestudal, en ólíkt hinum þremur eldisvæðunum þar sem var að finna þroskaðar kvenkyns laxalýs á eldri eldisfiskum (sjá Sjávarlúsatalning í sjókvíum árið 2022 bls. 7-9). Síðasti sjóbirtingurinn var veiddur í 36 viku við Hvestu og lúsameðhöndlun hófst í 42 viku á eldisseiðum í Hvestudal og Hringsdal og á stærri eldisseiðum í Tjaldanesi.

Samkvæmt töflum í viðauka I voru laxaseiði í Fossfirði og Haganesi komin í sláturstærð þegar þessi rannsókn fór fram og þau voru ekki meðhöndluð með lyfjagjöf sem er afar jákvætt, þar sem ekki virðist skylda á biðtíma fram að slátrun hér við land, þrátt fyrir að óheimilt sé að slátra úr viðkomandi eldiseiningu fyrr en útskolunartími er liðinn samkvæmt reglugerð nr. 300/2018 um velferð lagardýra, varnir gegn sjúkdómum og heilbrigðiseftirlit með eldisstöðvum.

Innra eftirlit fiskeldisfyrirtækja hefur verið aukið en höfundur leggur til að ytra eftirlit verði aukið og komið verði á slemmbitöku í óviðbúnu eftirliti á talningu sjávarlúsa í sjókvíum.

Það var ekki minna af sjávarlús á eldislöxunum í Haganes en á hinum eldisvæðunum og mögulega væri lúsadúkur ráð til að minnka að lýs og lirfur berist úr þeim kvíum sem verið er að slátra úr. Einkum þar sem rannsóknir (t.a.m. Butler 2002) hafa sýnt hærra lúsasmit á sjóbirtingum þegar eldistími í sjókvíum er kominn á annað árið í framleiðsluferlinu.

Fjöldi fiskilúsa við Hvestu kom á óvart, en það styður mögulega einnig við, að um viðvarandi lúsasmit sé að ræða frá eldiskvíum, þar sem fiskilýs af tegundinni *C. elongatus* voru þar algengastar, eins og kemur fram í lúsatalningu í sjókvíum hjá Arctic Sea Farm og Arnarlaxi (sjá Viðauki I). Einnig hefur fiskilúsin verið algengari en laxalúsin á unglöxum í sjókvíum á Vestfjörðum og flytur sig auðveldlega á milli fisktegunda (Gísli Jónsson 2021).

Enginn villtur laxfiskur í þessari rannsókn var án laxalúsa og sjávarlýs sáust á laxi sem var sleppt í Trostansfirði og á báðum laxfiskunum sem var sleppt við Hvestu. Taka þarf mið af því að niðurstöður þessarar rannsóknar eru takmarkaðar af fáum fiskum við Hvestu eða 7 sjóbirtingum.

Laxfiskar í Arnarfirði

Þyngd og kyn laxfiska

Sjóbirtingur hefur verið ríkjandi laxfiskategund á suðursvæði Vestfjarða og engin sjóbleikja hefur veiðst í vöktun Náttúrustofu Vestfjarða í Arnarfirði árin 2017, 2020 og 2022. Stærri fiskar voru að veiðast árið 2022, meðalþyngdin var 160 g en árin áður var meðalþyngdin 112 grömm. Meirihluti sjóbirtinga í þessari rannsókn árið 2022 voru hængar, eða 72% af þeim 25 sjóbirtingum sem hægt var að kyngreina. Hins vegar hafa rannsóknir hér á landi (t.a.m. Magnús Jóhannsson 1995) og annars staðar (t.a.m. Jansen o.fl. 2012) sýnt fram á að fleiri hrygnur en hængar ganga til sjávar, en þekkt er að hrygnur lifa lengur en hængar (Magnús Jóhannsson 1995). Mögulega væri þessi munur annar ef fiskarnir væru stærri.

Laxalús og fiskilús

Villtir laxfiskar

Í fyrstu vöktun sjávarlúsa árið 2014, var fiskilúsin *C. elongatus* fremur algeng á villtum laxfiskum í Arnarfirði og af fjölda sjávarlúsa var hlutfall fiskilúsa 13,3% (Karbowski N. 2015). Hlutfall fiskilúsa var 0,27% í rannsóknum Náttúrustofunnar í Arnarfirði árið 2017 og 0,07% árið 2020.

Í þessari rannsókn árið 2022, fannst óvenju mikið af fiskilús miðað við fyrri ár eða 1,83% á þeim sjóbirtingum sem veiddust og flestar fiskilýs fundust á sjóbirtingum við Hvestu.

Í rannsóknum sem Náttúrustofa Vestfjarða hefur gert í öðrum fjörðum má nefna að þrátt fyrir að afar fáar fiskilýs hafi fundist á sjóbleikjum og sjóbirtingum árið 2017 þá var hnúðlax (*Oncorhynchus gorbusha*) sem veiddist í Patreksfirði, með fjórar fullorðnar *C. elongatus* og engar laxalýs (Margrét Thorsteinsson 2018). Einnig að engar fiskilýs, en nokkrar laxalýs fundust á sjóbleikjum í Leirufirði í Jökulfjörðum árið 2021, en það er afar afskekkt svæði án sjókvía (Margrét Thorsteinsson 2022).

Það er vel þekkt að næmi laxfiskategunda er mismunandi, en hvað veldur fjölda fiskilúsa á sjóbirtingum við Hvestu er ekki vitað, nema mögulega nálægð við sjókvíar. Sýnatökustaðir Náttúrustofunnar hafa yfirleitt verið mun fjær sjókvíum en í því tilfelli.

Eldisfiskar

Laxalúsin *L. salmonis* er þekkt vandamál á eldislöxum hér við land og víðar t.a.m. í Noregi en fiskilúsin *C. elongatus* hefur ekki verið mikið til vandræða í Noregi fyrr en á síðustu árum í norður Noregi, en aukningu hennar er hægt að rekja til þess að laxeldi var aukið á því svæði (Hemmingsen o.fl. 2020). Báðar sjávarlúsategundirnar; fiskilúsin *C. elongatus* og laxalúsin *L. salmonis* finnast í sjókvíum laxfiska hér við land og fiskilúsin hefur verið meira áberandi.

Karbowski C.M. (2015) framkvæmdi tilraun á sjávarlúsasmiti á eldislöxum árið 2014. Eldislaxar voru settir í fjögur netabúr í Arnarfirði og niðurstaðan var að 97% af sjávarlúsum sem hægt var að greina og festu sig á eldislaxana, voru fiskilýs af tegundinni *C. elongatus*. Allir eldislaxar í kvíum hér við land eru að uppruna norskir atlantshafslaxar eða svokallaðir Saga lax, sem Benchmark Genetics Iceland (áður Stofnfiskur) hefur ræktað frá árinu 1991 með áherslu á kynbætur sem auka vöxt. Fyrirtækið hefur náð mjög góðum árangri á því sviði og þar með náð að stytta tíma í sjókvíum sem er ákjósanlegt vegna sjávarlúsa, en mögulega hefur áherslan verið of mikið á vöxt og í minna mæli á næmi fiskana fyrir sjávarlúsum og mögulega sé Saga laxinn útsettari fyrir sjávarlúsum og þá einkum fiskilúsum af tegundinni *C. elongatus*.

Tíðni og álag af völdum sjávarlúsa

Árið 2014 framkvæmdi Karbowski N. (2015) umfangsmikla rannsókn á þremur svæðum í Arnarfirði (sjá Kort 1 á bls. 5). Í Fossfirði voru veiddir 46 laxfiskar, við Hjalla 49 laxfiskar og í Trostansfirði 65 laxfiskar, eða alls 155 sjóbirtingar, 3 laxar, 1 hnúðlax og 1 sjóbleikja. Á þessum 160 fiskum fundust alls 801 sjávarlús sem greindar voru til tegunda í 660 laxalýs og 101 fiskilús. Niðurstöður rannsóknarinnar byggðu á útreikningum út frá 761 sjávarlús, án þess að skilja á milli laxalúsa og fiskilúsa eða milli tegunda laxfiska eins og síðar hefur verið gert. Þess vegna hefur ekki verið gerður beinn samanburður við þessa fyrstu rannsókn á fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Íslandi og árið 2014 er því ekki með í töflu 13.

Hins vegar miðað við upplýsingar í skýrslu Karbowski N. (2015) um að 9 fiskar hafi verið með meira en 0,1 lýs/g fisks og mesta álagið var 0,2 lýs/g fisks, þá getur útkoman ekki orðið önnur en grænn litur á öllum svæðum fyrir bæði tímabilin, árið 2014. Talningar sem gerðar voru í sjókvíum í Fossfirði og Haganesi í Arnarfirði árið 2014 sýndu fáar og engar sjávarlýs á eldislökunum. Í rannsókn Karbowski N. (2015) var tíðni sjávarlúsa á villtum laxfiskum sögð óvenju há, miðað við lítið umfang laxeldis en lúsaálag var lágt og í samræmi við athuganir sem gerðar hafa verið á svæðum án áhrifa frá fiskeldi í Noregi.

Sjóbirtingahópar sem voru minni en 150 grömm á seinna tímabilinu árið 2022 voru í 24% áhætta og fengu gulan lit sem þýðir meðal áhætta, en aðrir sjóbirtingahópar fengu rauðan lit sem þýðir að þeir voru í mikilli áhætta vegna fjölda laxalúsa á fiskunum.

Samanlögð meðal áhætta vegna laxalúsaálags í töflu 13 var 53% árið 2022, 41% árið 2020 og 29% árið 2017.

Tafla 13. Áætluð dánartíðni vegna laxalúsaálags í laxfiskahópum minni og stærri en 150 g í Arnarfirði á tímabili I og II árið 2022 - Salmon lice risk Index results on salmonid group's weighing less and more than 150 g in Arnarfirði in period I and II in the year 2022.

Arnarfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2022	< 150 g	1	12	10	83	68%
		2	8	6	75	24%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	2	2	100	75%
		2	10	9	90	46%

Arnarfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	23	20	87	85%
		2	4	2	50	30%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	1	0	0	0%
		2	2	2	100	47%

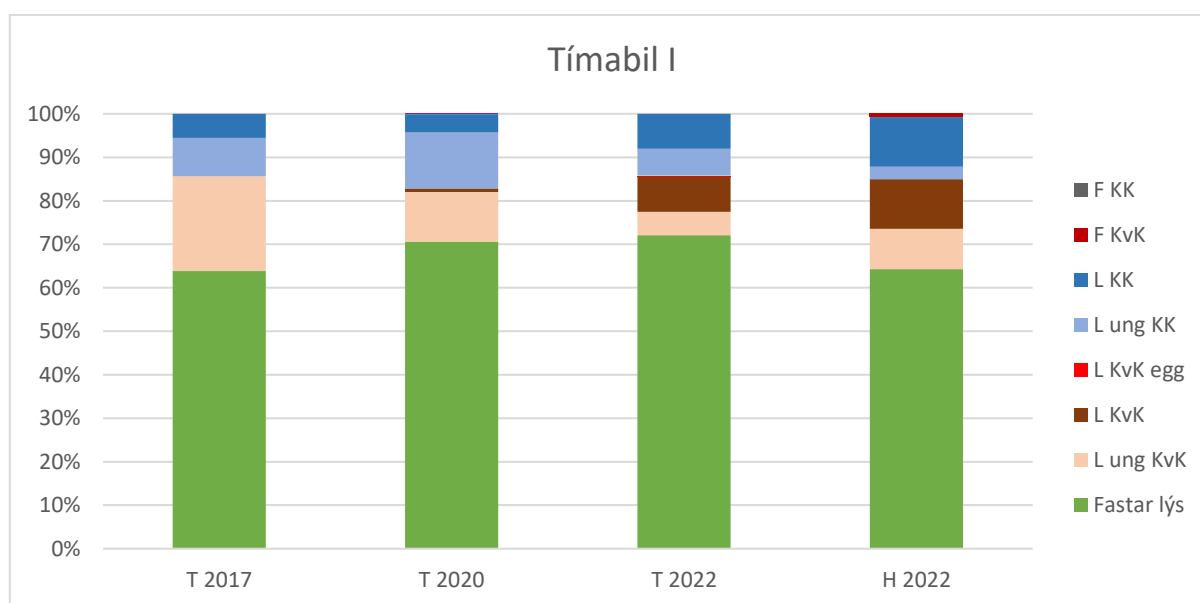
Arnarfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	12	9	76	53%
		2	32	12	37	10%
		3	12	4	33	16%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	3	1	33	7%
		2	2	1	50	25%
		3	4	4	100	63%

Þess ber að geta að tafla 13 sýnir áhættu af völdum laxalúsa á laxfiskahópa og til að fiskar séu hafðir með til útreikninga í töflunni þurfa þeir að vera með mikinn fjölda laxalúsa á sér. Árið 2022 voru 84% sjóbirtinga í Arnarfirði með það mikið magn laxalúsa að það mældist yfir áhættumörkum. Árið 2020 voru það 80% sjóbirtinga og árið 2017 voru það 47% sjóbirtinga.

Það kemur fyrir að fjöldi lúsa á einstaka fiskum sé langt yfir því viðmiði sem notað er í þessum útreikningum. Þannig getur heildarfjöldi laxalúsa verið hærri sum árin. Árið 2022 voru 28,5 laxalýs á sjóbirtingunum, árið 2020 voru 46,4 laxalýs á sjóbirtingunum og árið 2017 voru 11,5 laxalýs á sjóbirtingunum.

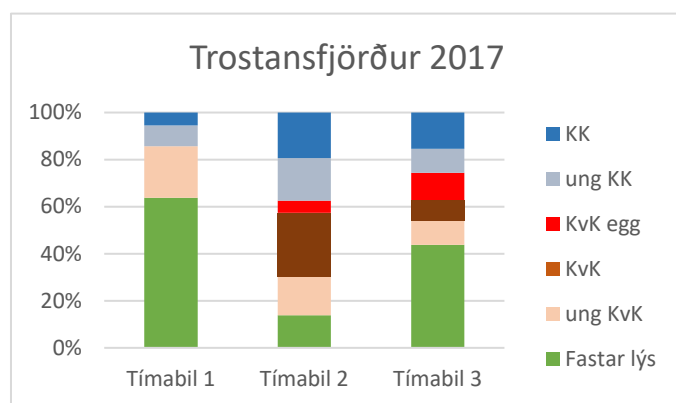
Sjáanleg ummerki og þroskastig sjávarlúsa

Á fyrra tímabilinu var hlutfall þroskastigs sjávarlúsa svipað á milli ára og svæða. Líklega má vænta að hátt hlutfall fastra lúsa sé á því tímabili, miðað við að sjóbirtingurinn er tiltölulega nýkominn úr ferskvatni og að hann smitist einkum af smitstigi laxalúsa. Sýnataka árið 2017 fór fram í 27 viku, árið 2020 í 28 viku og árið 2022 í 29 viku (Mynd 22).



Mynd 22. Hlutfall sjávarlúsa eftir þroskastigi á fyrsta tímabilinu í T = Trostansfirði árið 2017, 2020 og 2022 og H= Hvestu árið 2022 - Proportion of L = salmon lice and F = fish lice, in T = Trostansfirði in period I, in the year 2017, 2020 and 2022 and in H= Hvestu in period I in the year 2022. Life cycle stages: Sessile lice (Fastar lýs), pre female (ung KvK), female (KvK), female with eggstrings (KvK egg), pre male (ung KK), male (KK).

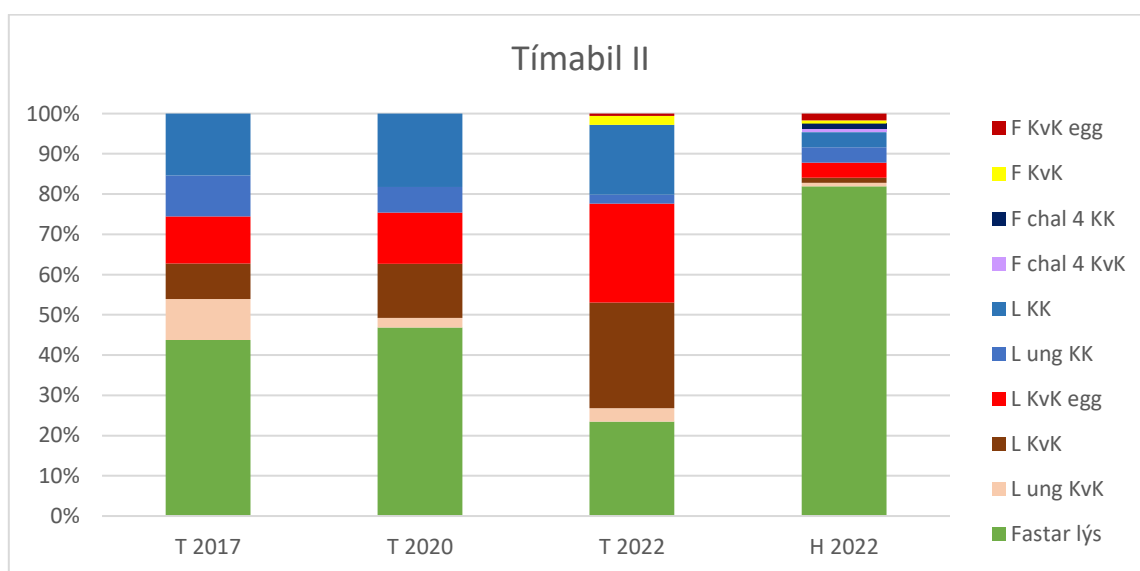
Árið 2017 náði sýnatakan yfir þrjú tímabil (Mynd 23) en árin 2020 og 2022 náði sýnatakan yfir tvö tímabil. Það passar ekki að nota tímabil 2 árið 2017 til samanburðar, þar sem sýnatakan fór þá fram í 30 viku og er því of seint fyrir fyrra tímabilið (Mynd 22) og of snemmt fyrir seinna tímabilið (Mynd 24).



Til að gera samanburð á milli ára á seinna tímabilinu árið 2017 var valið að nota tímabil 3 (36 viku) í mynd 24. Hins vegar má sjá í myndum 23 og 24 að hátt hlutfall hreyfanlegra laxalúsa í Trostarsfirði í 34 viku árið 2022 var svipað og í 30 viku árið 2017.

Mynd 23. Sýnataka á 3 tímabilum árið 2017 í Trostarsfirði – Sampling period I, II and III, in the year 2017 in Trostarsfirði.

Líklegt er að hlutfall hreyfanlegra lúsa aukist á seinna tímabilinu, þar sem ætla má að flestir sjóbirtingarnir hafi dvalið í sjónum í einhvern tíma og þ.m. hafi fastar lýs náð að þroskast í hreyfanlegar lýs. Eins og kemur fram í mynd 24 á seinna tímabilinu þá var hlutfall þroskastigs sjávarlúsa í Trostarsfirði svipað árið 2017 og 2020, ef miðað er við að sýnataka árið 2017 var í 36 viku. Árið 2020 náði sýnatakan á seinna tímabilinu yfir 33, 34 og 36 viku. Árið 2022 var sýnatakan í 34 viku og áberandi munur á hlutfalli sjávarlúsa á milli Trostarsfjarðar og Hvestu. Hlutfall fastra lúsa við Hvestu var hærra á seinna tímabilinu en á fyrra tímabilinu og fjölbreytileiki tegunda, þ.e. bæði laxa- og fiskilýs og þroskastig hreyfanlegra sjávarlúsategunda var meiri en þessar rannsóknir hafa áður sýnt í Arnarfirði (Mynd 24).



Mynd 24. Hlutfall sjávarlúsa eftir þroskastigi á seinna tímabilinu í T = Trostarsfirði árið 2017, 2020 og 2022 og H = Hvestu árið 2022. Árið 2017 voru þrjú tímabil og í mynd 23 er tímabili 2 (30 vika) sleppt og tímabil 3 (36 vika) notað til samanburðar - Proportion of L = salmon lice and F = fish lice, in T = Trostarsfirði in period II, in the year 2017, 2020 and 2022 and in Hvestu in period II, in the year 2022. Live cycle stages: Sessile lice (Fastar lýs), pre female (ung KvK), female (KvK), female with eggstrings (KvK egg), pre male (ung KK), male (KK), chalinus 4 female (chal 4 KvK), chalinus 4 male (chal 4 KK). In the year 2017 sampling took place in period I, II and III; in week 27, 30 and 36 (see picture 23), for comparison between years, period III (week 36) is shown in this picture.

Sjáanleg bitför á laxfiskum eru tengd hreyfanlegum lúsum og yfirleitt áberandi á seinna tímabilinu þegar sjávarlýsnar hafa náð að þroskast og fjölga sér með hækkandi sjávarhita og fjölda hýsla. Sjáanleg bit á fiskunum voru fleiri á seinna tímabilinu eins og síðustu ár.

Ætla má að slit ugga sé m.a. tengt fjölda fastra lúsa sem setjast á ugga fiskanna, einkum bakugga þeirra og skilja eftir sig slitna ugga. Fastar lýs eru það þroskastig sjávarlúsa sem yfirleitt sjást í mestu magni á fyrra tímabilinu og þ.a.l. má búast við að sjá ummerki eftir þær sem slit á uggum á seinna tímabilinu. Það sást hins vegar fleiri fiskar með mikið slit á fyrra tímabilinu í Trostansfirði en á seinna tímabilinu árið 2022, sem er ólíkt fyrri rannsóknum og væri áhugavert að kanna nánar ef þessa verður vart síðar. Fiskar sem veiddust árið 2022 voru stærri en þeir sem veiddust fyrri árin, en eins og mynd 12 á bls 17 sýnir þá voru fiskarnir á fyrra tímabilinu í Trostansfirði áberandi minnstir og þá kannski ekki líklegt að skýringin sé eldra slit frá sjógöngu fyrri ára. Tíminn sem það tekur sjóbirting að ná kynþroska er mislangur og fer eftir aðstæðum eins og fæðuframboði, sem er mikið í sjó. Sjóbirtingar eru tvö til fimm ár í ferskvatni áður en þeir ganga til sjávar og verða yfirleitt ekki kynþroska fyrr en eftir a.m.k. tveggja ára sjógöngu (Magnús Jóhannsson 1995). Aðeins einn sjóbirtingur mældist á kynþroskastigi 3 en hann veiddist á fyrra tímabilinu í Trostansfirði og sá eini sem var yfir 150 g að þyngd, hann var með mikið slitna bakugga en ekkert bit. Einn sjóbirtingur við Hvestu var yfir 150 g að þyngd á fyrra tímabilinu. Hann var með ummerki um lítið slit og lítið bit. Kyngreining á fiskunum var ekki gerð árið 2017 eða 2020.

Hita- og seltustig sjávar

Eins og rannsókn Bricknell o.fl. (2006) hefur sýnt hefur lágt seltuþol hjá smitstigi laxalúsarinnar *L. salmonis* áhrif á bæði lífslíkur og hæfni þeirra til að synda í leit að hýslum ef seltustig er lægra en 29‰. Seltustig sem Náttúrustofan hefur mælt í Arnarfirði hefur verið herra en 31,2‰, fyrir utan eitt skipti, 25‰ árið 2017 (Tafla 14) og er að því leyti ákjósanlegt fyrir laxalýsnar. Hitastig hefur einnig mælst tiltölulega hátt á sýnatökutímum eða lægst 9,3 °C árið 2017.

Tafla 14. Hæsta og lægsta hita- og seltustig sem mældist í Arnarfirði á sýnatökutímabilinu 2017, 2020 og 2022 -The highest (>) and lowest (<) temperature (°C) and salinity (‰) measured in Arnarfirði in the sampling period 2017, 2020 and 2022.

Ár	Hitastig				Selta	
	< °C	Vika	> °C	Vika	< ‰	Vika
2022	10,7	34	11,2	34	32,8	36
2020	9,5	33	12,5	24	30,6	36
2017	9,3	27	12,8	27	25	30

Þess bera að geta að mælingar voru gerðar frá yfirborði að dýpi sem var yfirleitt minna en 2 metrar, þannig að taka þarf tillit til hlýnunaráhrifa frá sólinni.

Miðað við hátt seltu- og hitastig í lok sýnatökutímabíla er líklegt að sjávarlýsnar hafi náð að dafna áfram og egg í eggjastrengjum kvenkyns sjávarlúsa náð að þroskast í svíflægar lírfur sem umbreytast í svíflægt smitstig í leit að laxfiskum.

Áframhaldandi rannsóknir

Í ritgerð Karbowski N. (2015) kom fram að á Íslandi hafi verið einstakt tækifæri til gagnaöflunar, ekki bara fyrir eigið fiskeldi og stangveiði villtra fiska heldur einnig fyrir önnur lönd. Noregur, Írland og Skotland rétt náðu að bregðast við þegar sjávarlúsafaraldrar skulu á og höfðu nær engin söguleg gögn áður en stríðeldi hófst. Þessi staða var/hefur verið önnur hér á landi því stríðeldi í sjókvíaelði hófst mun seinna hér við land en í ofangreindum löndum.

Það er mikilvægt að nota sömu aðferð til að ná marktækum samanburði við fyrri rannsóknir og rannsóknir í öðrum löndum. Það er gert með því að veiða fiskana í net og telja lýsnar á þeim og fá þannig nákvæmar marktækar upplýsingar. Hins vegar hefur Náttúrustofan náð samfelldum rannsóknum í nokkrum fjörðum hér við land, en það gefur möguleika á að vöktun verði framkvæmd með gildrum eins og t.d. Barlaup gildru. Villtir laxfiskar eru þá fangaðir í gildru, svæfðir, lengdar- og þyngdarmældir, sjávarlýsnar taldar og þeim síðan sleppt þegar þeir hafa náð sér eftir svæfinguna. Þessi aðferð byggir á því að fjöldi lúsa er áætlaður og þarf því að vera unnin af reyndum rannsóknaraðila.

Í þessari rannsókn í Arnarfirði náðist góð nýting á fiskunum, þar sem allir fiskar sem veiddir voru nýttust einnig í rannsóknaverkefni á Keldum. Hins vegar veiddust fáir villtir laxfiskar á svæði við Hvestu í Ketildölum, en það rímar við árlega vöktun rannsóknafyrirtækisins Laxfiska sem hófst árið 2015 í Bakkdalsá, Fífustaðadalsá og Selárdalsá í Ketildölum. Rannsókn Laxfiska hefur tekið af allan vafa um að tilvist villtra laxfiska í þessum ám er brotarkennd þar sem hrygningin er grundvölluð á fáeinum einstaklingum og vægi hvers og eins þeirra því mikið. Reyndin er að fiskstofnar þessara áa eru agnarsmáir, eins smáir og þeir geta mögulega verið (munaleg heimild Jóhannes Sturlaugsson 8.ágúst 2022).

Hvestuá er ein af þeim ám sem fósstrar laxfiska í Ketildölum, en þar ætti að vera bleikja eins og kom fram í skýrslu Leó A. Guðmundssonar o.fl. (2017). Engin sjóbleikja hefur veiðst í rannsóknum Náttúrustofunnar 2017, 2020 og 2022 í Arnarfirði. Gera má ráð fyrir að í Hvestuá sé einnig fámennur hrygningarstofn og að hver fiskur skiptir máli. Álag af völdum sjávarlúsa mældist herra á sjóbirtingum við Hvestu en í Trostansfirði og lúsaálag getur haft áhrif á afkomu þeirra.

Talið er að áhrif séu meiri á litla laxfiskastofna en þar sem stórir villtir laxfiskastofnar eru til staðar. Vegna þessa telur höfundur ekki forsvaranlegt að rannsóknir Náttúrustofunnar auki á þetta álag og höfundur mun ekki óska aftur eftir leyfi til að veiða villta laxfiska í net í Ketildölum.

Hins vegar kalla niðurstöður þessarar rannsóknar á áframhaldandi vöktun í Arnarfirði. Arnarfjörður er stór fjörður og möguleiki er á að velja önnur svæði þar sem finna má stærri laxfiskstofna til að framkvæma samanburð á milli svæða innan Arnarfjarðar. Það gekk betur að ná marktækum fjölda villtra laxfiska í þessum rannsóknum árin 2014 og 2017 en seinni árin 2020 og 2022, en þess má geta að í þessari rannsókn sást minnkun á sundi nærri sýnatökustað í Trostansfirði.

Varðandi vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum þarf að gæta að hagsmunaárekstrum, einkum vegna þess að niðurstöður geta haft áhrif á hvort eldissvæði uppfylli kröfur t.a.m. ASC vottunar. ASC vottun er gæðastimpill á fiskinn og fiskeldisfyrirtæki fá herra verð og hafa þannig fjárhagslegan ávinning af niðurstöðum.

ÞAKKIR

Kærar þakkir fyrir aðstoð við veiðar og rannsóknastofuvinnu á fyrra tímabilinu fær Baptiste Fatras. Halldór Árnason fær kærar þakkir fyrir aðstoð við veiðar á seinna tímabilinu og einnig fyrir lagfæringu á ýmsum búnaði og góðar hugmyndir um aðferðir. Kærar þakkir fyrir greiningu á kyni og kynþroskastigi fær starfsfólk hjá Keldum. Samstarfsfólk á Náttúrustofu Vestfjarða fær kærar þakkir; Kristjana Einarsdóttir fyrir yfirlestur og mjög góðar ábendingar og Hulda Birna Albertsdóttir fyrir vel unnið kort í skýrslunni. Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir hjá Rannsóknasetri Háskóla Íslands á Vestfjörðum fær kærar þakkir fyrir að lána ár eftir ár, mælitæki til að mæla hita- og seltu. Landeigendur í Hvestudal og Trostansfirði fá kærar þakkir fyrir leyfi til veiða og fyrir veittar upplýsingar. Fiskeldisfyrirtækin Arnarlax og Arctic Sea Farm fá kærar þakkir fyrir gögn og upplýsingar um eldisfiska í Arnarfirði. Umhverfissjóður sjókvíaeldis styrkti þessa rannsókn og fær kærar þakkir fyrir það.

HEIMILDIR

- Asplin, L., Johnsen, I.A., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J. og Boxaspen, K. 2013. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Marine Biology Research* 10(3): 216-226. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.810755>.
- Bloodworth J.W., Baptie M.C., and K.F. Preedy K.F., og Best J. 2019. Negative effects of the sea lice therapeutant emamectin benzoate at low concentrations on benthic communities around Scottish fish farms. *Science of The Total Environment* 669: 91-102. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.430>.
- Boxaspen, K. 2006. A review of the biology and genetics of sea lice. *ICES Journal of Marine Science* 63(7): 1304– 1316. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.04.017>.
- Bricknell, I.R., Dalesman, S.J., O'Shea, B., Pert, C.C. og Luntz, A.J.M. 2006. Effect of environmental salinity on sea lice *Lepeophtheirus salmonis* success. *Diseases of Aquatic Organisms* 71(3): 201-212. <https://doi.org/10.3354/dao071201>.
- Brooker A.J., Skern-Mauritzen R. og Bron J.E., 2018. Production, mortality, and infectivity of planktonic larval sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837): current knowledge and implications for epidemiological modelling, *ICES Journal of Marine Science*, 75(4): 1214–1234, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy015>.
- Burridge, L. E., Hamilton, N., Waddy, S. L., Haya, K., Mercer, S. M., Greenhalgh, R. Tauber R., Radecki S.V., Crouch L.S., Wislocki P.G. og Endris R. 2004. Acute toxicity of emamectin benzoate (SLICEtm) in fish feed to American lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture Resarce* 35(8): 713–722. doi: 10.1111/j.1365-2109.2004.01093.x
- Burridge, L., Weis, J. S., Cabello, F., Pizarro, J. og Bostick, K. 2010. Chemical use in salmon aquaculture: a review of current practices and possible environmental effects. *Aquaculture* 306(1-4): 7–23. doi: 10.1016/j.aquaculture.2010.05.020.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. og Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology* 83(4): 575–583.
- Butler, J.R.A. 2002. Wild salmonids and sea louse infestations on the west coast of Scotland: sources of infection and implications for the management of marine salmon farms. *Pest Management Science* 58(6): 595-608. <https://doi.org/10.1002/ps.490>.
- Daszak, P., Cunningham, A.A. og Hyatt, A.D. 2000. Emerging infectious diseases of wildlife--threats to biodiversity and human health. *Science* 287(5452): 443–449. <https://doi.org/10.1126/science.287.5452.443>.

- Eisenhauer, L., Solvang, T., Alver, M., Krause, D.F. og Hagemann, A. 2020. Dispersal of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, 1837) egg strings from open-cage salmon farming: A neglected source for infestation dynamics. *Aquaculture Research* 51(11): 4595–4601. <https://doi.org/10.1111/are.14805>.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir og Jón Örn Pálsson. 2016. *Assessment of Salmon Lice infestation on Wild Salmonids in four fjords in Westfjords*. Rorum 2016 03.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir. 2019. *Sea lice infestation on wild salmonids in the southern part of the Icelandic Westfjords*. Meistaraprófsritgerð við Háskólann á Hólum. <http://hdl.handle.net/1946/33972>.
- Finstad, B., Bjørn, P.A. og Nilsen, S.T. 1995. Survival of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in fresh water. *Aquaculture Research* 26(10): 791–795. DOI:10.1111/j.13652109.1995.tb00871.x.
- Finstad B., Kroglund F., Strand R., Stefansson S.O., Bjørn P.A., Rosseland B.O., Nilsen T.O. og Salbu B. 2007. Salmon lice or suboptimal water quality — Reasons for reduced postsmolt survival? *Aquaculture* 273(2–3): 374–383. ISSN 0044-8486. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.019>.
- Galbraith, M., Johnson, S.C. og Jones, S. 2015. *Sea Lice Biology, Identification and Laboratory Methods*. https://www.researchgate.net/publication/44086460_Sea_Lice_Biology_Identification_and_Laboratory_Methods/stats (Skoðað 19.10.2022).
- Gísli Jónsson 2021. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2020. Matvælastofnun.
- Hamre L.A., Eichner C., Caipang C.M.A., Dalvin S.T. og Bron J.E. 2013. The salmon louse *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae) life cycle has only two chalimus stages. *PLoS ONE* 2013, 8, e73539.
- Havforskningsinstituttet. 2019. *Feltarbeid NALO 2019 - Felthåndbok for feltarbeid med ruse- og garnfiske på overvåkningsprogrammet for lakselus på vill laksefisk*. Havforskningsinstituttet.
- Hemmingsen, W., MacKenzie, K., Sagerup, K., Remen, M., Bloch-Hansen, K. og Imsland, A.K.D. 2020. *Caligus elongatus* and other sea lice of the genus *Caligus* as parasites of farmed salmonids: A review. *Aquaculture* 522. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735160>
- Heuch, P.A., Nordhagen J.R. og Schram T.A. 2000. Egg production in the salmon louse [*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer)] in relation to origin and water temperature. *Aquaculture Research* 31(11): 805–814. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2000.00512.x>

- Heuch, P.A., Knutsen, J.A., Knutsen, H. og Schram, T.A. 2002. Salinity and temperature effects on sea lice overwintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82(5): 887–892. <https://doi.org/10.1017/S0025315402006306>.
- Johnson S.C og Albright L.J. 1991. Development, Growth, and Survival of *Lepeophtheirus Salmonis* (Copepoda: Caligidae) Under Laboratory Conditions. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 71(2):425-436. doi:10.1017/S0025315400051687.
- Jóhannes Sturlaugsson 2016. *Rannsókn á fiskistofnum í ám í Ketildölum 2015*. Laxfiskar.
- Karbowski, C.M. 2015. *A First Assessment of Sea Lice Abundance in Arnarfjörður, Iceland: sentinel cage sampling and assessment of hydrodynamic modelling feasibility*. Meistaraprófsritgerð við Háskólann á Akureyri / Háskólaþing Vestfjarða. <http://hdl.handle.net/1946/22543>.
- Karbowski, N. 2015. *Assessment of sea lice infection rates on wild populations of salmonids in Arnarfjörður, Iceland*. Meistaraprófsritgerð við Háskólann á Akureyri / Háskólaþing Vestfjarða. <http://hdl.handle.net/1946/22539>.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. og Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12(1): 1–59. <https://doi.org/10.1034/j.16000633.2003.00010.x>.
- Leó Alexander Guðmundsson, Ragnhildur Þ. Magnúsdóttir og Sigurður Már Einarsson 2017. *Útbreiðsla og þéttleiki seiða laxfiska á Vestfjörðum, frá Súgandafirði til Tálknafjarðar*. Hafrannsóknastofnun, HV 2017004. Reykjavík: Hafrannsóknastofnun. ISSN 2298-9137.
- Magnús Jóhannsson. 1995. Leitað leiða til markvissrar veiðistjórnunar. Veiðimálastofnun. *Bændablaðið* 1(6): 6.
- Margrét Thorsteinsson. 2018. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum 2017. Monitoring sea lice on wild salmonids in Westfjords 2017*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 32-18.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Patreksfirði 2019. Monitoring sea lice on wild salmonids in Patreksfjordur, Iceland 2019*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 19-19.
- Margrét Thorsteinsson. 2021. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum og á Eskifirði 2020. Monitoring sea lice on wild salmonids in Westfjords and Eskifirdi, Iceland 2020*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 16-21.
- Margrét Thorsteinsson. 2022. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Jökulfjörðum 2021. Monitoring sea lice on wild salmonids in Jökulfjords, Iceland 2021*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 24-22.

- Middlemas, S.J., Raffell, J.A., Hay, D.W., Hatton-Ellis, M. og Armstrong, J.D., 2010. Temporal and spatial patterns of sea lice levels on sea trout in western Scotland in relation to fish farm production cycles. *Biology Letters* 6(4): 548–551. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0872>.
- O'Shea B. 2005. *Host Identification and Settlement of the Infective Copepodid Stage of the Salmon Louse, Lepeophtheirus salmonis (Krøyer, 1837)*. PhD Thesis, University of Aberdeen, UK
- Pike, A.W. og Wadsworth, S.L. 2000. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. In *Advances in Parasitology*. *Advances in Parasitology* 44: 233–337. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60233-X](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60233-X).
- Revie, C.W., Gettinby, G., Treasurer, J.W. og Rae, G.H. 2002. The epidemiology of the sea lice, *Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland. *Journal of Fish Diseases* 25(7): 391-399. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00388.x>.
- Samsing F., Oppedal F., Dalvin S., Johnsen I., Vågseth T. og Dempster T. 2016. Salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) development times, body size and reproductive outputs follow universal models of temperature dependence. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 73: 1841–1851.
- Schram, T.A., Knutsen, J.A., Heuch, P.A. og Mo, T.A. 1998. Seasonal occurrence of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* (Copepoda: Caligidae) on sea trout (*Salmo trutta*), off southern Norway. *ICES Journal of Marine Science* 55(55): 163-175.
- Schram, T.A. 2000. The egg string attachment mechanism in salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae). *Contributions to Zoology* 69(1): 21-29 <https://doi.org/10.1163/18759866-0690102002>.
- Sigurður Már Einarsson og Jón S. Ólafsson. 2016. *Umhverfispættir og útbreiðsla laxfiska á vestanverðum Vestfjörðum*. Veiðimálastofnun, VMST/16013. Reykjavík: Veiðimálastofnun.
- Taranger, G.L., Svåsand, T., Bjørn, P.A., Jansen, P.A., Heuch, P.A., Grøntvedt, R.N., Asplin, L., Skilbrei O., Glover, K., Skaala, Ø., Wennevik, V. og Boxaspen, K.K. 2012. *Forslag til førstegenerasjons målemetode for miljøeffekt (effektindikatorer) med hensyn til genetisk påvirkning fra oppdrettslaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på villlevende laksefiskbestander*. Havforskningsinstituttet, Nr. 13-2012 / Veterinærinstituttets rapportserie, Nr. 7-2012.

- Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, B.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Morton, H.C. og Svåsand, T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72(3): 997-1021. <https://doi.org/10.1093/icejms/fsu132>.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. og Finstad, B. 2015. Effects of salmon lice on sea trout - a literature review. *Journal of Aquaculture Environment Interactions* 7: 91– 113. <https://doi.org/10.3354/aei00142>.
- Urbina M.A., Cumillaf, J.P., Paschke K. og Gebauer P. 2019. Effects of pharmaceuticals used to treat salmon lice on non-target species: Evidence from a systematic review. *Science of The Total Environment* 649: 1124-1136. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.334>.
- Willis, K. J. og Ling, N. 2003. The toxicity of emamectin benzoate, an aquaculture pesticide, to planktonic marine copepods. *Aquaculture* 221(1-4): 289–297. doi: 10.1016/s0044-8486(03)00066-8

VIÐAUKI I.

Arctic Sea Farm – Sea lice count in sea cages in Arnarfirði

Hvestudalur 2022									
Vika	Hitastig ¹	Laxalús			Fiskilús	Lax	Lax	Hrognkelsi	Lyfjagjöf
Week	°C	Salmon lice			Fish lice	Salmon	Salmon	Lumpfish	Chemicals
		Kvk ²	Hreyfanlegar	Fastar ³	Hreyfanlegar	Fjöldi	Lífmassi		
		Female	Mobile	Juveniles	Mobile	Number	Biomass		
32	10,2	0,00	0,25	0,21	0,18	1.176.621	343.678		
33	10,4	0,01	0,03	0,00	0,01	1.176.540	392.421		
34	10,4	0,04	0,46	0,43	0,19	1.176.328	445.227		
35	10,1	0,04	0,03	0,00	0,01	1.175.943	488.739		
36	10	0,11	0,29	0,50	0,56	1.175.582	542.839		
37	10	0,01	0,58	3,01	0,69	1.175.259	601.413		
38	9,8	0,04	0,20	6,12	7,51	1.174.656	655.190		
39	9,6					1.174.526	663.698		
42-43									Slice

¹Hitastig mælt á 7 m dýpi - Temperature measured at 7 m depth

²Fullorðnar kvenkyns með og án eggjastrengja - Adult females with and without eggstrings

³Allar fastar sjávarlús - All sessile sea lice

Arnarlax – Sea lice counting in sea cages in Arnarfirði

Hringsdalur 2022										
Vika	Hitastig ¹	Laxalús				Fiskilús	Lax	Lax	Hrognkelsi	Lyfjagjöf
Week	°C	Salmon lice				Fish lice	Salmon	Salmon	Lumpfish	Chemicals
		Kvk	Kvk m/egg	Hreyfanleg	Fastar	Allar	Fjöldi	Lífmassi		
		Female	Female w/egg	Mobile	Juveniles	All	Number	Biomass		
26	8,4						1.471.063	499.532		
27	8,9	0,00	0,00	0,01	0,00	0,36	1.469.473	542.259		
28	9,3	0,00	0,00	0,02	0,04	0,16	1.468.925	584.159		
29	10,4	0,00	0,00	0,03	0,03	0,19	1.526.239	643.595		
30	10,2	0,00	0,00	0,01	0,01	0,09	1.526.014	694.447		
31	10,1	0,00	0,00	0,05	0,01	0,29	1.907.593	781.962		
32	10,2						1.907.300	842.132		
33	10,3	0,00	0,01	0,22	0,01	0,27	2.356.507	964.508		
34	10,1	0,16	0,01	0,00	0,00	0,46	2.355.998	1.048.748		
35	9,8	0,00	0,00	0,12	0,03	1,18	2.355.141	1.133.659		
36		0,00	0,00	0,04	0,02	1,14				
37		0,00	0,01	0,05	1,02	5,94				
38		0,04	0,04	0,05	0,13	6,52				
42-43										Slice

¹ Hitastig mælt á 10 m dýpi - Temperature measured at 10 m depth

Haganes 2022											
Vika	Hitastig¹	Laxalús				Fiskilús	Lax	Lax	Hrognkelsi	Hrognkelsi	Lyfjagjöf
Week	°C	Salmon lice				Fish lice	Salmon	Salmon	Lumpfish	Lumpfish	Chemicals
		Kvk	Kvk m/egg	Hreyfanleg	Fastar	Allar	Fjöldi	Lífmassi	Fjöldi²	Sett í kví	
		Female	Female w/egg	Mobile	Juveniles	All	Number	Biomass	Number	Input	
24									92.252	0	
25									89.793	25.000	
26	9,2	0,07	0,56	0,35	0,50	0,04	882.202	4.107.252	103.033	50.000	
27	9,2	0,09	0,16	0,27	0,00	0,29	881.932	4.257.445	111.070	18.750	
28	9,6	0,04	0,12	0,39	0,15	0,58	838.414	4.157.169	110.378	0	
29	10,6	0,03	0,09	0,44	0,00	0,59	802.945	4.109.871	102.069	0	
30	10,5	0,12	0,06	1,18	0,01	0,35	783.417	4.194.162	101.379	0	
31	10,6	0,19	0,08	0,16	0,17	0,55	700.531	3.859.306	100.322	0	
32	10,1	0,44	0,34	0,91	0,26	0,55	685.397	3.899.996	90.049	0	
33	10,5	0,35	0,54	0,61	0,00	0,20	593.545	3.460.076	78.887	0	
34	10,6	0,05	0,45	0,45	0,35	3,00	504.985	2.929.683	69.928	0	
35	9,7	0,16	0,45	0,54	0,00	1,64	471.970	2.821.304	49.166	0	
36		0,13	0,85	0,26	0,01	7,51					
37											

¹Hitastig mælt á 10 m dýpi - Temperature measured at 10 m depth

²Hrognkelsi frá 2021 ekki talin eftir að fyrstu hrognkelsin eru sett í kví 2022 –
Number of lumpfish from 2021 not included after the first input of 2022 lumpfish

Arnarlax – Sea lice counting in sea cages in Arnarfirði

Fossfjörður 2022											
Vika	Hitastig ¹	Laxalús				Fiskilús	Lax	Lax	Hrognkelsi	Hrognkelsi	Lyfjagjöf
Week	°C	Salmon lice				Fish lice	Salmon	Salmon	Lumpfish	Lumpfish	Chemicals
		Kvk	Kvk m/egg	Hreyfanleg	Fastar	Allar	Fjöldi	Lífmassi	Fjöldi ²	Sett í kví	
		Female	Female w/egg	Mobile	Juveniles	All	Number	Biomass	Number	Input	
24									47.902	0	
25									47.542	0	
26	9,3	0,11	0,21	0,19	0,04	0,08	530.319	2.295.761	46.935	0	
27	9,3	0,19	0,10	0,31	0,00	0,00	530.240	2.375.079	47.878	31.250	
28	9,4	0,01	0,10	0,23	0,28	0,09	530.156	2.466.044	63.797	25.000	
29	11,2	0,05	0,05	0,18	0,00	0,23	530.056	2.548.962	78.458	25.000	
30	10,3	0,18	0,03	0,36	0,15	0,25	529.972	2.656.075	77.224	0	
31	10,8	0,06	0,03	0,27	0,00	0,05	529.850	2.720.013	72.880	0	
32	10,0	0,08	0,22	0,34	0,06	0,21	529.752	2.788.320	63.436	0	
33	10,4	0,13	0,21	0,36	0,00	0,03	529.543	2.835.338	48.554	0	
34	10,6						529.362	2.903.704	42.820	0	
35	9,6	0,05	0,20	0,22	0,00	0,29	528.884	2.963.210	39.054	0	
36		0,20	0,43	0,12	0,10	0,97					
37		0,09	0,24	0,30	0,00	1,12					
38		0,09	0,17	0,78	0,12	2,54					

¹Hitastig mælt á 10 m dýpi - Temperature measured at 10 m depth

²Hrognkelsi frá 2021 ekki talin eftir að fyrstu hrognkelsin eru sett í kví 2022 –

Number of lumpfish from 2021 not included after the first input of 2022 lumpfish

Tjaldanes 2022											
Vika	Hitastig¹	Laxalús				Fiskilús	Lax	Lax	Hrognkelsi	Hrognkelsi	Lyfjagjöf
Week	°C	Salmon lice				Fish lice	Salmon	Salmon	Lumpfish	Lumpfish	Chemicals
		Kvk	Kvk m/egg	Hreyfanleg	Fastar	Allar	Fjöldi	Lífmassi	Fjöldi²	Sett í kví	
		Female	Female w/egg	Mobile	Juveniles	All	Number	Biomass	Number	Input	
24									25.830	0	
25									25.812	0	
26	9,0						1.484.221	1.332.982	25.812	0	
27	9,8	0,00	0,03	0,14	0,26	1,32	1.479.589	1.419.076	25.812	0	
28	9,8	0,01	0,13	0,20	0,19	1,11	1.468.735	1.488.958	25.812	0	
29	10,4	0,12	0,20	0,28	0,07	1,01	1.468.047	1.564.019	25.796	0	
30	11,5	0,05	0,09	0,20	0,07	0,41	1.466.838	1.728.397	69.142	50.000	
31	11,0	0,00	0,07	0,03	0,15	1,00	1.466.039	1.847.626	67.989	0	
32	10,9	0,20	0,05	0,00	0,00	0,20	1.465.156	2.004.909	92.048	25.000	
33	10,7	0,01	0,13	0,03	0,00	0,69	1.464.267	2.156.372	90.793	0	
34	10,5						1.463.846	2.324.267	115.135	25.000	
35	10,4						1.462.989	2.517.433	114.329	0	
36		0,00	0,15	0,20	0,00	2,08					
37		0,03	0,07	0,18	0,83	4,63					
38		0,05	0,13	0,32	0,00	5,26					
42											Alpha Max
42-43											Slice

¹Hitastig mælt á 10 m dýpi - Temperature measured at 10 m depth

²Hrognkelsi frá 2021 ekki talin eftir að fyrstu hrognkelsin eru sett í kví 2022 –

Number of lumpfish from 2021 not included after the first input of 2022 lumpfish