

# Vöktun á sjávarlúsum á villtum laxfiskum í Patreksfirði 2019

Monitoring sea lice on wild salmonids in Patreksfjordur, Iceland 2019



Margrét Thorsteinsson

NV nr. 19-19

Desember 2019

 <b>NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA</b>		<b>Dagsetning:</b> Desember 2019
		<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
<b>Skýrsla nr:</b> NV nr. 19-19	<b>Verknúmer:</b> 551	
<b>Heiti skýrslu:</b> Vöktun á sjávarlúsum á villtum laxfiskum í Patreksfirði 2019 / Monitoring sea lice on wild salmonids in Patreksfjörður, Iceland 2019		<b>Blaðsíður:</b> 42
<b>Höfundur:</b> Margrét Thorsteinsson		<b>Upplag:</b> 9
<b>Verkefnisstjóri:</b> Margrét Thorsteinsson		<b>Fjöldi korta:</b> 1
		<b>Gerð skýrslu/Verkstig:</b> Lokaskýrsla
		<b>Unnið fyrir:</b> Náttúrustofu Vestfjarða
<b>Lykilorð íslensk:</b> Laxalús, fiskilús, sjóbirtingur, sjóbleikja, tíðni, þéttni, álag, lýs/g, áhættumörk laxalúsa		<b>Lykilorð ensk:</b> Salmon lice, fish lice, sea trout, Arctic charr, prevalence, abundance, intensity, lice/g, Salmon lice Risk index
<b>Undirskrift verkefnastjóra:</b> 		<b>Yfirfarið af:</b> María Maack

## ÚTDRÁTTUR

Sjávarlús eins og laxalús (*Lepeophtheirus salmonis*) hafa verið vandamál í sjókvíaeldi laxfiska og geta jafnframt valdið auknu smitálagi á villta laxfiska. Fiskeldi með Atlantshafslax (*Salmo salar*) í sjókvíum hefur aukist hratt hér á landi á skömmum tíma, einkum á suðursvæði Vestfjarða. Lengi var talið að lágur sjávarhiti við Ísland væri vörn gegn lúsafaraldri en svo er ekki. Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á sjávarlúsum á villtum laxfiskum við Ísland og aðeins á Vestfjörðum. Þessi rannsókn er styrkt af Rannsókn- og Nýsköpunarsjóði Vestur-Barðarstrandarsýslu (RANNIBA). Tilgangur rannsóknar er að fá fram tíðni, þéttni og álag laxalúsa á villta laxfiska í Patreksfirði árið 2019 og bera niðurstöður saman við fyrri rannsóknir frá 2017 og 2015. Í öllum rannsóknnum var notað silunganet með smáum möskvum til veiða. Í þessari rannsókn veiddust 17 sjóbirtingar (*Salmo trutta*) og 11 sjóbleikjur (*Salvelinus alpinus*). Sýnatökuveiði fór fram í fjarðarbotni við Ósá sem er sami staður og í fyrri rannsóknnum. Af þeim 28 laxfiskum sem veiddust var aðeins einn fiskur með fiskilýs af tegundinni (*Caligus elongatus*).

Helstu niðurstöður árið 2019 voru að laxalús var ríkjandi sjávarlúsategund á villtum laxfiskum í Patreksfirði eins og í fyrri rannsóknnum árin 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018) og 2015 (Eva Dögg Jóhannesdóttir og Jón Örn Pálsson 2015). Til að gera samanburð við árið 2015 er aðeins miðað við hreyfanlegar laxalýs. Tíðni laxalúsasmits hefur aukist með árunum bæði á sjóbirtingum og sjóbleikjum en engin sjóbleikja veiddist árið 2017. Laxalúsasmit var hærra á sjóbirtingi (100%) 2019, (80-86%) 2017 og (13-53%) 2015 en sjóbleikju (0-45%) 2019 og (8-25%) 2015. Þéttni laxalúsa á hverjum sjóbirtingi var í meðallagi árið 2019 (3,9-7,8), há árið 2017 (12,7-20,8) og lág árið 2015 (0,2-2,3). Þéttni laxalúsa á hverri sjóbleikju var lág (0-0,7) 2019 og (0,08-0,4) 2015. Áhætta sem laxfiskarnir voru í vegna laxalúsar og er mæld í dánartíðni í laxfiskahópnum var 11% árið 2019 og fær gulan lit sem þýðir meðal áhættu en var 58% árið 2017 og fékk rauðan lit sem þýðir mikil áhætta.

Lagt er til að eftirlit með laxalús og fiskilús í sjókvíaeldi verði aukið og að öll sjókvíaeldi með laxfiska skili inn talningaráætlun með góðum fyrirvara. Einnig að óreglubundin talning verði framkvæmd af óháðum aðila og niðurstöður verði opinberar svo hægt verði að fylgjast með þróun sjávarlúsa í kvíum og mögulegum áhrifum á villta laxfiska.

## ABSTRACT

In the salmon farming industry, sea lice, particularly salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) have been a problem. This parasite is also perceived as a serious threat to wild salmonids. Aquaculture with Atlantic salmon (*Salmo salar*) has increased rapidly in Iceland in a short period of time, especially in the southern part of the Westfjords, North West Iceland. For some time, it was thought that low sea temperature by the coast of Iceland would protect against sea lice epidemics, but it proves not to be so. Few studies have been conducted on sea lice on wild salmonids in Iceland and they are confined to the Westfjords. This research is funded by the Research- and Innovation fund of Vestur-Bardarstrandarsýslu (RANNIBA). The purpose of this research is to assess the prevalence, abundance and intensity of salmon lice in wild salmonid populations in Patreksfjordur. The results are compared with previous research results from 2017 and 2015. In all studies gill net with small mesh size was used to catch the fish. In 2019, 17 individuals of brown trout „sea trout“ (*Salmo trutta*) and 11 of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) were caught. Fishing took place at the bottom of the fjord near the river Osa, which is the same site as in previous research. Of the 28 salmonids caught in 2019 in Patreksfjordur, only one fish had fish lice (*Caligus elongatus*).

The main findings in 2019 were that salmon lice were the dominant sea lice species of wild salmon in Patreksfjordur, as in previous studies in 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018) and 2015 (Eva Dögg Jóhannsdóttir and Jón Örn Pálsson 2015). The prevalence of salmon lice infestation has increased over the years, both on sea trout and Arctic charr, but no Arctic charr was caught in 2017. To make a comparison with 2015, only mobile salmon lice is used in calculations. Salmon lice prevalence was higher on sea trout (100% 2019, (80-86%) 2017 and (13-53%) 2015, than Arctic charr (0-45%) 2019 and (8-25%) 2015. Salmon lice abundance on sea trout was moderate in 2019 (3.9-7.8), high in 2017 (12.7-20.8) and low in 2015 (0.2-2.3). Salmon lice abundance on Arctic charr was low in 2019 (0-0,7) and (0,08-0,4) 2015. The risk that salmonids were exposed to due to salmon lice and measured in mortality in the salmon group was 11% which means average risk and gets yellow colour in 2019 but was 58% in 2017 which means high risk and gets red colour.

It is proposed to increase the surveillance of salmon lice and fish lice in aquaculture. Also, that the aquaculture companies using sea cages submit a predetermined counting plan at their sites to follow through. Lastly, that irregular lice countings in sea cages should be carried out by independent units and the results made public.

**EFNISYFIRLIT**

ÚTDRÁTTUR.....	iii
ABSTRACT.....	iv
MYNDA- OG KORTASKRÁ.....	vi
TÖFLUSKRÁ.....	vii
INNGANGUR.....	1
Laxa- og fiskilýs.....	4
Áhrif laxa- og fiskilúsa á fiska.....	5
Sjógöngufiskar.....	6
Næmi laxfiska fyrir lúsasmiti.....	6
Áhrif af laxeldi í sjókvíum.....	7
Lúsatalningar í sjókvíum.....	8
AÐFERÐAFRÆÐI.....	9
Sýnataka.....	9
Greiningar.....	10
Tölfræði.....	10
RANNSÓKNASVÆÐI.....	12
NIÐURSTÖÐUR.....	13
Rannsóknasvæði og fjöldi veiddra fiska.....	13
Tíðni, þéttni og álag laxalúsa.....	14
Tíðni laxalúsa.....	15
Þéttni laxalúsa.....	16
Álag laxalúsa.....	17
Lýs g/fisk.....	17
Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa.....	19
Sjáanleg ummerki eftir sjávarlús á fiskum.....	19
Lúsatalningar í sjókvíum við Patreksfjörð 2019.....	20
Hita- og seltustig sjávar.....	21
SAMANBURÐUR Á MILLI ÁRA.....	22
UMRÆÐUR.....	30
ÞAKKIR.....	35
HEIMILDIR.....	36
VIÐAUKI 1.....	41
VIÐAUKI 2.....	42

## MYNDA- OG KORTASKRÁ

Mynd 1. Lífsferill laxalúsarinnar <i>Lepeophtheirus salmonis</i> og fiskilúsarinnar <i>Caligus elongatus</i> (The life cycle of the salmon lice ( <i>Lepeophtheirus salmonis</i> ) and fish lice ( <i>Caligus elongatus</i> )). .....	4
Mynd 2. Fjöldi veiddra sjóbirtinga, sjóbleikja og kyn þeirra (Number of caught sea trout and Arctic charr and their gender).....	14
Mynd 3. Þroskastig laxalúsar eftir hlutfallsfjölda í júlí og ágúst (Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus, female and male pre adult and adult and female adult with eggstrings on wild salmonids in two periods). .....	15
Mynd 4. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum eftir tímabilum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr in two periods).....	16
Mynd 5. Álag laxalúsa á hverjum smituðum laxfiski (Salmon lice intensity on infected salmonids). .....	17
Mynd 6. Tíðni laxalúsar á sjóbirtingum og sjóbleikjum eftir tímabilum og árum. (Prevalence of salmon lice on sea trout and Arctic charr in July and August in 2019 and 2017).....	23
Mynd 7. Hlutfall laxalúsa eftir þroskastigi í júlí og ágúst (Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus, pre adult and adult on wild salmonids in two periods). .....	23
Mynd 8. Áfastar og hreyfanlegar sjávarlús á hverjum smituðum sjóbirtingi og sjóbleikju eftir tímabilum og árum (Sessile and mobile sea lice on infected fish (sea trout and Arctic charr) after periods and years). .....	24
Mynd 9. Meðalþéttni laxalúsa á sjóbirtingum og sjóbleikjum eftir tímabilum og árum (Mean abundance of salmon lice on sea trout and Arctic charr after periods and years). .....	26
Mynd 10. Álag laxalúsa á hvern smitaðan laxfisk árið 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on infected salmonids in the year 2019 and 2017).....	27
Kort 1. Sýnatökustaðir og staðsetning sjókvía í Patreksfirði 2019 (Samplings sites and sea cages with salmon in Patreksfjordur 2019).....	2

## TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Vöktun á sjávarlús á villtum laxfiskum á Íslandi (Monitoring sea lice on wild salmonids in Iceland).....	1
Tafla 2. Flokkun á laxalús og fiskilús í rannsókn 2019 (Classification of <i>Lepeophtheirus salmonis</i> and <i>Caligus elongatus</i> in this study). .....	10
Tafla 3. Viðmið fyrir áhættumörk og dánartíðni mismunandi stærðar af fiski (Criteria for risk limits and mortality of sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g). .....	11
Tafla 4. Áætluð dánartíðni laxfiska minni en 150 g.....	12
Tafla 5. Áætluð dánardíðni laxfiska stærri en 150 g.....	12
Tafla 6. Tímabil í veiði, fisktegund, heildarfjöldi fiska, fjöldi fiska léttari og þyngri en 150 g, meðalþyngd, tíðni, þéttni og álag laxalúsa á fiski (Catch period, fish species, total number of salmonids, fish weight, salmon lice prevalence, abundance, and intensity on salmonids).....	14
Tafla 7. Tíðni sjávarlúsa á laxfiskum (Prevalence of sea lice on salmonids, prevalence of mobile salmon lice and sessile sea lice, number of sea trout and Arctic charr catch).....	15
Tafla 8. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr, abundance of adult female salmon lice and median of abundance). .....	16
Tafla 9. Álag laxalúsa á smituðum fiskum (Salmon lice intensity on infected salmonids and salmon lice intensity from mobile salmon lice).....	17
Tafla 10. Meðalþyngd og meðallengd veiddra laxfiska (Average weight and length of sea trout and Arctic charr) .....	17
Tafla 11. Álag laxalúsar á hvert þyngdargramm á öllum smituðum fiskum minni og stærri en 150 g (Salmon lice relative intensity per gram of weight on all infected fish weighing less and more than 150 g).....	18
Tafla 12. Álag laxalúsar á öllum smituðum fiskum og fjöldi fiska minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi fiska stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs á hvert þyngdargramm (Salmon lice relative intensity on sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g. Number of fish weighing less than 150 g with more than 0,1 lice/g and number of fish weighing more than 150 g with more than 0,025 lice per gram). .....	18
Tafla 13. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærri en 150 g (Salmon lice relative intensity on fish group weighing less and more than 150 g). .....	19
Tafla 14. Talning sjávarlúsa, hitastig í sjó, fjöldi laxfiska, lífmassi og hrognkelsi við Þúfneyri (Sea lice counting, sea temperature at 10 m, number of salmonids, biomass and number of lumpfish in Þúfneyri).....	20
Tafla 15. Tíðni sjávarlúsa á laxfiskum 2019 og 2017 (Prevalence of sea lice on salmonids 2019 and 2017, prevalence of mobile salmon lice and sessile sea lice, number of sea trout and Arctic charr catch).....	22
Tafla 16. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum eftir árum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr, abundance of adult female salmon lice and median of abundance).....	24

Tafla 17. Tíðni og þéttni hreyfanlegra laxalúsa á sjóbirtingum og sjóbleikjum 2019, 2017 og 2015 (Salmon lice prevalence and abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr in 2019, 2017 and 2015).....	25
Tafla 18. Álag laxalúsa á smituðum fiskum árin 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on infected salmonids and salmon lice intensity from mobile salmon lice the year 2019 and 2017). .....	26
Tafla 19. Laxalúsaálag á öllum smituðum fiskum minni og stærri en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on all infected fish less and more than 150 g the year 2019 and 2017). .....	27
Tafla 20. Laxalúsaálag meira en 0,1 og 0,025 lýs/g eftir stærð fisks og tegund (Salmon lice relative intensity of 0,1 and 0,025 lice/g by fish size and by sea trout and Arctic charr). .....	28
Tafla 21. Laxalúsaálag á laxfiskahópa minni en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish group less than 150 g in 2019 and 2017). .....	29
Tafla 22. Laxalúsaálag á laxfiskahópa stærri en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish group more than 150 g in 2019 and 2017).....	29
Tafla 23. Laxalúsaálag á laxfiskahópa árið 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish groups in 2019 and 2017).....	29



## INNGANGUR

Sjávarlús og einkum laxalúsin (*Lepeophtheirus salmonis*) hefur verið vandamál í sjókvíaelði á laxfiskum og getur valdið auknu smiti og lúsaálagi í villtum stofnum. Lengi var talið að lágur sjávarhiti við Ísland væri vörn gegn lúsafaraldri en svo er ekki eins og notkun lúsalyfja og rannsókn frá 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018) sýnir. Fiskeldi með laxfiska í sjókvíum hefur aukist hratt á skömmum tíma, einkum á suðursvæði Vestfjarða. Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á sjávarlúsum hér á landi en mikilvægt er að til sé grunnrannsókn um náttúrulegt lúsasmit á villtum laxfiskum í fjörðum landsins áður en þaueldi hefst. Slík rannsókn getur gefið viðmið um lúsaálag eftir fjörðum og laxfiskum. Í mörgum löndum þar sem þaueldi er hafið fara fram árlegar rannsóknir eins og sú sem hér er lýst en fá af þeim löndum, ef nokkur, eiga grunnrannsóknir um náttúrulegt lúsasmit. Í töflu 1 er sýnt í hvaða fjörðum/svæðum sjávarlús á villtum laxfiskum hafa verið rannsökuð við Ísland en þau svæði eru öll á Vestfjörðum.

Tafla 1. Vöktun á sjávarlús á villtum laxfiskum á Íslandi (Monitoring sea lice on wild salmonids in Iceland)

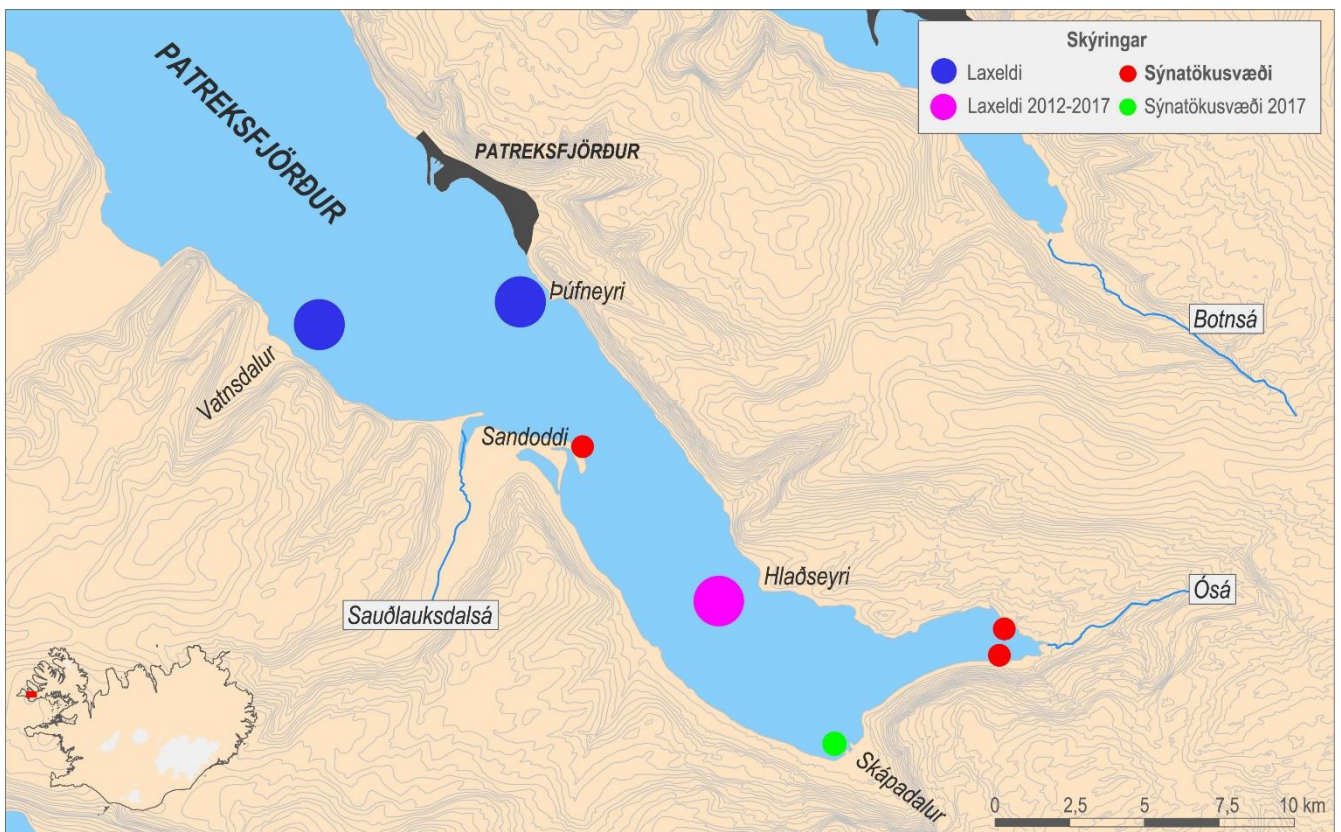
Ár	Patreksfjörður	Tálknafjörður	Arnarfjörður	Dýrafjörður	Öndarfjörður	Súgandafjörður	Ísafjarðardjúp	
							Kaldalón	Nauteyri
2014			x					
2015	x	x		x			x	
2016								
2017	x	x	x	x	x	x	x	x
2018								
2019	x							

Fyrstu rannsóknir sem vitað er af á fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum hér, voru gerðar í Arnarfirði árið 2014 af meistaranemum við Háskólasetur Vestfjarða. Niklas Karbowski skoðaði lúsasmit á villtum laxfiskum og notaði silunganet til veiða með sama hætti og gert er í þessu verkefni (Karbowski, N. 2015). Chelsey Mae Karbowski skoðaði fjölda laxalúsa sem festu sig við eldislaxaseiði í netbúrum sem komið var fyrir á fjórum stöðum í Arnarfirði og einnig skoðaði hún fýsileika þess að nota vatnalíkan sem getur áætlað dreifingu lúsalirfa (Karbowski, C. 2015). Árið 2015 hóf meistaranemi við Háskólasetur Vestfjarða, Kyra Jörgensen-Nelson rannsókn á lúsasmiti á villtum laxfiskum í Patreksfirði, Tálknafirði, Dýrafirði og við Kaldalón í Ísafjarðardjúpi (Eva D. Jóhannesdóttir og Jón Ö. Pálsson 2016). Árið 2017 framkvæmdi Náttúrustofa Vestfjarða með styrk frá Umhverfissjóði sjókvíaeldis, rannsókn á lúsasmiti á villtum laxfiskum á svæði/um innan Patreksfjarðar, Tálknafjarðar, Arnarfjarðar, Dýrafjarðar, Öndarfjarðar, Súgandafjarðar og við Kaldalón og Nauteyri í Ísafjarðardjúpi (Margrét Thorsteinsson 2018). Árið 2019 fékk Náttúrustofa Vestfjarða styrk frá Rannsókn- og Nýsköpunarsjóði Vestur-Barðarstrandarsýslu (RANNIBA) til að vinna að þessari rannsókn í Patreksfirði.

Við val á sýnatökustöðum í þessari rannsókn var einkum haft í huga fyrri sýnatökustaðir árin 2015 og 2017 við Ósá í fjarðarbotni og staðsetning fiskeldiskvía (sjá kort 1) en einnig helstu veiðiáa í Patreksfirði. Notað var smáriðið silunganet til veiða með sama hætti og gert var í fyrri rannsóknum.

Leitast var við að svara eftirfarandi spurningum:

- Hver er fjöldi sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Patreksfirði árið 2019?
- Er munur á fjölda sjávarlúsa á milli ára?



Kort 1. Sýnatökustaðir og staðsetning sjókvía í Patreksfirði 2019. Kortagerð: HBA/Nave©2019. (Samplings sites and sea cages with salmon in Patreksfjordur 2019).

Aðstæður í rannsókninni árið 2019 og 2017 voru ólíkar. Árið 2017 var aðeins eitt fiskeldisfyrirtæki, Fjarðalax með sjókvíar í Patreksfirði. Fjarðalax hóf sjókvíaeldi með lax árið 2012 við Hlaðseyri. Svæðið við Hlaðseyri var í notkun þegar sýnataka fór fram 2017 og komið að lokum eldistíma, en laxeldistímabilið hér við land er um 18 mánuðir. Eldislaxinn er lúsalaus þegar hann er settur í kvíar en þar sem hýslar fyrir sníkjudýrið er í miklum þéttleika er hættu á mögnun lúsasmits. Eftir því sem fiskurinn er lengur í kví eykst hættan ennfremur samkvæmt rannsóknum sem gerðar hafa verið (Butler 2002, Middlemas o.fl. 2010). Árið 2019 voru tvö fiskeldisfyrirtæki með lax í sjókvíum í Patreksfirði. Arctic Sea Farm hefur bæst við. Eldistímabil í kvíum við Púfneyri hófst í júní 2018 hjá Fjarðalax og í maí 2019 við Kvígindisdal/Vatnsdal hjá Arctic Sea Farm (sjá kort 1).

Hvíldartímabil í firðinum frá 2017 til 2018 var langt og mjög líklega hefur náðst að brjóta upp lífsferil laxalúsarinnar en niðurstöður frá júlí 2019 benda til þess. Auk þess var staðsetning sjókvía nær fjarðarmynninu en áður og fjær sýnatökustaðnum í botni Patreksfjarðar. Hlaðseyri er um 5 km frá botni fjarðarins, Þúfneyri í um 11 km fjarlægð og Vatnsdalur í um 13 km fjarlægð. Fyrirhuguð sýnataka nær sjókvíum við Sandodda (sjá kort 1) gekk ekki eftir vegna veðurs. Góð veiði á fyrri tímabilinu 2019 kom á óvart því Patreksfjörður kom verst út af öllum fjörðum á vestanverðum Vestfjörðum hvað veiði varðar í rannsókn Náttúrustofu Vestfjarða árið 2017. Einnig kom á óvart fjöldi sjóbleikja en aðeins sjóbirtingar veiddust árið 2017.

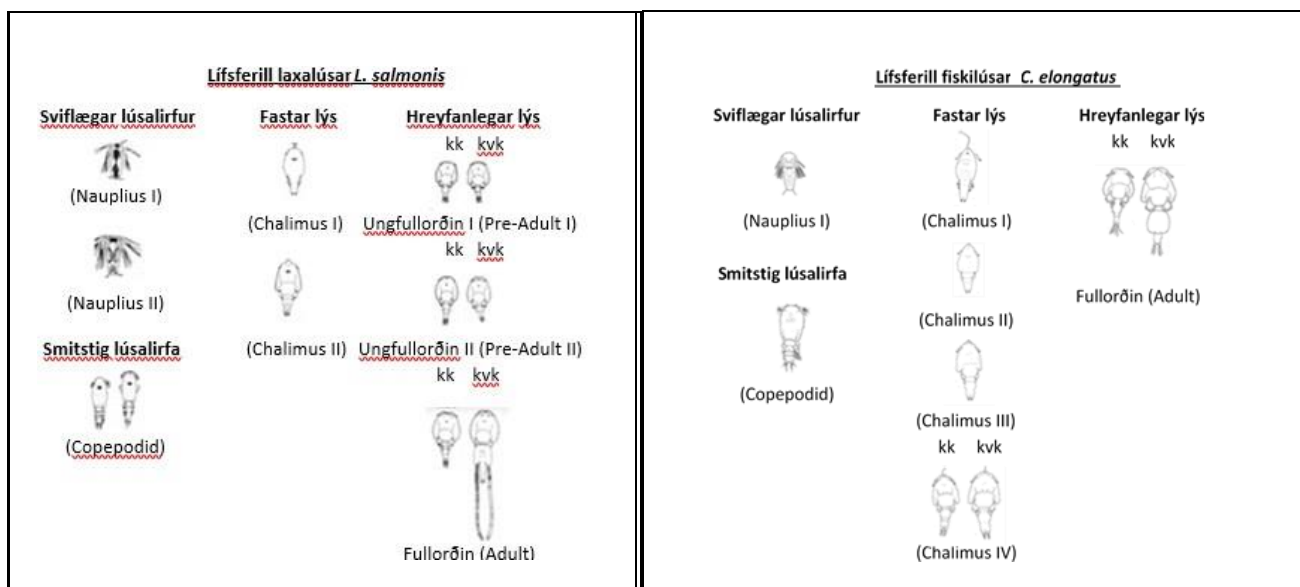
Í skýrslunni er byrjað á að fara yfir lífsferil laxa- og fiskilúsar, en flókin lífsferill gefur skýringu á mikilvægi þess m.a. að halda útreikningi fyrir júlí og ágúst aðskildum. Þannig er t.a.m. hægt að átta sig á hvenær fiskurinn varð fyrir smiti og hvar í þroskanum lúsin er (sjá mynd 1) hvoru sinni því það segir til um áframhaldandi þróun. Síðan er farið yfir skaðleg áhrif laxa- og fiskilúsa á laxfiskinn en í niðurstöðum eru tekin saman sýnileg áhrif. Farið er yfir sjógöngu laxfiska sem takmarkar sýnatökutímabil rannsóknarinnar og er mismunandi eftir árum, svæðum og fisktegundum. Farið er yfir mismunandi næmi laxfiska sem er áberandi á milli sjóbleikju og sjóbirtings samkvæmt þessari rannsókn og fyrri rannsóknum hér við land. Farið er yfir helstu áhrifaþætti í sjókvíaeldi laxfiska sem eru líkleg til að fjölga sníkjudýrum eins og laxa- fiskilúsum. Síðan er skoðað hvernig talning sjávarlúsa í sjókvíum, viðmið og eftirlit fer fram hér við land, í Noregi og Kanada. Í lok skýrslunnar er reiknuð áætluð dánartíðni í villta laxfiskastofninum. Þessi áætlaða dánartíðni er hluti af svokölluðu „umferðaljósa“ kerfi sem Norðmenn hafa notað til framleiðslustýringar í sjókvíaeldi laxfiska. Í þessu kerfi er lúsasmit flokkað í rauðan, gulan og grænan lit eftir áhættu á villta laxfiskahópa. Til að fá sem best gæði í gögn fyrir „umferðaljósa“ kerfið og í líkanagerð sem víða hefur verið að aukast samhliða sýnatökum þá er mikilvægt að telja ekki bara fullorðnar lýs, sem geta fært sig til á fiskinum (hreyfanlegar lýs) heldur einnig ungvíði lúsa, sem hafa fest sig á fiskinn og geta ekki hreyft sig (fastar lýs). Fastar lýs skýra betur lúsaálag á svæðinu en heildarfjöldi lúsa, þar sem fiskar með fastar lýs hafa smitast stuttu áður en þeir eru veiddir. Fullþroskaðar lýs geta hins vegar verið á fiskinum í nokkra mánuði. Einnig er talið að smærri fiskar fari styttri vegalengdir og með því að nota eingöngu minni fiska en 150 g í útreikningum endurspeglar það betur lúsaálag á svæðinu þar sem fiskurinn veiðist (Mykskvoll o.fl. 2018).

Í þessari rannsókn eru útreikningar gerðir á sama hátt og árið 2017 eða fyrir fiska minni og stærri en 150 g og öll þróunarstig laxalúsar höfð með í niðurstöðum nema annað hafi verið tekið fram. Í rannsókn sem gerð var 2015 voru niðurstöður aðeins gefnar fyrir hreyfanlegt stig laxalúsarinnar sem þýðir að samanburður við 2015 takmarkast við það.

## Laxa- og fiskilýs

Heitið sjávarlýs á við um fjölbreytt sníkjudýr í hafinu sem sækja í mismunandi hýsla. Í rannsóknum og vöktun á lús á villtum laxfiskum er lögð áhersla á tvær tegundir. Þetta eru utanáliggjandi krabbadýr úr ættinni Caligidae. Önnur er af ættkvísl *Caligus* og er svokölluð fiskilús af tegundinni *Caligus elongatus*. Hin er af ættkvísl *Lepeophtheirus* og er svokölluð laxalús af tegundinni *Lepeophtheirus salmonis*.

Fiskilúsinn *Caligus elongatus* hefur verið skráður sníkill á meira en 80 fisktegundum um allan heim. Helstu hýslar laxalúsarinnar *Lepeophtheirus salmonis* í Norður- og Vestur Evrópu eru lax, sjóbirtingur og sjóbleikja, *L. salmonis* finnst mjög sjaldan á öðrum tegundum (Kabata 1979).



Mynd 1. Lífsferill laxalúsarinnar *Lepeophtheirus salmonis* fer í gegnum fimm umbreytingar; nauplius, copepodid, chalimus, pre-adult og adult og átta hamskipti. Lífsferill fiskilúsarinnar *Caligus elongatus* fer í gegnum fjórar umbreytingar; nauplius, copepodid, chalimus og adult og sjö hamskipti. (The life cycle of the salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) and fish lice, (*Caligus elongatus*)). Myndir eru settar upp af höfundum en teikningar eru fengnar frá Schram (1993).

Lýsnar sleppa eggjunum þegar þau eru þroskuð og úr eggjunum klekjast lirfur sem eru sviflægar í sjó (nauplius). Þær umbreytast í sundlægar smitlirfur (copepodid) sem leita uppi hýsil og festa sig á hann. Þær umbreytist smitstigið í áfast lúsastig (chalimus) sem kallað er fastar lýs. Lýs á ungfúllorðins- og fullorðins stigi eru oft nefndar hreyfanlegar lýs, því þær geta hreyft sig á fiskinum og skipt um hýsil.

Lúsarlirfur eru einkum í grunnum árósum og berast þangað með ríkjandi vindátt, straumum og landslagi. Lirfur klekjast einnig úr eggjum í ármyggi eftir að eggjastrengir losna þegar fiskar synda upp árnar (Costello o.fl. 1993). Lirfur lifa á eigin orkuforða og líftími byggist á stærð lirfa og hitastigi sjávar (Boxaspen 2006, Costello 2006). Lúsarlirfa getur lifað í um 150 daggráður<sup>1</sup> en það samsvarar 15 dögum við 10°C hita. Rannsókn í

<sup>1</sup> Daggráður = dagar x hiti.

Harðangursfirði í Noregi sýndi að dreifing lirfa var algengust 20-40 km (Asplin o.fl. 2013). Smitstig lúsalirfa (copipodid) getur borið kennsl á hreyfingu og lykt frá fiskum og flokkað eftir því hvort þeir henti sem hýslar og síðan kanna þær fiskinn með þreifingu áður en þær festa sig. Smitstig lúsalirfa festa sig einkum á ugga fiskana. Ef sundhraði fiska er 0,2 cm/s geta margar lirfur fest sig en fáar ef sundhraði fisksins er 15 cm/s (Genna o.fl. 2005). Lífsferilsstigin hafa ólíkt seltuþol (Johnson og Albright 1991) og sviflæg lúsalirfa getur t.a.m. þroskast í smitstig lúsalirfa á köldum vetrarmánuðum (Boxaspen 2006).

Fullorðnar lýs skipta auðveldlega um hýsla (Bruno og Stone 1990, Øines o.fl. 2006). Það eru aðallega karlkyns lýs sem yfirgefa hýsil sinn. Það getur leitt til að allt að 70% lúsa færi sig af fiskinum (Connors o.fl. 2008). Fiskur getur því smitast bæði af lirfustigi (copipodid) og fullorðnum lúsum.

Laxalúsinn *L. salmonis* er stærri en fiskilúsinn *C. elongatus* og kvenkyns lýs eru stærri en karkyns lýs hjá báðum tegundum. Fullorðnar laxalýs *L. salmonis* þola miklar breytingar í umhverfinu og geta haldist yfir vetur á laxi í úthafi (Mustafa o.fl. 2000). Kvenlýs sem eru á fiski yfir vetur eru stærri en aðrar kvenlýs. Þær framleiða og sleppa fleiri og stærri eggjum. Það er meiri forði fyrir lirfur í stærri eggjum þannig að þær geta verið sviflægar lengur. Kvenlús getur vanalega myndað egg í 11 skipti og í hvert skipti á milli 200 til 800 egg í þöruðum strengjum sem eru áfastir við kvið þeirra. Lýsnar þroskast ekki allar jafn hratt þrátt fyrir stöðugt hitastig. Við 10°C tekur það yfirleitt um 40 daga fyrir karllús að ná fullum þroska en 10 dögum lengur fyrir kvenlús (Pike og Wadsworth 2000, Finstad o.fl. 2007). Fiskilúsinn *C. elongatus*, hefur mjög takmarkaðan líftíma í ferskvatni en laxalúsinn *L. salmonis* getur lifað í allt að 14 daga (Finstad o.fl. 1995). Egg *C. elongatus* og *L. salmonis* klekjast ekki út í ferskvatni (Costello 1993).

Fjöldi laxlúsa er mismunandi eftir árum og ekki er vitað hvers vegna náttúrulegur fjöldi laxalúsa er mismunandi en það hefur verið tengt við breytingar á hitastigi og seltu (Boxaspen 2006). Laxalýs dafna vel við 10°C hita samkvæmt tilraun á rannsóknastofu (Johnson og Albright 1991).

## Áhrif laxa- og fiskilúsa á fiska

Lýsnar nærast á slímhúð, húð og líkamsvef fisksins, einnig blóði (Brandal o.fl. 1976, Costello 2006). Hjúfir hlutar munnsins eru notaðir til að bíta og losa þannig um húð og hold til átu (Costello 1993). Húð fiska er sérstaklega viðkvæm fyrir skaða af lúsum þar sem ytra lag fiskanna er verndun gegn sýkingum og er einnig hluti af osmótísku kerfi sem gerir fiskinum kleift að stjórna seltu innra vefja (Frazer 2009). Stressviðbrögð sem er afleiðing af lúsasmiti getur einnig leitt til sýkinga (Heuch o.fl. 2005). Almenn má segja að húðskemmd sé í réttu hlutfalli við stærð lúsanna og hættan á að sjávarlýsnar beri með sér bakteríu- eða veiru sýkingu er hærri með *Caligus* tegundum þar sem þær finnast á fleiri tegundum hýsla en laxalúsinn og fullorðnar *Caligus elongatus* finnast einnig í sjávarsvifi (Pike og Wadsworth 2000).

Ástand fisksins fyrir smit skiptir máli, eins og stærð fisksins, næringarástand og streita (Tucker o.fl. 2002). Einnig tími smits, áhrifin á fiskinn eru t.a.m. meiri ef hann smitast fyrstu 2 vikurnar eftir að hann fer úr ferskvatni (Dawson o.fl. 1998). Þekkt er að sjóbirtingur með mikið lúsasmit snúi ótímabært í ferskvatn. Rannsókn sem gerð var í Noregi sýndi að afleiðingin var 23% þyngdartap og 19% dauði hjá eldri sjóbirtingum (Birkeland 1996). Rannsóknir á fari sjóbirtinga sýna að þeir breyti hegðun sinni og leiti í ármynni þar sem er minni selta og halda sig þar þegar lúsaálag á svæðinu er hátt (Gjelland o.fl. 2014, Halttunen o.fl. 2018). Í grein Thorstad o.fl. (2015) segir frá nokkrum rannsóknum þar sem laxfiskar fara í ferskvatn til að hreinsa sig af lúsum.

## Sjógöngufiskar

Það ganga ekki allir laxfiskar til sjávar. Það er mismunandi milli tegunda, innan tegunda, milli svæða og milli ára hvenær fiskarnir ganga til sjávar og hvað þeir dvelja þar lengi. Samkvæmt sýritandi rafeindafiskamerkjum sem komið var fyrir í sjóbirtingum á Suðurlandi 1996-2008 tók sjóganga þeirra 26-98 daga, eða að meðaltali 59 daga. Niðurstöður sýndu einnig að sjóbirtingar voru oftast á innan við 5 m dýpi (Jóhannes Sturlaugsson 2016) og nálægt ströndinni, einmitt á sömu svæðum og sýnt hefur verið fram á að laxalúsarlifur safnast upp (Björn o.fl. 2006). Sjóbirtingar fara sjaldan lengra frá viðkomandi hrygningará en 100 km (Berg og Berg 1989, Klemetsen o.fl. 2003) og fleiri hrygnur ganga til sjávar (Jansen o.fl. 2012).

Sjóbleikjur ganga vanaleg fyrr niður en sjóbirtingar (Þórólfur Antonsson o.fl. 2016, Björn og Finstad 2002) og eru í sjónum í sex til átta vikur. Sjóbleikjur halda sig einnig nærri ströndum og fara yfirleitt ekki langt frá upprunaánni (Tumi Tómasson 1985). Sjóbirtingar og sjóbleikjur eru í ferskvatni eða ísöltu vatni yfir veturinn og lýsnar lifa það ekki af. Þess vegna eru fiskeldislaus svæði með mjög lágt smitálag (Schram o.fl. 1998, Heuch o.fl. 2002).

## Næmi laxfiska fyrir lúsasmiti

Í grein Jones og Johnson (2015) eru taldar upp nokkrar rannsóknir sem sýna mismunandi næmi laxfiska gagnvart laxalúsinni *L. salmonis*, sem lýsir sér m.a. í fjölda lúsa, ásetutíma og á sumum tegundum laxfiska þroskast lýsnar hægar. Einnig hefur verið sýnt fram á að munur er á næmi á milli hópa innan sömu tegundar t.d. sjóbirtinga. Bæði erfðabreytingar og aðlögun hafa verið nefndar sem ástæður fyrir þessum mun (Glover o.fl. 2003). Rannsókn Tveiten o.fl. (2010) á sjóbleikjum sem voru fimm ára og eldri sýndi að áhrif laxalúsar var meiri á hrygnur en hænga og hafði áhrif á eggjaframleiðslu þeirra. Taranger o.fl. (2015) báru saman lúsasmit á villtum laxfiskum við strendur Noregs og í ljós kom að sjóbirtingar og sjóbleikjur verða fyrir meira lúsasmiti en Atlantshafslaxar. Samkvæmt skýrslum um lúsatalningar í Noregi (Björn og Finstad 1998, 2001, 2002, Serra-Llinares o.fl. 2014) virðist gert ráð fyrir að lúsaálag sé svipað hjá sjóbirtingum og sjóbleikjum. Möguleg ástæða fyrir að þar hefur ekki tíðkast að gera sér talningu fyrir sjóbirtinga og sjóbleikjur er að þar er sjóbleikjan ekki eins algeng og hér við land.

## Áhrif af laxeldi í sjókvíum

Báðar lúsategundirnar eiga sér náttúrulegan uppruna og geta flutt sig á milli villtra fiska og eldisfiska (Daszak o.fl. 2000). Laxalús getur orðið að umhverfisvandamáli og skapað mikið álag bæði á villtan fisk og fisk í kvíum, einkum ef sjávarhiti hækkar. Hins vegar getur hættan einnig aukist á köldum svæðum, því eldistími í sjó er lengri en í hlýrri sjó. Ef eldisfiskar eru yfir vetur í sjó þá er möguleiki á að framleiðsla sé á lús jafnvel síðla vetrar og snemma á vorin þegar lítið eða ekkert er af villtum laxfiski á svæðinu (Schram o.fl. 1998, Heuch o.fl. 2002). Því þarf að skoða hvíld svæða eða fjarða með það í huga að rjúfa lífsferilstíma laxalúsarinnar. Líklegt er að áhrif á litla laxfiskastofna verði meiri ef lúsaálag hefur áhrif á afkomu þeirra heldur en þar sem stórir villtir laxfiskastofnar eru til staðar.

Sjókvíaeldi er nálægt ströndum þar sem mesti fjöldi lúsalirofa er og mesta hættan er á smiti. Talið er að hver fjörður hafi þröskuldsmörk og að hætta sé á lúsafaraldri ef fjöldi eldisfiska fer yfir þau mörk (Krkosek o.fl. 2007). Rannsóknir sýna hærra lúsasmit á sjóbirtingi þegar eldistími í sjókvíum er kominn á annað árið í framleiðsluferlinu (Butler 2002, Middlemas o.fl. 2010). Í Japan geta laxeldisfyrtæki verið með innan við eins árs framleiðslutíma þannig að laxalúsinn getur ekki náð nema einum lífsferilshring. Það kemur í veg fyrir lúsafaraldur (Nagasawa 2004). Á Íslandi er hins vegar lægri sjávarhiti sem leiðir til hægari vaxtarhraða laxins svo að markaðsstærð næst ekki á svo stuttum eldistíma.

Rannsóknir sýna að tíðni lúsasmits á sjóbirtingum á fiskeldislausum svæðum er há en yfirleitt minni en 70% og laxalúsaálag er lágt (Thorstad o.fl. 2015). Á fiskeldissvæðum hafa rannsóknir sýnt að áfast lurfustig (*chalmus*) laxalúsar er ríkjandi á sjóbirtingum að vori og snemma sumars en ungfúllorðins- og fullorðinsstig síðla sumars og á haustin (Bjørn o.fl. 2001, 2011, Bjørn og Finstad 2002). Vöktun á villtum sjóbirtingum yfir nokkur ár við Írlandi, Skotland og Noreg sýndi að lúsasmit var hæst á sjóbirtingum innan 20-30 km frá fiskeldissvæðum (Thorstad o.fl. 2015).

Hitastig sjávar við Bay of Fundy í Kanada er svipað og hér við land, en vöktun á sjávarlúsum í laxeldiskvíum hófst þar árið 1987. Í upphafi var algengt að sjá fiskilúsa *C. elongatus* á eldisfiskunum og lítið var af laxalúsinni *L. salmonis*. Sjö árum síðar, 1994, seint í ágúst braust út laxalúsafaraldur. Faraldurinn breiddist hratt út eða á 40 dögum og lyf í fóðri og baðlyf voru notuð í nóvember og desember en þá höfðu margir eldislaxar drepist eða voru illa skaddaðir. Hitastig sjávar lækkaði um mánaðamótin janúar, febrúar og í miðjum febrúar var sjávarhitinn kominn í 0,8°C. Laxalúsum fækkaði en fjöldi hreyfanlegra lúsa hélst samt hár. Umfangsmikil rannsókn var sett af stað þetta sama ár 1994 og síðan veturinn 1995, á fjölda lúsa í kvíum og áhrif lúsalyfja á þrjár kynslóðir eldislaxa í kvíum og í búri á rannsóknastofu. Fylgst var með lífsferli laxalúsarinnar við svipað hitastig og var í kvíunum. Á rannsóknastofunni fjölgaði eggjum og eggjastrengir sem þroskaðar kvenkyns laxalús framleiddu voru lengri þegar hitastigið lækkaði, hins vegar við hækkað hitastig framleiddi laxalúsinn fleiri

eggjastrengi. Einnig sáust egg klekjast út þegar hitastigið var lægst, en fáar sviflægar lúsarlirfur (*nauplius*) náðu að hafa hamskipti og lifun var stutt. Lítið sást af smitstigi lúsarlirfa (*copipodid*) þegar hitastigið var undir 3°C. Fastar lýs (*chalmus*) og ungfyllorðnar lýs sáust ekki þroskast eða stækka þegar hitastigið var undir 2,5°C. Um miðjan mars fór laxalúsinni aftur að fjölga (Hogans 1995).

## Lúsatalningar í sjókvíum

Mörg lönd þar sem eru sjókvíar með laxfiskum, hafa sett viðmið um fjölda sjávarlúsa á fiski í sjókvíum og sum lönd hafa innleitt þessi viðmið í löggjöf. Í Noregi er skylda að telja sjávarlýs og tilkynna niðurstöður í hverri viku eða annarri hverri viku eftir því hver sjávarhitinn er. Í þessum talningum eru sjávarlýsnar flokkaðar í þrjá hópa; fastar, hreyfanlegar og fullorðnar kvenlýs og meðaltal er birt opinberlega (Revie o.fl. 2009, Jansen o.fl. 2012). Á sumrin þurfa fiskeldisfyrirtæki í Noregi að grípa til meðferðar ef það eru fleiri en 0,5 fullorðnar kvenkyns laxalýs eða 3 hreyfanlegar að meðaltali á hverjum fiski. Á vetrartímabilinu er miðað við 1 fullorðna kvenkyns laxalús eða 5 hreyfanlegar laxalýs á fiski (Torrissen o.fl. 2013). Til viðbótar við mánaðarlega upplýsingagjöf fiskeldisfyrirtækja á vesturströnd Kanda þá fer Ministry of Aquaculture (BC MAFF) reglulega í eftirlit og úttekt á svæðum sem eru í rekstri. Á viðkvæmasta tímabili svæðisins sem er frá apríl til júní heimsækir BC MAFF 50% fyrirtækja. Heimsóknir fara fram samtímis reglubundinni talningaráætlun sem hvert fyrirtæki á að vera með (Galbraith o.fl. 2015). Þess má geta að Náttúrustofa Vestfjarða taldi reglulega lús í sjókvíum Arctic Sea Farm í Dýrafirði 2015-2017. Hægt er að skoða niðurstöður lúsatalninga Náttúrustofunnar á heimasíðu Umhverfisstofnunar<sup>1</sup>

Matvælastofnun gaf út leiðbeinandi reglur um framkvæmd lúsatalningar í sjókvíum árið 2014 (Sigríður Gísladóttir 2014) en þar segir að sjókvíaeldisstöð eigi að fylgjast með stöðu laxalúsar með því að telja og kyngreina lýs; fastar lýs (F), hreyfanlegar (H) og fullorðnar kvenlýs (K). Talningar eiga að fara fram mánaðarlega milli 1. apríl og 1. júní, að því gefnu að hitastig sjávar sé yfir 4°C og aðra hverja viku frá 1. júní til 1. október og svo mánaðarlega á meðan veður leyfir og hiti er yfir 4°C. Þess ber að geta að leiðbeiningarnar eru í endurskoðun hjá Matvælastofnun.

Ekki hafa verið sett viðmið fyrir aflúsun eða um birtingu niðurstöðu talninga en samkvæmt reglugerð laga um fiskeldi, nr. 1170/2015 er sjókvíaeldisstöðvum skylt að hafa eftirlit með laxalús í sjókvíum. Þau fyrirtæki sem eru með ASC vottun undirgangast hins vegar skilyrði um viðmið, birtingu talninga og að auki er krafa um talningu á lús á villtum laxfiskum. Samkvæmt ASC staðlinum á að telja þroskaðar kvenkyns laxalýs með og án eggjastrengja.

<sup>1</sup> <https://www.ust.is/einstaklingar/mengandi-starfsemi/fiskeldi/arctic-sea-farm-dyrafirdi/>



## AÐFERÐAFRÆÐI

### Sýnataka

Veiði hófst 11. júlí og lauk 19. ágúst og náði yfir tvö tímabil á árinu 2019. Til að ná marktækum fjölda fiska var markmiðið að veiða 30 laxfiska á hvoru tímabili. Laxfiskur var veiddur í silunganet með 21 mm heilmöskva eins og notuð eru í svona rannsóknum í Noregi og víða. Lögð voru fimm net, 25 m löng og 2 m á dýpt.

Net voru sett út á fjöru og tekin upp á flóði, flóðatöflur voru sóttar á heimasíðu (Meteo365.com Ltd)<sup>1</sup>. Reynt var að leggja netin í háfjöru. 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 klukkutímabrestum í sex klukkutíma. Sjóbleikja og sjóbirtingur var tekinn 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 kælilát. Skráning var færð í dagbók þar sem fram kom í hvaða neti fiskurinn var og tími dags. GPS hnit var tekið á Garmin tæki við öll net sem lögð voru.

<sup>1</sup> <https://www.tide-forecast.com/>

Sjávarhiti og selta var mæld við yfirborð sjávar á 10 cm, 1m og 2m dýpi með ProfiLine pH/Cond 3320 mælitæki frá WTW í hverri veiðiferð. Einnig voru skráðar athugasemdir eins og aðrar tegundir fiska sem komu í netin, veðurfar og fl.

## Greiningar

Lýsnar voru tíndar af fiskunum samdægurs eða næsta dag. Notaður var lampi með stækkunargleri og hvítur bakki með vatni. Lýsnar sjást vel í hvítu undirlagi og vatnið lyftir föstum lúsum upp frá fiskinum. Lýsnar voru flokkaðar undir víðsjá Leica KL300 LED. Laxalýs voru greindar í 7 flokka og fiskilýs í 5 flokka. Lýsnar eru varðveittar í 70% ethanoli og 1% glycerine hjá Náttúrustofu Vestfjarða.

Tafla 2. Flokkun á laxalús og fiskilús í rannsókn 2019 (Classification of *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus* in this study).

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

Fiskilús				
Áfast		Fullorðin		Fullorðin með eggjastrengi
kk chalimus IV	kvk chalimus IV	kk	kvk	kvk

Allir laxfiskar voru greindir til tegunda og kyns, vigtaðir og gaffallengd mæld. Teknar voru myndir af öllum laxfiskum og ástand þeirra skráð.

Hreisturflögur voru teknar af fiskunum. Slímlag var skrapað varlega af og teknar a.m.k. 30 hreisturflögur með hníf. Hreistrið var sett í umslag sem var merkt hverjum fiski, veiðistað, þyngd, lengd og kyni. Hreistrið var þurrkað í umslaginu og er geymt ef þörf verður á frekari greiningu. Einnig voru tekin vöðvasýni af öllum fiskunum en þau eru geymd í frysti hjá Náttúrustofu Vestfjarða.

## Tölfræði

Notað var Excel forrit til að setja inn gögn og framkvæma grunngreiningu. Tíðni (prevalence), þéttni (abundance) og álag (intensity) var reiknað samkvæmt Bush o.fl. (1997). Lýs/g fisks (relative intensity) og áætluð dánartíðni vegna laxlúsa á sjóbirtinga og sjóbleikjur minni en 150 g var reiknuð samkvæmt Taranger o.fl. (2012, 2015) og áætluð dánartíðni sjóbirtinga og sjóbleikja stærri en 150 g samkvæmt rannsókn Tveiten o.fl. (2010) á sjóbleikjum fimm ára og eldri. Allir útreikningar eiga aðeins við um laxalús nema annað sé tekið fram.

**Tíðni** (prevalence) er hlutfall smitaðra fiska af heildarfjölda veiddra fiska. Tíðni er vanalega lýst í prósentum í umræðum en hlutfalli í stærðfræðilíkönunum eða töflum. Tíðni er notuð þegar flokka á fiska í tvo hópa sýkta og ekki sýkta. Tíðni er ein algengasta lýsingin á sýkingu af völdum sníkjudýra þar sem það lýsir aðeins hvort hýsillinn er sýktur eða ekki. Tíðni hreyfanlegra og fastra laxalúsa var einnig reiknuð því hún getur sýnt hvort fiskurinn er að fá á sig nýsmít eða ekki og jafnvel hvort vísbending sé um að hann hafi náð að hreinsa sig af lús.

**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).

Miðgildi (median of abundance) sýnir hver er algengasti fjöldi hreyfanlegra laxalúsa á veiddum fiski.

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

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

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

Tafla 3. Viðmið fyrir áhættumörk og dánartíðni mismunandi stærðar af fiski (Criteria for risk limits and mortality of sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g).

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

Áætluð dánartíðni villtra laxfiskastofna er hluti af svokölluðu „umferðaljósa“ kerfi í Noregi og samkvæmt Ørjan Karlsen hjá Havforskningsinstituttet (IMR) í Noregi (munnleg heimild, 10 desember 2018) hefur IMR notað sjóbirtinga og sjóbleikjur sem eru minni en 150 g og allar laxalýs, bæði fastar og hreyfanlegar til úrvinnslu í því kerfi. Tilgangurinn er að sýna í hve mikilli áhættu villtir laxfiskahópar eru af völdum laxalúsa. Í Noregi er gerður sér útreikningur fyrir villtan lax. Útreikningur á áætlaðri dánartíðni sjóbirtinga- og sjóbleikjuhópa samkvæmt áhættumörkum laxalúsa var gerður í töflu 4 og 5.

Tafla 4. Áætluð dánartíðni laxfiska minni en 150 g  
(Estimated mortality of salmonid group < 150 g).

Laxfiskar < 150 g			
Lýs/g	Fiskistofn %	Dánartíðni	Áhættustuðull
> 0,3		100	
0,2-0,3		50	
0,1-0,2		20	
< 0,1		0	
Áætluð dánartíðni innan fiskihópsins			




Tafla 5. Áætluð dánartíðni laxfiska stærri en 150 g.  
(Estimated mortality of salmonid group > 150 g).

Laxfiskar > 150 g			
Lýs/g	Fiskistofn %	Dánartíðni	Áhættustuðull
> 0,15		100	
0,1-0,15		75	
0,05-0,10		50	
0,025-0,05		20	
< 0,025		0	
Áætluð dánartíðni innan fiskihópsins			

Í töflu 4 var áhættustuðull laxfiskahópa minni en 150 g fengin með því að deila fjölda fiska sem voru með 20% dánartíðni í heildarfjölda fiska og margfalda með dánartíðni. Sami útreikningur var gerður fyrir 50% og 100% dánartíðni. Summa áhættustuðla gefur áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum og er flokkað í litla áhættu ef minna en 10% og fær grænan lit, meðal áhætta 10-30% fær gulan lit, meira en 30% er mikil áhætta og fær rauðan lit.

Í töflu 5 er sami útreikningur að viðbætti 75% dánartíðni og lægri áhættumörkum gerður fyrir laxfiska stærri en 150 g

(Taranger 2012). Þess ber að geta að áætluð dánartíðni er byggð á líkani en ekki raunverulegri dánartíðni og að áhættumörk fyrir sjóbirtinga eru í endurskoðun í Noregi.

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

## RANNSÓKNASVÆÐI

Eitt af því sem sérfræðingar frá Noregi í vali á sýnatökustað leituðu eftir fyrir utan aðgengi að staðnum var stórgrýti eða steinar þaktir þörungum (Karbowski, N 2015). Kjörsvæði sjóbleikju eru þaravaxnar strendur fjarða (Bjarni Sæmundsson 1949) og sjóbleikjan lifir hér langmest á marfló sem heldur sig undir þangi þegar hásjávað er (Bjarni Sæmundsson 1926). Í lýsingu fjöruvistgerða á sýnatökustöðum var stuðst við EUNIS flokkunarkerfi úr kortasjá Náttúrufræðistofnunar Íslands (Viðauki 1).

Í vali á sýnatökustöðum þarf að huga að staðsetningu veiðiáa en Veiðimálastofnun skoðaði 16 ár sem þeim fannst líklegar til að vera búsvæði fyrir laxfiska á svæðinu frá Patreksfirði til Súgandafjarðar árið 2016. Ár sem skoðaðar voru í Patreksfirði voru Ósá, þar veiddist enginn laxfiskur, Sauðlauksdalsá þar veiddist urriði og bleikja og samkvæmt heimildum Eiríks S. Einarssonar (2013) gekk lax upp ána á tímabili, í Hænuvíkurá veiddist töluvert af bleikju en sjóbleikja gekk í ána áður en áin var virkjuð (Sigurður M. Einarsson og Jón S. Ólafsson 2016).

Einnig þarf að fara eftir staðsetningu sjókvía en það voru tvö fiskeldisfyrirtæki í firðinum; Arctic Sea Farm sem er dótturfyrirtæki Arctic Fish og Fjarðalax sem er dótturfyrirtæki Arnarlax. Bæði fyrirtækin eru með ASC vottunarstaðalinn og Atlantshafslax í sjókvíum. Samkvæmt ASC staðlinum þurfa fyrirtækin að uppfylla kröfur um vöktun á sjávarlús á villtum laxfiskum í næsta nágrenni við þær sjókvíar sem eru vottaðar eða í vottunarferli. ASC vottaðar sjókvíar eru í Arnarfirði og Dýrafirði og Þúfneyri í Patreksfirði var í vottunarferli hjá Arnarlax. Vöktun á samkvæmt ASC staðlinum að vera framkvæmd af óháðum aðila.

Ákveðið var að veiða á sömu stöðum og í rannsókn sem gerð var 2015 (Eva D. Jóhannesdóttir og Jón Ö. Pálsson 2016) og í rannsókn Náttúrustofu Vestfjarða 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018) sem var við Ósá í Ósafirði í botni Patreksfjarðar. Leyfi til sýnatökuveiða var fengið frá Fiskistofu og einnig var fengið leyfi frá viðkomandi landeigenda.

## NIÐURSTÖÐUR

### Rannsóknasvæði og fjöldi veiddra fiska

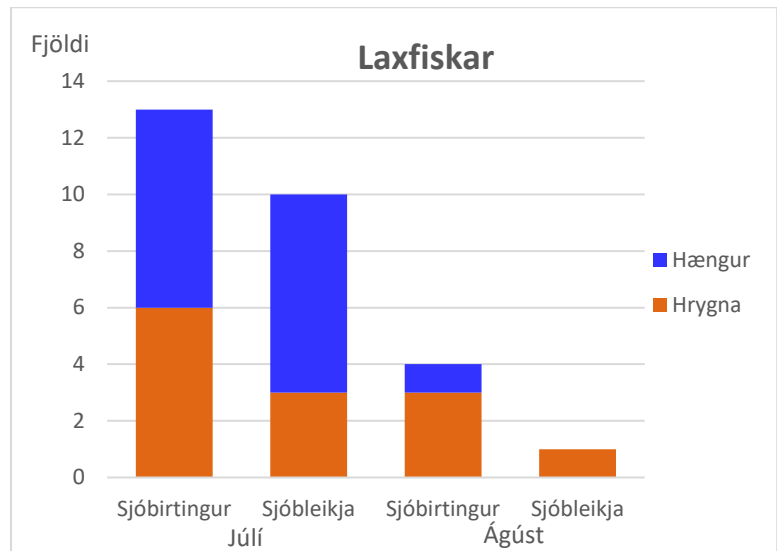
Veitt var í botni Patreksfjarðar í Ósafirði við Ósá. Norðan megin við brúna yfir Ósá er grýtt þangfjara en þangfjara er ein algengasta föruvistgerðin hér við land og er mjög tegundarík (Agnar Ingólfsson 1990, 2006). Þangfjaran á þessum stað er flokkuð í þangklungur sem þýðir að hún er blanda af þangfjöru og setfjöru. Ríkjandi þarategund er bólubang og er fjörugerðin því bólubangsklungur sem er ekki eins algeng og fjörugerð með klóþangi. Sunnan megin við brúna yfir Ósá eru setfjörur sem flokkast í leirur en leirur eru algengar inni í fjörðum. Nákvæmari flokkun er sandmaðksleirur en þær eru ríkar af dýrategundum sem grafa sig niður í setið (Náttúrufræðistofnun Íslands 2018). Veiði var reynd við Sandodda 15. ágúst í 33 viku, í setfjöru við Sauðlauksdal sem flokkast sem líflitlar sandfjörur (Náttúrufræðistofnun Íslands 2018). Sandoddi er gul gróðurlaus skeljasandseyri og nokkuð var um lausa þörungum í sjónum.

Veiðin var ágæt á fyrsta tímabilinu í júlí en dræm á öðru tímabilinu í ágúst. Í ágúst var slæmt veður til veiða og engin fiskur kom í netin við Sandodda.

Takmörkun rannsóknarinnar felst í fáum fiskum og þarf að skoða niðurstöður með það í huga. Það kom á óvart fjöldi laxfiska sem veiddist í Patreksfirði vegna þess hvað fáir fiskar veiddust árið 2017. Hins vegar náði fjöldi fiska ekki því takmarki sem sóst var eftir, sem var 30 fiskar á hvoru tímabilinu.

Heildarveiðin í rannsókninni var 28 fiskar, 23 fiskar á fyrra tímabilinu og 5 fiskar á seinna tímabilinu. Enginn lax veiddist.

Patreksfjörður		
	Vika	Tímabil I
Ósafjörður	28	11.7.2019
Ósafjörður	28	12.7.2019
	Tímabil II	
Ósafjörður	33	14.8.2019
Ósafjörður	33	17.8.2019
Ósafjörður	34	19.8.2019



Mynd 2. Fjöldi veiddra sjóbirtunga, sjóbleikja og kyn þeirra (Number of caught sea trout and Arctic charr and their gender).

Fleiri sjóbirtingar veiddust en sjóbleikjur, í júlí veiddust 13 sjóbirtingar og 10 sjóbleikjur og í ágúst, 4 sjóbirtingar og 1 sjóbleikja. Fleiri hængar en hrygnur veiddust í júlí eða 14 hængar og 9 hrygnur. Fleiri hrygnur veiddust í ágúst eða 4 hrygnur og 1 hængur. Af sjóbirtingum voru 9 hrygnur og 8 hængar.

## Tíðni, þéttni og álag laxalúsa

Megin niðurstaða rannsóknar er sýnd í töflu 6 en í næstu töflum þar á eftir er farið nánar í hvern lið fyrir sig.

Tafla 6. Tímabil í veiði, fisktegund, heildarfjöldi fiska, fjöldi fiska léttari og þyngrri en 150 g, meðalþyngd, tíðni, þéttni og álag laxalúsa á fiski (Catch period, fish species, total number of salmonids, fish weight, salmon lice prevalence, abundance, and intensity on salmonids).

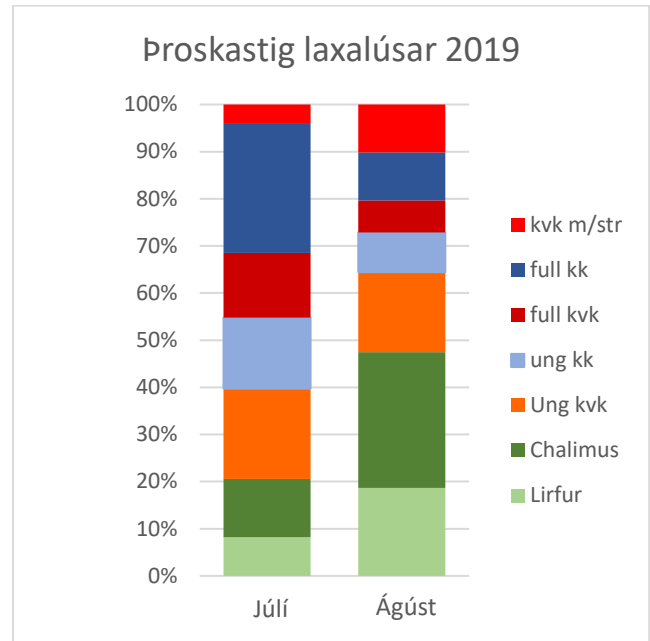
Patreksfjörður 2019								
Tím/Vika	Fiskur	Fjöldi	Fiskur þyngd		Þyngd	Tíðni	Þéttni	Álag
Period/Week	Fish	N	< 150 g	> 150 g	Weight	Prevalence	Abundance	Intensity
Júlí/ Vika 28	Allir	23	14	9	51-579	0,78	2,5	4,1
	Sjóbirtingur	13	6	7	78-579	1	3,9	5
	Sjóbleikja	10	8	2	51-258	0,5	0,7	1,6
Ágúst/ Vika 33-34	Allir	5	2	3	86-292	1	6,2	11,8
	Sjóbirtingur	4	1	3	148-292	1	7,8	14
	Sjóbleikja	1	1	0	86	1	0	3

## Tíðni laxalúsa

Tafla 7. sýnir að í júlí var 78% fiska með lúsasmit og nýsmit/áfastar lýs var á 35% þeirra, hreyfanlegar laxalýs voru á 74% lúsasmitaðra fiska. Fimm af 28 fiskum eða 18% voru án lúsa, allir veiddir í júlí og allt sjóbleikjur. Lúsasmit í ágúst var 100%.

Tafla 7. Tíðni sjávarlúsa á laxfiskum (Prevalence of sea lice on salmonids, prevalence of mobile salmon lice and sessile sea lice, number of sea trout and Arctic charr catch).

Patreksfjörður		
	Tíðni/Prevalence	2019
Júlí	Fjöldi sjóbirtinga	13
	Fjöldi sjóbleikja	10
	Tíðni	0,78
	Tíðni / hreyfanlegar laxalýs	0,74
	Nýsmit / fastar lýs	0,35
	<b>Fjöldi fiska með lús</b>	<b>18</b>
Ágúst	Fjöldi sjóbirtinga	4
	Fjöldi sjóbleikja	1
	Tíðni	1
	Tíðni / hreyfanlegar laxalýs	1
	Nýsmit / fastar lýs	1
	<b>Fjöldi fiska með lús</b>	<b>5</b>
	<b>Heildarfjöldi fiska</b>	<b>28</b>



Mynd 3. Proskastig laxalúsar er sýnt eftir hlutfallsfjölda í júlí og ágúst (Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus, female and male pre adult and adult and female adult with eggstrings on wild salmonids in two periods).

Nýsmit/áfastar lýs var lágt í júlí eða um 20% en var um 50% í ágúst. Hlutfall fullorðna laxalúsa var hærra í júlí en ágúst og hlutfall karlkyns laxalúsa lækkar í ágúst.

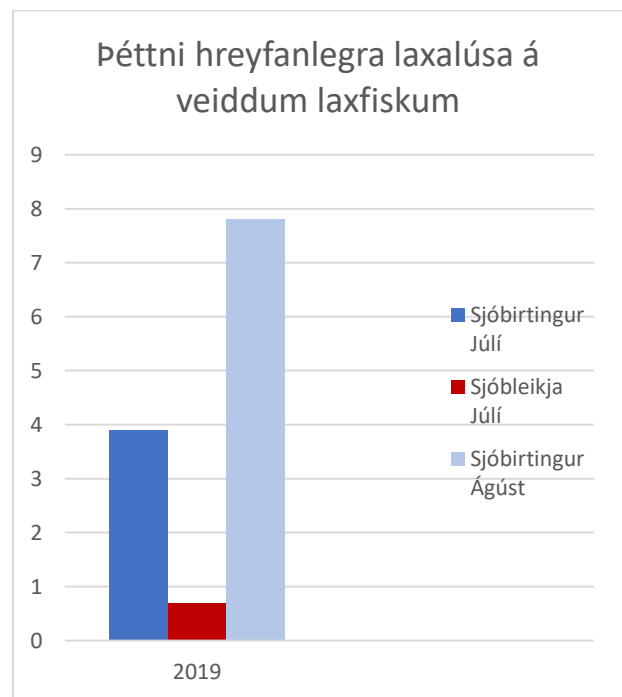
## Þéttni laxalúsa

Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum fiskum var mun meiri í ágúst en júlí og mun meiri á sjóbirtingi en sjóbleikju. Í júlí var algengast að sjá 3 hreyfanlegar laxalýs á sjóbirtingi og 8 hreyfanlegar laxalýs í ágúst. Á sjóbleikju var algengast að sjá enga hreyfanlega laxalús bæði tímabilin, hreyfanlegar laxalýs voru á sjóbleikjum í júlí en aðeins fastar laxalýs í ágúst.

Fiskeldisfyrirtækin gefa aðeins upplýsingar um þéttni fullorðna kvenkyns laxalúsa í sjókvíum á heimasíðu sinni. Á heimasíðu Arnarlax var hægt að sjá niðurstöður talninga í Patreksfirði en ekki hjá Arctic Fish. Til að hægt sé að gera samanburð við birtar niðurstöður fiskeldisfyrirtækjana er í töflu 8 sýnd þéttni fullorðna kvenkyns laxalúsa á villtum laxfiskum. Í júlí var þéttni 0,8 á sjóbirtingum og 0,3 á sjóbleikjum. Í ágúst var þéttni 2,5 á sjóbirtingum.

Tafla 8. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr, abundance of adult female salmon lice and median of abundance).

Patreksfjörður		
	Þéttni/Abundance	2019
Júlí	Þéttni laxalúsa á sjóbirtingi	3,9
	Fullorðnar kvk laxalýs á fiski	0,8
	Miðgildi í þéttni	3
	Þéttni laxalúsa á sjóbleikju	0,7
	Fullorðnar kvk laxalýs á fiski	0,3
	Miðgildi í þéttni	0
	<b>Þéttni á sjóbirtingi og sjóbleikju</b>	<b>2,5</b>
Ágúst	Þéttni laxalúsa á sjóbirtingi	7,8
	Fullorðnar kvk laxalýs á fiski	2,5
	Miðgildi í þéttni	8
	Þéttni laxalúsa á sjóbleikju	0
	Fullorðnar kvk laxalýs á fiski	0
	Miðgildi í þéttni	0
	<b>Þéttni á sjóbirtingi og sjóbleikju</b>	<b>6,2</b>
<b>Samtals fjöldi hreyfanlegra laxalúsa</b>		<b>89</b>



Mynd 4. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum eftir tímabilum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr in two periods).

Munur á þéttni laxalúsa á sjóbirtingum og sjóbleikjum og á milli tímabila sést vel í mynd 4. Sjóbleikjan sem var veidd í ágúst er ekki í myndinni því engar hreyfanlegar laxalýs fundust á henni.



## Álag laxalúsa

Tafla 9 sýnir að í júlí var álag á sjóbirtinga, 5 laxalýs á hvern smitaðan fisk en 1,6 laxalýs á hverja smitaða sjóbleikju og mesta álagið var af hreyfanlegum laxalúsum. Í ágúst hafði álag á sjóbirtinga hækkað í 14 laxalýs á hvern smitaðan fisk og hreyfanlegar laxalýs voru um helmingur þeirra eða 7,8 laxalýs á hverjum þeirra. Álag á sjóbleikju hækkaði einnig í ágúst í 3 laxalýs, en álagið var aðeins af 3 áföstum lúsum á einni sjóbleikju.

Tafla 9. Álag laxalúsa á smituðum fiskum (Salmon lice intensity on infected salmonids and salmon lice intensity from mobile salmon lice).

Patreksfjörður		
	Álag/Intensity	2019
Júlí	Álag á sjóbirtinga	5
	Álag hreyfanlegar laxalýs	3,9
	Álag á sjóbleikjur	1,6
	Álag hreyfanlegar laxalýs	1,4
	<b>Álag á sjóbirtinga og sjóbleikjur</b>	<b>4,1</b>
Ágúst	Álag á sjóbirtinga	14
	Álag hreyfanlegar laxalýs	7,8
	Álag á sjóbleikjur	3
	Álag hreyfanlegar laxalýs	0
	<b>Álag á sjóbirtinga og sjóbleikjur</b>	<b>11,8</b>
	<b>Samtals fjöldi laxalúsa</b>	<b>132</b>



Mynd 5. Álag laxalúsa á hverjum smituðum laxfiski (Salmon lice intensity on infected salmonids).

Munur á álagi laxalúsa á sjóbirtinga og sjóbleikjur og á milli tímabila sést vel í mynd 5. Álag eykst frá júlí til ágúst og er meira á sjóbirtingum en sjóbleikjum.

## Lýs g/fisk

Tafla 10. Meðalþyngd og meðallengd veiddra laxfiska (Average weight and length of sea trout and Arctic charr)

Patreksfjörður 2019		
Þyngd og lengd	Sjóbleikja	Sjóbirtingur
Meðallengd (cm)	21	26
Lengd min-max (cm)	16-28	19-38
Meðalþyngd (g)	116	213
Þyngd min-max (g)	51-258	78-579

Sjóbirtingar voru að meðaltali bæði lengri og þyngri en sjóbleikjurnar.

Af 28 veiddum laxfiskum voru 23 lúsasmitaðir. Reiknað var álag laxalúsa á hvert þyngdargramm fyrir hvern fisk og minnsta til mesta álag á hverju tímabili er sýnt í töflu 11.

Tafla 11. Álag laxalúsa á hvert þyngdargramm á öllum smituðum fiskum minni og stærri en 150 g (Salmon lice relative intensity per gram of weight on all infected fish weighing less and more than 150 g).

Patreksfjörður			
2019	Fiskur < 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Júlí	Sjóbirtingur	6	0,03-0,11
Ágúst	Sjóbirtingur	1	0,13*
Júlí	Sjóbleikja	4	0,01-0,03
Ágúst	Sjóbleikja	1	0,03
2019	Fiskur > 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Júlí	Sjóbirtingur	7	0,005-0,04
Ágúst	Sjóbirtingur	3	0,03-0,07
Júlí	Sjóbleikja	1	0,004
<b>Fjöldi</b>		<b>23</b>	

\*Sjóbirtingurinn var einnig með fiskilús, þannig að heildar lúsaálag var 0,17 lýs.

Hæsta álag laxalúsa 0,13 lýs/g var á sjóbirtingi sem var veiddur í ágúst. Sjóbirtingarnir voru með hærra lúsaálag en sjóbleikjurnar.

Áhættumörk laxalúsa á laxfiska er 0,1 eða 0,025 lýs/g eftir stærð fiskisins. Tafla 12 sýnir fjölda lúsasmitaðra fiska eftir stærð og fjölda fiska með magn laxalúsa yfir áhættumörkum.

Tafla 12. Álag laxalúsa á öllum smituðum fiskum og fjöldi fiska minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi fiska stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs á hvert þyngdargramm (Salmon lice relative intensity on sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g. Number of fish weighing less than 150 g with more than 0,1 lice/g and number of fish weighing more than 150 g with more than 0,025 lice per gram).

Patreksfjörður 2019			
Þyngd	Fiskur	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g
<150 g	Sjóbirtingur	7	2
	Sjóbleikja	5	0
		Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g
>150 g	Sjóbirtingur	10	5
	Sjóbleikja	1	0
<b>Fjöldi fiska</b>		<b>23</b>	<b>7</b>

Í heildina veiddust fleiri litlir fiskar en stórir, 16 fiskar voru minni en 150 g og 12 fiskar voru stærri en 150 g. Álag laxalúsa var meira á sjóbirtinga og á stærri fiska. Lúsaálag meira en 0,1 lýs/g á fiski minni en 150 g var á 2 fiskum og lúsaálag meira en 0,025 lýs/g á fiski stærri en 150 g var á 5 fiskum. Engin sjóbleikja minni en 150 g var með meira en 0,1 lýs/g og engin sjóbleikja stærri en 150 g var með meira en 0,025 lýs/g.

## Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa

Í töflu 13 er niðurstaða útreikninga á áætluðu dánarhlutfalli í villta laxfiskahópnum vegna laxalúsar. Beitt var sömu aðferð og flokkun og lýst er í inngangi og í aðferðafræðikafla um útreikninga sem Norðmenn hafa sett í „umferðarljósa“ kerfi sem notað er til að meta umhverfisáhrif sjókvíaldis og stjórna framleiðslumagni.

Tafla 13. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærri en 150 g (Salmon lice relative intensity on fish group weighing less and more than 150 g).

Patreksfjörður						
Ár	Þyngd fiska	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2019	< 150 g	Júlí	14	1	7	1%
		Ágúst	2	1	50	10%
				<b>Fjöldi &gt; 0,025 lýs</b>		<b>Áhætta</b>
	> 150 g	Júlí	9	2	22	4%
		Ágúst	3	3	100	30
	<b>Fjöldi fiska</b>			<b>28</b>	<b>7</b>	

Áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum minni en 150 g var 1% í júlí og í engri áhættu. Í ágúst var áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum 10% og í meðal áhættu. Patreksfjörður kemur verr út í áhættu hjá laxfiskahópnum með stærri fiska en 150 g. Í júlí var áætlað dánarhlutfall 4% í laxfiskahópnum og í engri áhættu en í ágúst var áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum stærri en 150 g komið í 30% og í meðal áhættu.

## Sjáanleg ummerki eftir sjávarlús á fiskum

Af þeim 23 fiskum sem veiddust í júlí var skráð slit á bakugga á 56% fiska eða 7 sjóbirtingum og 6 sjóbleikjum, þ.a. var 1 sjóbirtingur með mikið slitinn bakugga og 2 sjóbleikjur án lúsa. Skráð bit var á 3 sjóbirtingum þ.a. var 1 sjóbirtingur mikið bitinn. Far eftir lús á höfði og bakvið veiðiugga var skráð á sitt hvorn sjóbirtinginn.

Af þeim 5 fiskum sem veiddust í ágúst var skráð slit á bakugga á 3 sjóbirtingum. Rauð bit undir gotrauf var skráð á 3 sjóbirtingum og 1 sjóbleikju, þ.a. var 1 sjóbirtingur mikið bitinn en sá sjóbirtingur var einnig með flestar lýs, bæði laxa- og fiskilýs og að auki mesta lúsaálagið í rannsókninni.

## Lúsatalningar í sjókvíum við Patreksfjörð 2019

Samkvæmt samtali við starfsmann hjá Arctic Fish var farið eftir leiðbeiningum Matvælastofnunar við lúsatalningar í sjókvíum og verklagið talið svipað og hjá Fjarðalax. Útsetning seiða hófst í maí 2019 í Patreksfirði og þar hefur engin meðhöndlun verið notuð fyrir utan hrognkelsi í kvíum. Lúsatalning hafði farið fram og taldar voru þroskaðar kvenkyns laxalýs með eggjastrengi og án eggjastrengja. Það fannst við eitt tilfelli 2 hreyfanlegar ókynþroska laxalýs og fiskilúsin hefur ekki verið til vandræða (munnleg heimild: Eva D Jóhannesdóttir, yfir líffræðingur hjá Arctic Fish, 10 september 2019, 12 september 2019). Á heimasíðu Arctic Fish<sup>1</sup> er að finna upplýsingar um meðal þéttni þroskaðra kvenkyns laxalúsa á þeim stöðvum sem ASC vottun nær yfir, en þær eru í Dýrafirði.

Samkvæmt samtali við starfsmann hjá Arnarlax hófst útsetning seiða í júní 2018. Meðal þéttni þroskaðra kvenkyns laxalúsa í kvíum við Þúfneyri var 0,01 í 27 viku sem var viku áður en sýnataka hófst og svo 0,05 í 33 viku. Samkvæmt töflu 14 sést að talning lúsa er nákvæmari en heimasíða fyrirtækjanna gefur til kynna. Hrognkelsi voru sett í kvíar í 30 viku hjá fiskum sem fóru í kvíar að vori og í 40 viku hjá fiskum sem fóru í kvíar að hausti (munnleg heimild: Nikolaos Tzamouranis, líffræðingur hjá Arnarlax, 21. janúar 2020). Á heimasíðu Arnarlax<sup>2</sup> er að finna upplýsingar um meðal þéttni þroskaðra kvenkyns laxalúsa á stöðvum sem ASC vottun nær yfir í Arnarfirði en einnig öðrum stöðvum fyrirtækisins sem eru í Tálknafirði og Patreksfirði.

Tafla 14. Talning sjávarlúsa, hitastig í sjó, fjöldi laxfiska, lífmassi og hrognkelsi við Þúfneyri. Gögn frá Arnarlax (Sea lice counting, sea temperature at 10 m, number of salmonids, biomass and number of lumpfish in Þúfneyri. Source from Arnarlax).

Þúfneyri									
Vika	Hitastig <sup>1</sup>	Laxalús				Fiskilús	Laxfiskar		Hrognkelsi <sup>2</sup>
		Kvk m/egg	Kvk án egg	Hreyfanleg	Fastar		Lífmassi	Fjöldi	
26	9,8	0,02	0	0,08	0,06	0	1.454.345	967.702	
27	9,9	0,01	0	0,04	0,01	0,09	1.526.132	966.604	
28	10,1	0	0	0	0,11	0,16	1.603.475	965.179	
29	10,7	0	0	0	0	0,1	1.679.932	963.382	
30	11,7	0	0	0	0	0,25	1.782.109	961.760	24.876
31	11,8	0	0	0	0,01	0,27	1.896.342	960.565	24.863
32	12,3	0	0	0	0,01	0,27	2.013.770	959.074	24.847
33	11,4	0	0,05	0,01	0,01	0,54	2.129.563	957.867	24.816
34	10,7	0	0,05	0,01	0,01	0,54	2.267.507	957.357	24.705
35	10,4	0	0,01	0,01	0,01	3,12	2.414.064	955.591	24.606

<sup>1</sup> Hitastig mælt á 10 m dýpi

<sup>2</sup> Hrognkelsi með fiskum sem fóru í kvíar að vori

<sup>1</sup> <http://www.arcticfish.is/certifications/>

<sup>2</sup> <https://www.arnarlax.is/is/gaedi>

Samkvæmt fundargerðum Fiskisjúkdómanefndar á heimasíðu Matvælastofnunar<sup>1</sup> hafnaði Fiskisjúkdómanefnd 24. september og 26. október 2018, beiðni frá Arnarlax um að nota fóðrið Slice sem er blandað sníkjudýralyfi, sem fyrirbyggjandi meðferð laxaseiða við Þúfneyri og vegna ofangreindar beiðni tók eftirlitsdýralæknir fiskisjúkdóma þátt í talningu 25. september. Samkvæmt fundargerð Fiskisjúkdómanefndar 9. október (41 vika) 2019 var tekin fyrir beiðni frá Arnarlax og Arctic Sea Farm um að nota Slice fóðrið í kvíar við Þúfneyri og Kvígindisdal gegn fiskilúsinni *Caligus elongatus*, fjöldi lúsa var slíkur að það var gert heimilt. Í talningablaði frá Arnarlax sést að í 39 viku var þéttni fiskilúsa 22,58 á hverjum skoðuðum fiski.

Lyf sem drepa laxalús geta einnig haft áhrif á aðrar tegundir krabbadýra og annað lífríki. Einkum sviflægt lífríki, botndýr og lífríki á strandsvæðum. Baðlyf hafa skammtímaáhrif en fóður getur haft langtímaáhrif (Samuelsen o.fl. 2019). Slice (emamectin benzoat) í fóðri og Alphamax (deltametrin) til böðunar eru einu sníkjudýralyfin sem notuð hafa verið í sjókvíaldinu hér við land samkvæmt fundargerðum Fiskisjúkdómanefndar frá 2017-2019. Bæði þessi lyf og fleiri eru samkvæmt Samuelsen o.fl. (2019) talin hafa meðal eða mikil áhrif á lífríkið en í grein þeirra kemur einnig fram að baðlyfið Azasure Vet (azametifos) er talið hafa lítil áhrif á annað lífríki en lýsnar. Hættan af baðlyfinu Alphamax er á sviflægt lífríki og er meiri á þeim tímum sem lífríkið er sem mest í vatnsmassanum. Hættan sem fylgir Slice fóðrinu felst í langtíma áhrifum á botndýralíf.

## Hita- og seltustig sjávar

Meðalseltustig var 34,5‰ í 29 viku og 34,4‰ í 33 og 34 viku við Ósafjörð. Enginn fiskur veiddist í Sauðlauksdal en meðalseltustig þar í 33 viku var 34,1‰ sem var lægra en í Ósafirði.

Meðalhitastig var 9,9°C í 29 viku, 11,5°C í 33 viku og 11,9°C í 34 viku í Ósafirði. Meðalhitastig í Sauðlauksdal í 33 viku var 12,1°C sem var hærra en í Ósafirði. Niðurstöður hita- og seltumælinga eru í viðauka 2.

<sup>1</sup> <http://www.mast.is/dyraheilbrigdi/nefndir-og-rad/fisksjukdomanefnd/>

## SAMANBURÐUR Á MILLI ÁRA

Árið 2015 voru útreikningar gerðir sér fyrir sjóbirting og sjóbleikju en aðeins hreyfanlegar laxalýs voru í niðurstöðum. Samanburður við 2015 er því aðeins gerður fyrir hreyfanlegar laxalýs.

### Tíðni laxalúsa 2019 og 2017

Mun fleiri fiskar veiddust árið 2019 eða 17 sjóbirtingar og 11 sjóbleikjur en árið 2017 veiddust 11 sjóbirtingar og 1 hnúðlax en engin sjóbleikja.

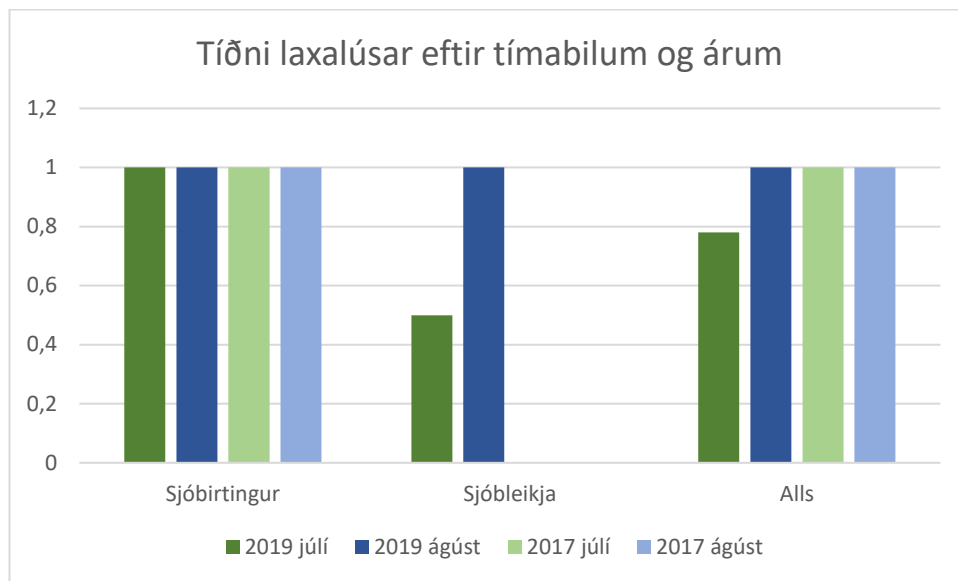
Tafla 15. Tíðni sjávarlúsa á laxfiskum 2019 og 2017 (Prevalence of sea lice on salmonids 2019 and 2017, prevalence of mobile salmon lice and sessile sea lice, number of sea trout and Arctic charr catch).

Patreksfjörður			
Tíðni/Prevalence		2019	2017
Júlí	Fjöldi sjóbirtinga	13	7
	Fjöldi sjóbleikja	10	
	Tíðni	0,78	1
	Tíðni / hreyfanlegar laxalýs	0,74	0,86
	Nýsmit / fastar lýs	0,35	1
	<b>Fjöldi fiska með lús</b>	<b>18</b>	<b>7</b>
Ágúst	Fjöldi sjóbirtinga	4	4
	Fjöldi sjóbleikja	1	
	Hnúðlax		1 <sup>1</sup>
	Tíðni	1	1
	Tíðni / hreyfanlegar laxalýs	1	0,8
	Nýsmit / fastar lýs	1	0,8
	<b>Fjöldi fiska með lús</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Heildarfjöldi fiska</b>		<b>28</b>	<b>12</b>

<sup>1</sup> Hnúðlax veiddist árið 2017, hann var eingöngu með fiskilýs.

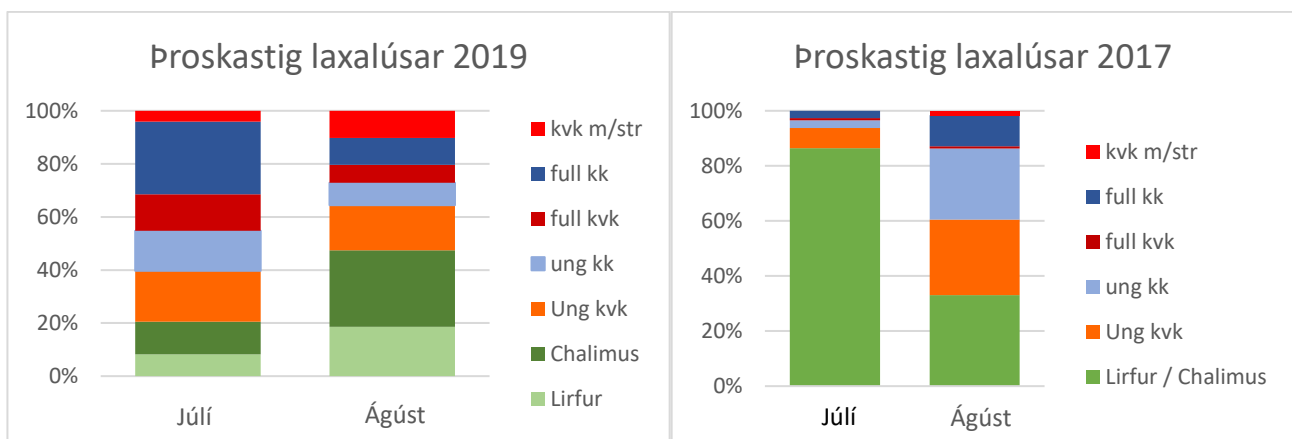
(Pink salmon which was a catch in 2017 was only infected with the fish lice *C. elongatus*).

Á fyrri tímabilinu í júlí var mun minna nýsmit árið 2019 en 2017, en það fór úr 100% í 35% og tíðni hreyfanlegra laxalúsa fór úr 86% í 74%. Á öðru tímabilinu var tíðni lúsasmits, nýsmits og hreyfanlegra laxalúsa 100% bæði árin ef hnúðlax sem veiddist árið 2017 og var aðeins með fiskilýs er frátalinn.



Mynd 6. Tíðni laxalúsar á sjóbirtingum og sjóbleikjum eftir tímabilum og árum. (Prevalence of salmon lice on sea trout and Arctic charr in July and August in 2019 and 2017)

Eins og sést á mynd 6 var tíðni laxalúsasmits alltaf 100% nema hjá sjóbleikjum 50% í júlí árið 2019 og heildar laxalúsasmit á þeim tíma var því 78%.

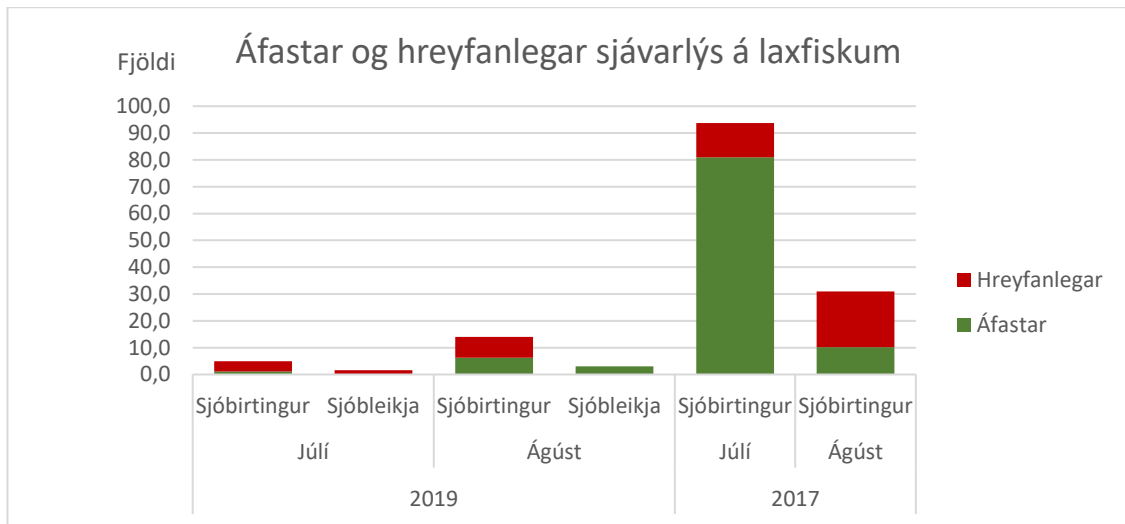


Mynd 7. Hlutfall laxalúsa eftir þroskastigi í júlí og ágúst (Proportion of salmon lice; copepodid, chalimus, pre adult and adult on wild salmonids in two periods).

Það var mikill munur á samsetningu í þroskastigi laxalúsa á milli ára 2019 og 2017. Fjöldi áfastra lúsa (lirfur og chalimus) var aðeins um 20% í júlí árið 2019 en yfir 80% árið 2017. Hlutfall milli áfastra og hreyfanlegra lúsa í ágúst 2019 var nokkuð jafnt en í ágúst 2017 var fjöldi hreyfanlegra lúsa um 70%. Ólíkt árinu 2019 hækkaði hlutfall karlkyns laxalúsa í ágúst árið 2017 og hlutfall ungfullorðna laxalúsa var hærra en fullorðna laxalúsa.

Eins og sjá má á mynd 8 var mikill munur á fjölda fastra lúsa og hreyfanlegra laxalúsa eftir sjóbirtingum og sjóbleikjum, tímabilum og árum. Flestar laxalýsnar voru hreyfanlegar í júlí 2019 og það var ekki fyrr en í ágúst

að nýsmit áfastra lúsa varð að einhverju ráði. Í júlí árið 2017 var mjög mikið nýsmit og meira var af hreyfanlegum laxalúsum en áföstum lúsum í ágúst.



Mynd 8. Áfastar og hreyfanlegar sjávarlús á hverjum smituðum sjóbirtingi og sjóbleikju eftir tímabilum og árum (Sessile and mobile sea lice on infected fish (sea trout and Arctic charr) after periods and years).

## Þéttni laxalúsa 2019, 2017 og 2015

Eins og sjá má í töflu 16 var meðalþéttni ætíð hærrí á seinna tímabilinu en mikill munur var á meðalþéttni laxalúsa á veiddum fiskum á milli ára.

Tafla 16. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum eftir árum (Salmon lice abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr, abundance of adult female salmon lice and median of abundance).

Patreksfjörður				
Þéttni/Abundance		2019	2017	2015
Júlí	Þéttni laxalúsa á sjóbirtingi	3,9	12,7	0,2
	Fullorðnar kvk laxalús á fiski	0,8	0,9	
	Miðgildi í þéttni	3	9	
	Þéttni laxalúsa á sjóbleikju	0,7		0,08
	Fullorðnar kvk laxalús á fiski	0,3		
	Miðgildi í þéttni	0		
	<b>Þéttni á sjóbirtingi og sjóbleikju</b>	<b>2,5</b>	<b>12,7</b>	<b>0,2</b>
Ágúst	Þéttni laxalúsa á sjóbirtingi	7,8	20,8	2,3
	Fullorðnar kvk laxalús á fiski	2,5	0,8	
	Miðgildi í þéttni	8	21	
	Þéttni laxalúsa á sjóbleikju	0		0,4
	Fullorðnar kvk laxalús á fiski	0		
	Miðgildi í þéttni	0		
	<b>Þéttni á sjóbirtingi og sjóbleikju</b>	<b>6,2</b>	<b>20,8</b>	<b>1,7</b>
<b>Samtals fjöldi hreyfanlegra laxalúsa</b>		<b>89</b>	<b>172</b>	<b>43</b>



Árið 2019 veiddust 17 sjóbirtingar og 11 sjóbleikjur og lúsasmitaðir fiskar voru með 89 hreyfanlegar laxalýs. Í júlí var 74% fiskana smitaðir af hreyfanlegum laxalúsum og það voru 2,5 hreyfanlegar laxalýs á hverjum fiski. Sjóbirtingar voru með 100% smit og 3,9 hreyfanlegar laxalýs. Sjóbleikjur voru með 45% smit og 0,7 hreyfanlegar laxalýs á hverjum fiski. Í ágúst var fjöldi smitaðra fiska 80% og það voru 6,2 hreyfanlegar laxalýs á hverjum fiski. Sjóbirtingar voru með 100% smit og 7,8 hreyfanlega laxalús á hverjum fiski. Sjóbleikjan var aðeins með áfaster lýs.

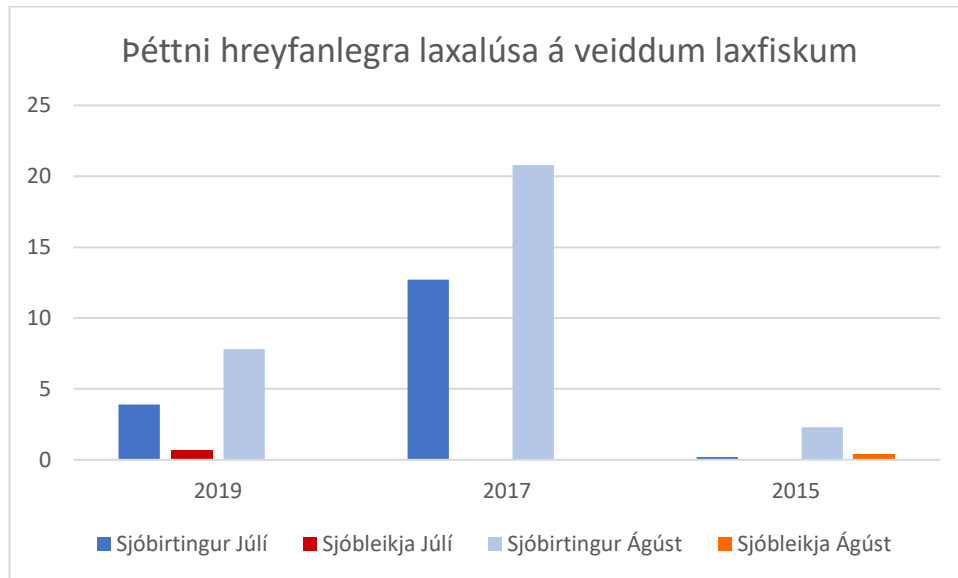
Árið 2017 veiddust 11 sjóbirtingar og lúsasmitaðir fiskar voru með 172 hreyfanlegar laxalýs. Í júlí var 86% fiskana smitaðir af hreyfanlegum laxalúsum og það voru 12,7 hreyfanlegar laxalýs á hverjum fiski. Í ágúst var fjöldi smitaðra fiska 80% og það voru 20,8 laxalýs á hverjum fiski. Enginn fiskur veiddist á þriðja tímabilinu sem var í september 2017.

Árið 2015 veiddust 34 sjóbirtingar og 22 sjóbleikjur og lúsasmitaðir fiskar voru með 43 hreyfanlegar laxalýs. Í júlí var 13% sjóbirtinga smitaðir, með 0,2 hreyfanlegar lýs og 8% sjóbleikja með 0,08 lýs á hverjum fiski. Í ágúst var 53% sjóbirtinga smitaðir með 2,3 hreyfanlegar laxalýs og 25% sjóbleikja með 0,4 lýs á hverjum fiski. Á þriðja tímabilinu í september var 1 sjóbirtingur smitaður með 4 lýs og 2 sjóbleikur voru án laxalúsa (munnleg heimild, Jón Örn Pálsson, ráðgjafi, Eldi og umhverfi, 22 nóvember 2018).

Tafla 17. Tíðni og þéttni hreyfanlegra laxalúsa á sjóbirtingum og sjóbleikjum 2019, 2017 og 2015 (Salmon lice prevalence and abundance (mobile stage) on sea trout and Arctic charr in 2019, 2017 and 2015).

		2019		2017		2015	
		júlí	ágúst	júlí	ágúst	júlí	ágúst
<b>Tíðni</b>	Sjóbirtingur	100%	100%	86%	80%	13%	53%
	Sjóbleikja	45%	0%	engin	engin	8%	25%
<b>Þéttni</b>	Sjóbirtingur	3,9	7,8	12,7	20,8	0,2	2,3
	Sjóbleikja	0,7	0	engin	engin	0,08	0,4

Tíðni laxalúsasmits hefur aukist með árunum bæði á sjóbirtingum og sjóbleikjum. Laxalúsasmit var hærra á sjóbirtingi (13-100%) en sjóbleikju (0-45%). Þéttni laxalúsa á hverjum sjóbirtingi var í meðallagi árið 2019 (3,9-7,8), há árið 2017 (12,7-20,8) og lág árið 2015 (0,2-2,3).



Mynd 9. Meðalþéttni laxalúsa á sjóbirtingum og sjóbleikjum eftir tímabilum og árum (Mean abundance of salmon lice on sea trout and Arctic charr after periods and years).

Eins og sjá má á mynd 9 var meðalþéttni hreyfanlegra laxalúsa langminnst árið 2015 en mjög há árið 2017 en þá veiddist engin sjóbleikja. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa var mun minni á sjóbleikju en sjóbirtingi árin 2019 og 2015.

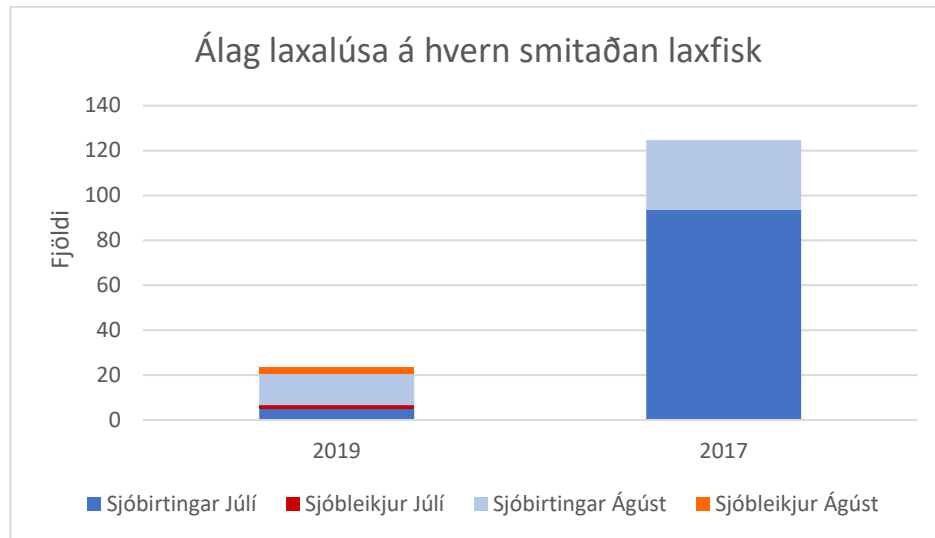
### Álag laxalúsa 2019 og 2017

Eins og sjá má í töflu 18 var laxalúsaálag í júlí árið 2017 mjög hátt og var það hæsta sem mældist á árinu 2017 af öllum fjörðum á vestanverðum Vestfjörðum, eða 93,7 laxalýs á hvern smitaðan fisk. Á mynd 7 bls. 23 sést að álagið var mest af áfastri lús.

Tafla 18. Álag laxalúsa á smituðum fiskum árin 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on infected salmonids and salmon lice intensity from mobile salmon lice the year 2019 and 2017).

Patreksfjörður			
Álag/Intensity		2019	2017
Júlí	Álag sjóbirtinga	5	93,7
	Álag hreyfanlegar laxalýs	3,9	12,7
	Álag sjóbleikja	1,6	
	Álag hreyfanlegar laxalýs	1,4	
	<b>Álag sjóbirtinga og sjóbleikja</b>	<b>4,1</b>	<b>93,7</b>
Ágúst	Álag sjóbirtinga	14	31
	Álag hreyfanlegar laxalýs	7,8	20,8
	Álag sjóbleikja	3	
	Álag hreyfanlegar laxalýs	0	
	<b>Álag sjóbirtinga og sjóbleikja</b>	<b>11,8</b>	<b>31</b>
<b>Samtals fjöldi laxalúsa</b>		<b>132</b>	<b>780</b>

Það var mikill munur á álagi á hvern lúsumitaðan fisk á milli ára en það var mun hærra árið 2017 en 2019 eins og sjá má á mynd 10. Það er hins vegar athyglisvert að sjá að álagið hækkar á seinna tímabilinu árið 2019 en lækkar á því tímabili árið 2017.



Mynd 10. Álag laxalúsa á hvern smitaðan laxfisk árið 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on infected salmonids in the year 2019 and 2017).

## Lýs/g fisk 2019 og 2017

Eins og sést í töflu 19 var mikill munur á lúsaálagi á hvert þyngdargramm fisks á milli ára. Árið 2019 var laxalúsaálag hæst 0,13 lýs/g á sjóbirtingi sem var minni en 150 g og 2017 var það hæst 2,38 lýs/g á sjóbirtingi sem einnig var minni en 150 grömm.

Tafla 19. Laxalúsaálag á öllum smituðum fiskum minni og stærri en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice intensity on all infected fish less and more than 150 g the year 2019 and 2017).

Patreksfjörður					
Tímabil	Fiskur < 150 g	Min-Max 2019	Fjöldi 2019	Min-Max 2017	Fjöldi 2017
Júlí	Sjóbirtingur	0,03-0,11	6	0,015-2,383	2
Ágúst	Sjóbirtingur	0,13*	1	0,108-0,349	2
Júlí	Sjóbleikja	0,01-0,03	4		
Ágúst	Sjóbleikja	0,03	1		
Tímabil	Fiskur > 150 g	Min-Max 2019	Fjöldi 2019	Min-Max 2017	Fjöldi 2017
Júlí	Sjóbirtingur	0,005-0,04	7	0,023-0,842	5
Ágúst	Sjóbirtingur	0,03-0,07	3	0,163-0,217	2
Júlí	Sjóbleikja	0,004	1		
<b>Fjöldi fiska</b>			<b>23</b>		<b>11</b>

\*Sjóbirtingurinn var einnig með fiskilús, þannig að heildar lúsaálag á fiskinum var 0,17 lýs á hvert þyngdargramm fisksins (The sea trout also had fish lice, so total sea lice intensity was 0,17 lice per gram).

Eins og sést í töflu 20 voru tiltölulega fáir fiskar minni en 150 g sem voru með meira en 0,1 lýs á hvert þyngdargramm árið 2019 eða 2 af 7 sjóbirtingum og engin af 5 sjóbleikjum.

Tafla 20. Laxalúsaálag meira en 0,1 og 0,025 lýs/g eftir stærð fisks og tegund (Salmon lice relative intensity of 0,1 and 0,025 lice/g by fish size and by sea trout and Arctic charr).

Patreksfjörður					
Þyngd	Fiskur	2019		2017	
		Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g
< 150 g	Sjóbirtingur	7	2	4	3
	Sjóbleikja	5	0		
	Fiskur	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g
> 150 g	Sjóbirtingur	10	5	7	6
	Sjóbleikja	1	0		
<b>Fjöldi fiska</b>		<b>23</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>9</b>

Árið 2019 veiddust fleiri litlir fiskar en stórir í Patreksfirði en árið 2017 veiddust fleiri stórir fiskar en litlir og í samanburði við aðra firði voru stærstu og þyngstu fiskarnir í Patreksfirði árið 2017. Laxalúsaálag var hærra á stærri fiskum en minni sem er sama niðurstaða og árið 2017.

### Áhætta á laxfiskahópa 2019 og 2017

Ef beitt er sömu flokkun og Norðmenn hafa gert og lýst var í inngangi og í aðferðafræði um útreikning á áætluðu dánarhlutfalli vegna laxalúsa innan villtra laxfiskahópa benda rannsóknirnar og samanburður til þess sem sýnt er í töflu 21, 22 og 23. Áætlað dánarhlutfall innan villta laxfiskahópsins sem var minni en 150 g var 1% í júlí og hópurinn í engri áhættu. Í ágúst var áætlað dánarhlutfall í villta laxfiskahópnum 10% og í meðal áhættu. Patreksfjörður kemur verr út í áhættu hjá laxfiskahópum með stærri fiska en 150 g. Í júlí var áætlað dánarhlutfall 4% í laxfiskahópnum sem var stærri en 150 g og í engri áhættu en í ágúst var áætlað dánarhlutfall komið í 30% og hópurinn í meðal áhættu.

Eins og sést í töflu 21 var áætlað dánarhlutfall innan villtra laxfiskahópa minni en 150 g mun lægra árið 2019 en 2017. Áætlað dánarhlutfall mældist hæst 10% í ágúst 2019 og lægst 25% í júlí 2017.

Tafla 21. Laxalúsaálag á laxfiskahópa minni en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish group less than 150 g in 2019 and 2017).

Patreksfjörður					
Ár	Tímabil	Heildarfjöldi laxfiska < 150 g	Fjöldi laxfiska > 0,1 laxalýs	%	Áhætta Dánartíðni
2019	Júlí	14	1	7	1%
	Ágúst	2	1	50	10%
Fjöldi fiska		16	2		
2017	Júlí	2	1	50	25%
	Ágúst	2	2	100	60%
Fjöldi fiska		4	3		

Patreksfjörður kemur verr út í áhættu hjá laxfiskahópum sem eru með stærri fiska en 150 g bæði árin eins og sést í töflu 22. Það er aðeins í júlí 2019 sem áætlað dánarhlutfall innan laxfiskahópa > 150 g er lægra en 30%.

Tafla 22. Laxalúsaálag á laxfiskahópa stærri en 150 g árin 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish group more than 150 g in 2019 and 2017).

Patreksfjörður					
Ár	Tímabil	Heildarfjöldi laxfiska > 150 g	Fjöldi laxfiska > 0,025 laxalýs	%	Áhætta Dánartíðni
2019	Júlí	9	2	22	4%
	Ágúst	3	3	100	30%
Fjöldi fiska		12	5		
2017	Júlí	5	4	80	48%
	Ágúst	2	2	100	100%
Fjöldi fiska		7	6		

Ef summa áhættustuðla fyrir hvert ár er tekin saman þá var áætluð dánartíðni villtra laxfiskahópa í Patreksfirði 11% árið 2019 og var í meðaláhættu. Áætluð dánartíðni villtra laxfiskahópa var 58% árið 2017 og var í mikilli áhættu eins og sést í töflu 23.

Tafla 23. Laxalúsaálag á laxfiskahópa árið 2019 og 2017 (Salmon lice relative intensity on fish groups in 2019 and 2017).

Patreksfjörður					
Ár	Tímabil I	Tímabil II	Tímabil I	Tímabil II	Áhætta / Dánartíðni
2019	1	4	10	30	11%
2017	25	48	60	100	58%

## Ástand fiska 2019 og 2017

Í rannsókninni voru skráðir sjáanlegir áverkar eins og uggaslit og lúsabit. Fastar lýs voru yfirleitt á uggum en hreyfanlega lýs víðs vegar um líkama fisksins. Uggaslit var mest á bakuggum og rauð lúsabit við gottrauf var algengast. Bæði árin var slit á bakugga algengustu áverkarnir í júlí, 56% árið 2019 og 43% árið 2017. Rauð bit undir gottrauf voru algengustu áverkarnir í ágúst, 80% árið 2019 og 50% árið 2017. Bæði árin fer einnig saman skráð lýsing á hvaða fiskur er verst farinn og hæsta lúsaálagið.

Það var áhugavert að sjá að sumar sjóbleikjur bæði í þessari rannsókn og árið 2017 voru með lúsaummerki en án lúsa þegar þær veiðast.

## Hita- og seltustig sjávar 2019 og 2017

Seltustig árið 2019 var nokkuð hátt og stöðugt og var hærra en árið 2017. Meðalseltustig var 34,5‰ í 29 viku og 34,4‰ í 33 og 34 viku við Ósafjörð. Meðalseltustig árið 2017 var 32‰ í 28 viku, 33,4‰ í 30 viku og 33,8‰ í 37 viku.

Meðalhitastig var lægra árið 2019 eða 9,9°C í 29 viku en var 10,8°C í 28 viku og 12,6°C í 30 viku árið 2017. Meðalhitastig árið 2019 var 11,5°C í 33 viku og 11,9°C í 34 viku.

## UMRÆÐUR

### Hver er fjöldi sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Patreksfirði og er munur á milli ára?

Þéttni laxalúsa á hverjum smituðum fiski var ekki mikil í júlí árið 2019 og flestar laxalýsnar voru hreyfanlegar. Þéttni eykst í ágúst og nýsmit verður algengara. Þetta er ólíkt því ferli sem var árið 2017 en þá var nýsmit algengara í júlí en hreyfanlegar laxalýs í ágúst. Þéttni árið 2019 er svipað ferli og í fjörðum án sjókvía samkvæmt Björn o.fl. (2001, 2011) og Björn og Finstad (2002). Hins vegar bendir há tíðni laxalúsa á villta laxfiskinum árið 2019 til áhrifa frá sjókvíum. Tíðni laxalúsa var lægri árið 2019 en 2017, það skýrist af því að árið 2017 veiddist engin sjóbleikja og það voru aðeins sjóbleikjur sem voru án lúsa árið 2019.

Til að gera samanburð við árið 2015 er aðeins hægt að miða við hreyfanlegar laxalýs og sá samanburður sýnir að tíðni laxalúsasmits hefur aukist með árunum bæði á sjóbirtingum og sjóbleikjum. Tíðni laxalúsasmits var hærri á sjóbirtingi eða frá 13-100% en hjá sjóbleikju frá 0-45%. Þéttni hreyfanlegra laxalúsa á hverjum sjóbirtingi var í meðallagi árið 2019 (3,9-7,8), þéttni var há árið 2017 (12,7-20,8) og lág árið 2015 (0,2-2,3).

Mikill munur var á lúsaálagi 2019 og 2017. Árið 2019 var lúsaálag hæst 0,13 lýs/g á sjóbirtingi minni en 150 g eða 0,17 lýs/g að fiskilúsum meðtöldum. Árið 2017 var 18% laxfiska minni en 150 g með lúsaálag 0,3 lýs/g eða hærra í Patreksfirði.

Áhætta og áætlað dánarhlutfall innan villtra laxfiskahópa hækkar í ágúst bæði árin, 2019 og 2017 en var mun lægri árið 2019 en 2017. Áhætta fyrir báða laxfiskahópana, minni og stærri en 150 g árið 2019 var lág í júlí og fékk grænan lit, en var í meðallagi í ágúst og fékk gulan lit. Áætlað dánarhlutfall innan laxfiskahópana árið 2019 var frá 1-30%. Áhætta árið 2017 var mjög há og náði ekki grænum lit aðeins gulum og rauðum og áætlað dánarhlutfall innan laxfiskahópana var frá 25-100%. Mikill munur var á áhættu og áætluðu dánarhlutfalli laxfiskahópa eftir stærð og var mun hærra hjá laxfiskahópum stærri en 150 g bæði árin. Áætlað dánarhlutfall árið 2019 tekið saman fyrir bæði tímabilin og báða laxfiskahópana mældist 11% og samkvæmt því var áhættan gul á litinn. Áætlað dánarhlutfall árið 2017 tekið saman mældist 58% og áhættan samkvæmt því rauð á litinn.

Laxalús var ríkjandi sjávarlúsategund á villtum laxfiskum í Patreksfirði og hefur 2019, 2017 og 2015 ekki verið undir 90% af heildartalningu sjávarlúsa. Árið 2019 var 96% taldra lúsa laxalýs og 94% ef aðeins er talið hreyfanlega lúsastigið. Árið 2017 fannst engin fiskilús í Patreksfirði ef hnúðlaxinn er ekki talinn með og 2015 var 91% laxalýs á hreyfanlega lúsastiginu. Það fundust 6 fiskilýs árið 2019 og þær voru allar á sama sjóbirtingnum, en hann var einnig með laxalýs og hæsta lúsasmitið og lúsaálagið reiknað með og án fiskilúsa. Þessi sjóbirtingur var einnig með mestu sjáanlegu ummerkin eftir lýs.

Hitastig og selta var ákjósanleg fyrir vöxt laxalúsarinnar í Patreksfirði og eins og rannsóknir hafa sýnt virðist vera aukning í lúsasmiti að hausti og vori á norðurslóðum. Það var einkum aukning í lirfum í ágúst og miðað við fremur hátt hita- og seltustig á þeim tíma er líklegt að þær hafi náð fullum þroska á árinu.

### **Sjóbleikja og sjóbirtingur**

Sjóbleikjan var að meðaltali styttri og léttari en sjóbirtingurinn í þessari rannsókn. Árið 2017 var sjóbleikjan lengri og þyngri en sjóbirtingurinn bæði á norður- og suðursvæði Vestfjarða.

Sjóbleikjan virðist ekki eins útsett fyrir lúsasmiti og sjóbirtingurinn en lúsasmit var algengara á sjóbirtingi en sjóbleikju og sjóbleikjan var með lægra lúsaálag bæði í þessari rannsókn og rannsókn sem gerð var árið 2015 en engin sjóbleikja veiddist árið 2017. Sjóbirtingar voru einnig með mun hærra lúsaálag á hvert þyngdargramm í þessari rannsókn en sjóbleikjan. Engin sjóbleikja var með fjölda laxalúsa yfir viðmiði sem sett er í áhættumörk vegna laxalúsa (Salmon lice Risk index), þannig að í útreikningum á áhættu og áætluðu dánarhlutfalli innan villtra laxfiskahópa voru aðeins sjóbirtingar.

Í rannsókninni var búist við að veiða fleiri kvenkyns sjóbirtinga því samkvæmt Jónsson (1985) og Jansen o.fl. (2012) ganga fleiri kvenkyns sjóbirtingar til sjávar. En hlutfall milli kynja hjá sjóbirtingum var nánast jafnt eða 9 hrygnur og 8 hængar.

Rannsóknir á lúsasmiti og lúsaálagi eru aðeins gerðar á sjóbirtingum og sjóbleikjum hér við land því sýnatökuleyfi hefur ekki verið gefið fyrir villtan lax.

### Talning í sjókvíum í Patreksfirði

Þéttni þroskaðra kvenkyns laxalúsa á villtum laxfiskum var mun meiri, en á laxi í sjókvíum eða 0,3-2,5 á hverjum villtum laxfiski. Í sjókvíum Fjarðalax var algengast engin þroskuð kvenkyns laxalús í talningum en var mest 0,01 og 0,05 á hverjum eldislaxi á sýnatökutímabilinu. Það var engin þroskuð kvenkyns laxalús í sjókvíum Arctic Sea Farm og engin vandræði af fiskilúsum.

Þann 9. október 2019 kemur fram í fundargerð Fiskisjúkdómanefndar á heimasíðu Matvælastofnunar<sup>1</sup> að bæði fyrirtækin fengu heimild til lúsameðhöndlunar með lyfjafóðri í Patreksfirði rúmum mánuði efir að þessari rannsókn lauk eða í 41. viku. Það var ekki fyrr en í 35 viku að fiskilúsum byrjaði að fjölga að einhverju ráði samkvæmt talningu í töflu 14, bls. 20. Í 35 viku var þéttni fiskilúsa 3,12 á hverjum fiski og náði hámarki í 39 viku en þá var þéttni fiskilúsa 22,58 á hverjum fiski.

Það mætti skoða hvort hér ætti setja viðmið á lúsafjölda í sjókvíum eins og í Noregi og skyldu til forvarna til að forðast skaðlega meðhöndlun og til varnar lyfjaónæmi lúsa. Það er ekki viðmiðið sem slíkt sem þarf að varast heldur til hvaða meðhöndlunar er gripið til. Lúsaætur eins og hrognkelsi ættu að vera fyrsta meðhöndlun ásamt lúsadúk. Þetta er einkum mikilvægt því svo virðist samkvæmt fundargerðum Fiskisjúkdómanefndar að mikil aukning hafi verið í lúsameðhöndlun bæði gegn fiskilús og laxalús í sjókvíum, með lyfjum sem geta haft áhrif á aðrar lífverur.

Einnig mætti viðhafa eftirlit með lúsatalningum svipað og á vesturströnd Kanada eins og lýst hefur verið í skýrslunni. Þess má geta að Náttúrustofa Vestfjarða taldi lús á fiskum í sjókvíum Arctic Sea Farm í Dýrafirði frá árinu 2015 og út árið 2017. Hægt er að skoða niðurstöður lúsatalninga Náttúrustofunnar á heimasíðu Umhverfisstofnunar<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> [http://www.mast.is/library/Fundargerðir/fundargerð\\_fisksjukdomanefnd\\_191009.pdf](http://www.mast.is/library/Fundargerðir/fundargerð_fisksjukdomanefnd_191009.pdf)

<sup>2</sup> <https://www.ust.is/einstaklingar/mengandi-starfsemi/fiskeldi/arctic-sea-farm-dyrafirdi/>



## Sjókvíaeldi í Patreksfirði

Í umfangsmikilli rannsókn Náttúrustofunnar í öllum fjörðum á vestanverðum Vestfjörðum árið 2017 mældist meira lúsasmit og hærra lúsaálag á suðursvæði Vestfjarða en norðursvæði. Á suðursvæði Vestfjarða eru stærstu laxeldisfyrirtækin með sjókvíar og lúsaálag var hæst í júlí á Patreksfirði en það var í lok eldistíma á Hlaðseyri árið 2017. Frá þeim tíma var svæðið í hvíld eða þar til Fjarðalax setur lax í kvíar við Þúfneyri í júní 2018 og Arctic Sea Farm setur lax í kvíar við Kvígindisdal/Vatnsdal í maí 2019. Staðsetning sjókvía var nær fjarðarmynninu en áður og fjær sýnatökustaðnum sem var í botni Patreksfjarðar og á sama stað og í fyrri rannsóknum. Hlaðseyri var í um 5 km fjarlægð frá botni Patreksfjarðar, Þúfneyri í um 11 km fjarlægð og Vatnsdalur í um 13 km fjarlægð. Ekki var búist við miklu lúsaálagi árið 2019 miðað við ofangefnar forsendur; langt hvíldartímabil, staðsetningu sjókvía utar í firðinum og fjarlægð frá sýnatökustað. Þess ber að geta að rannsóknir sýna að innan 20-30 km frá fiskeldissvæðum verði sjóbirtingar fyrir áhrifum af sjókvíum (Thorstad o.fl. 2015).

Það eru komin tvö fyrirtæki með sjókvíar í ekki stærri firði en Patreksfirði. Hvað varðar sjávarlúsina er enn mikilvægara en áður að stjórnun og regluverk á milli fyrirtækja og stofnana sé í föstum skorðum til að minnka áhættu sem sjávarlýsnar hafa á laxfiskahópa og einnig eldisfiskinn. Ef lúsasmit er hjá öðru fyrirtækinu eru miklar líkur á að smit berist í hinar kvíarnar og villti laxfiskurinn er settur í hættu. Það virðist ekki vera samræmi í útsetningu seiða á milli þeirra fyrirtækja sem eru í Patreksfirði. Sem þýðir væntanlega að hvíldartími verður ekki sá sami en þá næst ekki að brjóta upp lífsferil laxalúsarinnar.

Ef fjarlægðarmörk sjókvía við ár eru lækkuð þá minnkar það svæði sem villti laxfiskurinn hefur og getur leitað á. Eins og kom fram í skýrslunni þá sýna rannsóknir að villtir laxfiskar breyta um hegðun og halda sig mun meira við ármynni þar sem er lægri selta þegar lúsaálag er hátt á svæðinu.

## Laxalús og fiskilús á Vestfjörðum

Laxalús *L. salmonis* var ríkjandi sjávarlúsategund á villtum laxfiskum í rannsóknum gerðum 2019, 2017, 2015 og 2014 á Vestfjörðum. Árið 2019 voru laxalýs 96% af heildarfjölda sjávarlúsa í Patreksfirði. Árið 2017 voru hreyfanlegar laxalýs 97% á norðursvæði Vestfjarða og 99% á suðursvæðinu. Árið 2015 voru hreyfanlegar laxalýs 87% í fjórum fjörðum Vestfjarða. Árið 2014 voru laxalýs 87% af heildarfjölda laxalúsa í Arnarfirði. Fiskilýs voru flestar í Tálknafirði árið 2017 í samanburði við alla firði á vestanverðum Vestfjörðum og einnig árið 2015 miðað við Patreksfjörð, Dýrafjörð og Kaldalón í Ísafjarðardjúpi. Fiskilúsum fækkar eftir því sem árin líða og það fundust aðeins fiskilýs á einum villtum laxfiski í þessari rannsókn 2019.

Eins og kom fram í inngangi var einnig beitt annarri aðferð til að greina lúsaálag í Arnarfirði árið 2014. Niðurstöður greininga á eldislaxi sem settir voru í fjögur búr var 97% fiskilýs. Að nota eldislaxa í búrum endurspeglar ekki vel lúsaálag á villtum laxfiskum, þar sem niðurstöður ofangreindra rannsókna og niðurstöður talninga í sjókvíum á Vestfjörðum sýna að fiskilúsinn *C. elongatus* sækir í eldisfiskinn og laxalúsinn *L. salmonis* sækir í villta laxfiska samkvæmt þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið hér við land.

Fiskilúsinn *C. elongatus* var ríkjandi í sjókvíum árið 2019 í Patreksfirði og virðist vera algengari í sjókvíum laxfiska á Vestfjörðum. Ekki er hægt að tengja áhrifin frá fiskeldinu beint á villta stofna þar sem fiskilús er mun algengari á eldisfiskinum en laxalúsinn á villta laxfiskinum. Hins vegar sýndi niðurstaða rannsóknar Náttúrustofunnar árið 2017 að laxalús var ríkjandi á villtum laxfiskum í öllum fjörðum Vestfjarða og eini munurinn var að laxalúsinn var í mun meira magni í suðurfjörðum Vestfjarða (Patreksfirði, Tálknafirði, Arnarfirði) og Dýrafirði þar sem laxfiskur er alinn í sjókvíum. Ekki er vitað hvernig staðan er hjá villtum laxfiskum annars staðar við landið þar sem rannsóknir hafa ekki farið fram í öðrum landshlutum.

### Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum

Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum er besti mælikvarðinn á hvort eldisfiskur í sjókvíum hafi neikvæð áhrif á villta stofna í nágrenni við eldisvæði. Eins og sést í töflu 1 á bls. 1 hófst vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum árið 2014 og hefur síðan verið slitrótt, það var ekki fyrr en 2017 að sömu svæði voru rannsökuð öðru sinni að hægt var að skoða mun á milli ára. Ekki er vitað til að nein rannsókn hafi verið gerð árið 2018. Þauleldi er hafið og áriðandi er að vakta fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum í nágrenni sjókvía. Það væri æskilegt að meiri regla væri á sýnatökum og þær árlegar eins og þekkist í nágrennalöndum okkar. Rannsóknir hafa aðeins verið gerðar á Vestfjörðum en mikilvægt er að hefja rannsókn í fjörðum á Austfjörðum þar sem fiskeldi hefur aukist til muna. Einnig er núna einstakt tækifæri á að rannsaka náttúrulegt lúsasmit á villtum laxfiskum í öðrum fjörðum eins og t.d í Eyjafirðinum. Hafstraumar valda því að sjórinn við Austurland er kaldari en annars staðar við landið og munur á hitastigi sjávar líklega mestur við Norðurland sem gerir rannsókn á sjávarlúsum í þessum landshlutum enn áhugaverðari. Eins og kom fram í skýrslunni þá svipar hitastigi sjávar í Bay of Fundy í Kanada til aðstæðna hér við land og samkvæmt rannsókn Hogans (1995) eru um 25 ár síðan það kom í ljós að laxalús getur lifað á eldislaxinum í sjávarhita sem fer niður í 0,8°C.

Fiskilúsinn *C. elongatus* sækir í ólíkar fisktegundir og verður aðeins til vandræða í sjókvíaeldi einstaka sinnum og er því ekki höfð með í vöktun og áætlunum í Noregi (Nilsen o.fl. 2017). Það er einkum að hausti í norður Noregi að það sést mikið magn af fiskilúsinni *C. elongatus* á eldisfiskum (Øines o.fl. 2006). Í grein Revie o.fl. (2002) er hins vegar lagt til að fiskilúsinn *C. elongatus* verði einnig vöktuð. Fiskilúsinn *C. elongatus* er árstíðarbundin og fyrirsjáanleg í sjókvíum ólíkt laxalúsinni *L. salmonis*. Þétni fiskilúsarinnar *C. elongatus* er hærri fyrsta árið á lax

í sjókvíum en þéttni laxalúsarinnar *L. salmonis* er hærrí seinna árið. Enfremur er hvíld svæða ekki talin hafa áhrif á fiskilúsina *C. elongatus*.

Aðstæður í Noregi og Íslandi eru ekki þær sömu bæði hvað varðar villta laxfiska, eins og að hér við land er sjóbleikjan mun algengari en þar. En einnig hvað varðar þessar tvær sjávarlúsategundir sem þessi rannsókn fjallar um. Fiskilúsinn *C. elongatus* virðist ekki herja eins mikið á laxfiska í sjókvíum þar eins og hérna.

Lagt er til aukið eftirlit með sjókvíaeldi vegna laxalúsa og fiskilúsa og að öll sjókvíaeldi með laxfiska skili inn fyrirframákveðnu talningarplani sem þau fara eftir og að óreglubundin talning verði síðan framkvæmd af óháðum aðila og niðurstöður verði opinberar. Það er full ástæða til að skylda fiskeldisfyrirtækin til að gefa upp ekki aðeins fjölda laxalúsa heldur einnig fiskilúsa. Þetta þarf einnig að skila sér í ASC staðalinn að einblína ekki aðeins á laxalúsina.

Það er mikilvægt að nota sömu aðferð til að ná marktækum samanburði við fyrri rannsóknir. Í þessari rannsókn náðist góð nýting á fiskunum en allir fiskar sem veiddir voru á fyrsta tímabilinu í júlí fóru í rannsóknaverkefni á nýrnaveiki á Keldum.

## ÞAKKIR

Kærar þakkir fyrir aðstoð við veiðar á fyrra tímabilinu, rannsóknastofuvinnu og greiningu fær Eva Lind Guðmundsdóttir nemi við líftækni hjá Háskólanum á Akureyri. Einnig fær Jón Sigurðarson sem er þaulreyndur veiðimaður kærar þakkir fyrir aðstoð við veiðar á seinna tímabilinu. Samstarfsmenn Náttúrustofu Vestfjarða fá kærar þakkir; María Maack fyrir yfirlestur og góðar ábendingar og Hulda Birna Albertsdóttir fyrir kortagerð. Jón Örn Pálsson fær kærar þakkir fyrir að gefa mér aðgang að grunngögnum þ.á.m. óbirt gögn um fjölda fiskilúsa úr rannsókn sem gerð var 2015 í fjórum fjörðum Vestfjarða. Landeigendur fá kærar þakkir fyrir leyfi til veiða og fiskeldisfyrirtækin Arnarlax og Arctic Fish fyrir veittar upplýsingar. Rannsókn- og Nýsköpunarsjóður Vestur-Barðarstrandarsýslu (RANNIBA) styrkti þessa rannsókn og fær kærar þakkir fyrir það.

## HEIMILDIR

- Agnar Ingólfsson 1990. *Íslenskar fjörur*. Reykjavík. Bjallan. 96 bls.
- Agnar Ingólfsson 2006. *The intertidal seashore of Iceland and its animal communities*. The Zoology of Iceland Vol.1(7) Levin & Munksgaard, Einar Munksgaard, Kaupmannahöfn; Reykjavík. 85 bls.
- 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. DOI.ORG/10.1080/17451000.2013.810755.
- Berg, O.K. og Berg, M. 1989. The duration of sea and freshwater residence of the sea trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River in northern Norway. *Environmental Biology of Fishes* 24(1): 23–32. DOI:10.1007/BF00001607.
- Birkeland K. 1996. Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta* L.) infested with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer); migration, growth and mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 53: 2808-2813.
- Bjarni Sæmundsson 1926. *Íslensk dýr I. Fiskarnir*. Reykjavík. Bókaverslun Sigfúsar Eymundssonar.
- Bjarni Sæmundsson 1949. *Marine Pisces*. Copenhagen: Munksgaard.
- Bjørn, P.A. og Finstad, B. 1998. The development of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*) on artificially infected post smolts of sea trout (*Salmo trutta*). *Canadian Journal of Zoology* 76(5): 970–977. Doi.org/10.1139/z98-003.
- Bjørn, P.A., Finstad, B. og Kristoffersen, R. 2001. Salmon lice infection of wild sea trout and Arctic char in marine and freshwaters: the effects of salmon farms. *Aquaculture Research* 32(12): 947–962. DOI:10.1046/j.13652109.2001.00627.x.
- Bjørn, P.A. og Finstad, B. 2002. Salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer), infestation in sympatric populations of Arctic char, *Salvelinus alpinus* (L.), and sea trout, *Salmo trutta* (L.), in areas near and distant from salmon farms. *ICES Journal of Marine Science* 59(1): 131–139. DOI.ORG/10.1006/jmsc.2001.1143.
- Bjørn, P.A., Finstad, B., Kristoffersen, R., McKinley, R.S., og Rikardsen, A.H. 2006. Differences in risks and consequences of salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Kroyer), infestation on sympatric populations of Atlantic salmon, brown trout, and Arctic charr within northern fjords. *ICES Journal of Marine Science* 64(2): 386–393. DOI:10.1093/icesjms/fsl029.
- Bjørn, P.A., Sivertsgård, R., Finstad, B., Nilsen, R., Serra-Llinares, R.M. og Kristoffersen, R. 2011. Area protection may reduce salmon louse infection risk to wild salmonids. *Aquaculture Environment Interactions* 1(3): 233–244. DOI:10.3354/aei00023.
- Boxaspen, K. 2006. A review of the biology and genetics of sea lice. *ICES Journal of Marine Science* 63(7): 1304–1316. DOI:10.1016/j.icesjms.2006.04.017.
- Brandal, P.O., Egidius, E. og Romslo, I. 1976. Host Blood-Major Food Component for Parasitic Copepod *Lepeophtheirus-Salmonis* Kroyeri, 1838 (Crustacea-Caligidae). *Norwegian Journal of Zoology* 24(4): 341–343.
- Bruno, D.W. og Stone J. 1990. The role of saithe, *Pollachius virens* L., as a host for the sea lice, *Lepeophtherus salmonis* Krøyer and *Caligus elongatus* Nordmann. *Aquaculture* 89(3-4): 201–207. DOI.ORG/10.1016/0044ö8486(90)90125-7.

- 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. Doi.org/10.1002/ps.490.
- Connors, B., Krkosek, M. og Dill, L. 2008. Sea lice escape predation on their host. *Biology Letters* 4(5): 455–457. DOI:10.1098/rsbl.2008.0276.
- Costello, M.J. 1993. Review of methods to control sea lice (Caligidae: Crustacea) infestations on salmon farms. Í G.A. Boxshall, D. Defaye, ritstj. *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*, bls. 219–252: New York. Ellis Horwood.
- Costello, M.J. 2006. Ecology of sea lice parasitic on farmed and wild fish. *Trends in Parasitology*, 22(10): 475–483. DOI.ORG:10.1016/j.pt.2006.08.006.
- 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. Doi:10.1126/science.287.5452.443.
- Dawson, L.H.J., Pike, A.W., Houlihan, D.F. og McVicar, A.H. 1998. Effects of salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on sea trout *Salmo trutta* at different times after seawater transfer. *Diseases of Aquatic Organism* 33: 179–186. Doi:10.3354/dao033179.
- Eiríkur St. Eiríksson 2003. *Stangaveiðihandbókin*. 2 bindi. Frá Hvalfirði í Hrutafjörð. 240 bls.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir og Jón Örn Pálsson 2016. *Assessment of Salmon Lice infestation on Wild Salmonids in four fjords in Westfjords*, Rorum 2016 03: Rorum.
- 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. DOI:10.1016/j.aquaculture.2007.10.019.
- Frazer, L.N. 2009. Sea-Cage Aquaculture, Sea Lice, and Declines of Wild Fish. *Conservation Biology* 23(3): 599–607. DOI:10.1111/j.1523-1739.2008.01128.x.
- 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](https://www.researchgate.net/publication/44086460_Sea_Lice_Biology_Identification_and_Laboratory_Methods/stats) (Skoðað 19.10.2018).
- Genna, R.L., Mordue, W., Pike, A.W. og Mordue, A.J. 2005. Light intensity, salinity, and host velocity influence presettlement intensity and distribution on hosts by copepodids of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 62(12): 2675–2682. DOI:10.1139/f05-163.
- Gjelland K.Ø., Serra-Llinares R.M., Hedger R.D., Arechavala-Lopez P., Nilsen R., Finstad B., Uglem I., Skilbrei O.T. og Bjørn P.A. 2014. Effects of salmon lice infection on the behaviour of sea trout in the marine phase. *Aquaculture Environment Interactions* 5: 221–233. DOI:10.3354/aei00105

- Glover, K. 2003. Differing susceptibility of anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.) populations to salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837)) infection. *ICES Journal of Marine Science* 60(5): 1139–1148. DOI:10.1016/S1054-3139(03)00088-2.
- Halttunen E., Gjelland K.Ø., Hamel S., Serra-Llinares R.M., Nilsen R., Arechavala-Lopez P., Skarðhamar J., Johnsen I.A., Asplin L., Karlsen Ø., Bjørn P.A. og Finstad B. 2018. Sea trout adapt their migratory behaviour in response to high salmon lice concentrations. *Journal of Fish Diseases* 41(6): 953-967. DOI.org/10.1111/jfd.12749
- 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. DOI:10.1017/S0025315402006306.
- Heuch, P.A., Bjørn, P.A., Finstad, B., Holst, J.C., Asplin, L. og Nilsen, F. 2005. A review of the Norwegian „National Action Plan Against Salmon Lice on Salmonids“: The effect on wild salmonids. *Aquaculture* 246(1-4): 79– 92. DOI:10.1016/j.aquaculture.2004.12.027.
- Hogans, W.E. 1995. Infection dynamics of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda:Caligidae) parasitic on Atlantic salmon (*Salmo salar*) cultured in marine waters of the lower Bay of Fundy. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 0706-64572067. Ottawa-Ontario: Fisheries and Oceans Canada 1995: 10.
- Holst, J.C., Jacobsen, P., Nilsen, F., Holm, M., Asplin, L. og Aure, J. 2007. Mortality of seaward-migrating postsmolts of Atlantic salmon due to salmon lice infection in Norwegian salmon stocks. Í Mills, D. ritstj. *Salmon at the Edge*. bls. 136-137. Oxford: Blackwell Science. DOI/10.1002/9780470995495.ch11.
- Jansen, P.A., Kristoffersen, A.B., Viljugrein, H., Jimenez, D., Aldrin, M. og Stien, A. 2012. Sea lice as a densitydependent constraint to salmonid farming. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279(1737): 2330–2338. DOI:10.1098/rspb.2012.0084.
- 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(02): 425. DOI:10.1017/S0025315400051687.
- Jones, S. og Johnson, S.C. 2015. *Biology of sea lice, Lepeophtheirus salmonis and Caligus spp., in western and eastern Canada*. Canadian Science Advisory Secretariat (CSAS), Research Document 2014/019: 18.
- Jóhannes Sturlaugsson 2016. Swimming depth of sea trout. *Scottish Marine and Freshwater Science* 7(13): 35 DOI:10.7489/1755-1.
- Kabata, Z. 1979. *Parasitic copepoda of British fishes*. Ray Society, 152. London: Ray Society.
- 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 / Háskólasetur 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 / Háskólasetur 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. DOI:10.1034/j.16000633.2003.00010.x.

- Krkosek, M., Ford, J.S., Morton, A., Lele, S., Myers, R.A. og Lewis, M.A. 2007. Declining Wild Salmon Populations in Relation to Parasites from Farm Salmon. *Science* 318(5857): 1772-1775. DOI:10.1126/science.1148744.
- Margrét Thorsteinsson 2018. *Vöktun á sjávarlúsum á villtum laxfiskum á Vestfjörðum 2017. Monitoring sea lice on wild salmonids in Westfjords 2017*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 32-18.
- 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. doi: 10.1098/rsbl.2009.0872.
- Mustafa, A., Conboy, G.A., Burka, J.F., Hendry, C.I. og McGladdery, S.E. 2000. Life-span and reproductive capacity of sea lice, *Lepeophtheirus salmonis*, under laboratory conditions. *Special Publication-Aquaculture Association of Canada* (4): 113–114. St. Andrews Canada: Aquaculture Association of Canada.
- Myksvoll, M.S., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Asplin, L., Johnsen, I.A., Karlsen, Ø., Kristensen, N.M., Melsom, A., Skardhamar, J. og Ådlandsvik, B. 2018. Evaluation of a national operational salmon lice monitoring system From physics to fish. *PLOS/ONE*. DOI.ORG/10.1371/journal.pone.0201338.
- Nagasawa, K. 2004. Sea lice, *Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus orientalis* (Copepoda: Caligidae), of wild and farmed fish in sea and brackish waters of Japan and adjacent regions: a review. *Zoological Studies* 43(2): 173–178.
- Náttúrufræðistofnun Íslands 2018. Kortasjá. <http://vistgerdakort.ni.is/> (Skoðað 11.12.2018).
- Nilsen, A., Nielsen, K.V., Biering, E. og Bergheim, A. 2017. Effective protection against sea lice during the production of Atlantic salmon in floating enclosures. *Aquaculture* 466(1): 41-50. Doi.org/10.1016/j.aquaculture.2016.09.009.
- Øines, Ø., Simonsen, J.H., Knutsen, J.A. og Heuch, P.A. 2006. Host preference of adult *Caligus elongatus* Nordmann in the laboratory and its implications for Atlantic cod aquaculture. *Journal of Fish Diseases* 29 (3): 167 -174. DOI.ORG/10.1111/i.1365ö2761.2006.00702.x.
- 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. 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. Doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00388.x.
- Revie, C., Dill, L., Finstad, B. og Todd, C.D. 2009. *Sea Lice Working Group Report*. NINA Special report 39. ISSN: 0804 421X.
- Samuelsen O., Hannisdal R. og Agnalt A.L. 2019. 5. Miljøeffekter på non-target-arter ved bruk av legemidler. Í Grefsrud ES, Svåsand T, Glover K, Husa V, Hansen PK, Samuelsen O, Sandlund N og Stien LH. ritstj. *Fisken og havet*. Risikorapport norsk fiskeoppdrett 2019-5. ISSN:1894-5031. Prosjektnr: 14272-01.
- Schram T.A. 1993. Supplementary descriptions of the developmental stages of *Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837) (Copepoda: Caligidae). Í Boxshall, G.A. og Defaye, D. ritstj. bls. 30-47. *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*. New York: Ellis Horwood.
- 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

- Serra-Llinares, R.M., Bjørn, P.A., Finstad, B., Nilsen, R., Harbitz, A., Berg, M. og Asplin, L. 2014. Salmon lice infection on wild salmonids in marine protected areas: an evaluation of the Norwegian „National Salmon Fjords“. *Aquaculture Environment Interactions* 5(1): 1-16. DOI:10.3354/aei00090.
- Sigríður Gísladóttir 2014. *Leiðbeiningar um lúsatalningu og vöktun lúsasmits í sjókvíum*. Matvælastofnun.
- 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. 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. DOI: 10.3354/aei00142.
- Torrissen, O., Jones, S., Asche, F., Guttormsen, A., Skilbrei, O.T., Nilsen, F., Horsberg, T.E. og Jackson, D. 2013. Salmon lice - impact on wild salmonids and salmon aquaculture. *Journal of Fish Diseases* 36(3): 171–194. DOI:10.1111/jfd.12061.
- Tucker, C.S., Sommerville, C. og Wootten, R. 2002. Does size really matter? Effects of fish surface area on the settlement and initial survival of *Lepeophtheirus salmonis*, an ectoparasite of Atlantic salmon *Salmo salar*. *Diseases of Aquatic Organisms* 49(2): 145–152.
- Tumi Tómasson 1985. *Æviferill sjóbleikju og bleikju*. Veiðimálastofnun VMST-N / 850. Hólum í Hjaltadal: Veiðimálastofnun.
- Tveiten H, Bjørn PA, Johnsen HK, Finstad B, og McKinley RS. 2010. Effects of the sea louse *Lepeophtheirus salmonis* on temporal changes in cortisol, sex steroids, growth and reproductive investment in Arctic charr *Salvelinus alpinus*. *Journal of Fish Biology* 76: 2318–2341. DOI:10.1111/j.1095-8649.2010.02636.x, available online at [www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com).
- Pórólfur Antonsson, Eydís Njarðardóttir og Ingi Rúnar Jónsson 2016. *Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra áa á NA-landi 2015*. Veiðimálastofnun, VMST/16012. 85 bls.



## VIÐAUKI 1

Fjöruvistgerðir á Íslandi. Náttúrufræðistofnun Íslands aðlagði flokkunarkerfi í fjörum einkum að EUNIS flokkunarkerfinu. (Coastal habitats of Iceland. The classification was done by the Icelandic Institute of Natural History and is based on the European habitat classification system (EUNIS) and some special Icelandic coastal habitats). Tafla var sótt á heimasíðu Náttúrufræðistofnun Íslands og einnig upplýsingar um forgangsvistgerð hvað varðar verndargildi.

Fjöruvistgerðir á Íslandi		
F1	Grýttar fjörur	Forgangsvistgerð
F1.1	Hrúðurkarlafjörur	
F1.2	Brimasamar hnullungafjörur	
F1.3	Þangfjörur	
F1.31	Klóbangsfjörur	X
F1.32	Bólubangsfjörur	
F1.33	Skúfþangsfjörur	
F1.34	Sagþangsfjörur	
F1.35	Þangklungur	
F1.35.1	Klóbangsklungur	X
F1.35.2	Bólubangsklungur	
F2	Setfjörur	
F2.1	Líflitlar sandfjörur	
F2.11	Brimasamar sandfjörur	
F2.2	Óseyrar	
F2.21	Kræklinga- og sólvaóseyrar	X
F2.3	Leirur	
F2.31	Sandmaðksleirur	X
F2.32	Kræklingaleirur	X
F2.33	Skeraleirur	X
F2.34	Gulþörungaleirur	X
F2.35	Marhálmsgræður	X
F2.4	Grýttur sandleir	
F2.5	Fjörumór	X
FX	Sérstæð fjörusvæði	
FX.1	Sjávarlón	
FX.11	Háseltulón	
FX.12	Leirulón	
FX.2	Fjörupollar	X
FX.3	Árósar	X

## VIÐAUKI 2

Patreksfjörður. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu við yfirborð sjávar á 10 cm dýpi, 1 m og 2 m dýpi. Mæling var ýmist gerð við eitt eða tvö net. (Patreksfjörður. Location in GPS coordinates and measurement of heat and salinity in sea at 10 cm, 1 m and 2 m depth)

Staður	Tímab	Vika	Dýpi	Hnit	Selta ‰		Hiti °C	
Patreksfjörður 2019	1	29 <sup>1</sup>	10 cm	N65°32.259' V23°47.427'	34,4	34,3	10,5	10,1
			1m	N65°32.137' V23°47.277'	34,5	34,4	9,7	10
			2m		34,6	34,5	9,5	9,5
	2	33	10 cm	N65°32.214' V23°47.373'	32,4		11,8	
			1m		34,4		12,2	
			2m		34,6		12,3	
	2	33 <sup>2</sup>	10 cm	N65°33.560' V23°57.057'	33,2	34,6	12,4	12
			1m	N65°33.537' V23°56.843'	33,4	34,6	12,2	12
			2m		34,4	34,5	12,1	12
	2	33	10 cm	N65°32.238' V23°47.416'	34,6	34,7	11,2	11,2
			1m	N65°32.246' V23°47.446'	34,6	34,8	11,2	10,9
			2m		34,8	34,8	11,9	10,9
	2	34	10 cm	N65°32.256' V23°47.421'	33,9	33,8	12,3	12
			1 m	N65°32.243' V23°47.396'	34,4	34,7	11,8	11,7
			2 m		34,6	34,7	11,5	
Patreksfjörður 2017	1	27	10 cm	N65°32.152' V23°47.249'	27,7		12,5	
			1m		30,3		11,7	
			2m		32,4		11	
	1	28	10 cm	N65°31.849' V23°47.365'	31		10,9	10,8
			1m		32		10,8	10,8
			2m		33,1		10,8	10,8
	2	30	10 cm	N65°32.288' V23°47.552'	33,4	32,5	12,3	13
			1m		33,4	33,7	12,4	12,5
			2m		33,5	33,8	12,5	12,5
	2	30	10 cm	N65°30.864' V23°50.749'	34,1	33,9	12,8	12,7
			1m		34,1	33,9	12,6	12,8
			2m		34,1	34	12,6	12,7
3	37	10 cm	N65°32.262' V23°47.451'	30,8	33	9,3	9,9	
		1 m		34,7	33,3	10,7	9,8	
		2 m		34,5	33,4	10,8	9,7	
3	37	10 cm	N65°31.899' V23°47.216'	34,3	33,9	10,9	10,2	
		1 m		34,3	34,3	10,5	10,3	
		2 m		34,4	34,3	10,6	10,5	

<sup>1</sup> Veði fór fram 11.7 og 12.7 í 28 viku en hita- og seltustig var mælt 15.7 í 29 viku.

<sup>2</sup> Sauðlauksdalur. Enginn fiskur veiddist en hita- og seltustig var mælt.