

Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Jökulfjörðum 2021

Monitoring sea lice on wild salmonids in Jökulfjords, Iceland 2021



Margrét Thorsteinsson

NV nr. 24-22

Desember 2022

 NÁTTÚRUSTOFA VESTFJARÐA		Dagsetning: Desember 2022
		Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til: <input type="checkbox"/> Háð leyfi verkkaupa
Skýrsla nr: NV nr. 24 - 22	Verknúmer: 604	Blaðsíður: 40
Heiti skýrslu: Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Jökulfjörðum 2021 / Monitoring sea lice on wild salmonids in Jökulfjords, Iceland 2021		Upplag: 9
Höfundur: Margrét Thorsteinsson		Kort, myndir, töflur: 31
		Gerð skýrslu/Verkstig: Lokaskýrsla
Verkefnisstjóri: Margrét Thorsteinsson		Unnið fyrir: Náttúrustofu Vestfjarða með styrk frá Fiskræktarsjóði
Lykilorð íslensk: Laxalús, fiskilús, sjóbleikja, sjóbirtingur, tíðni, þéttni, álag, lýs/g, áhættumörk laxalúsa		Lykilorð ensk: Salmon lice, fish lice, Arctic charr, sea trout, prevalence, abundance, intensity, lice/g, Salmon lice Risk index
Undirskrift verkefnastjóra: 		Yfirlit af: Kristjana Einarsdóttir

ÚTDRÁTTUR

Sjávarlús eins og laxalús af tegundinni *Lepeophtheirus salmonis* og fiskilús af tegundinni *Caligus elongatus* eru snýkjudyrr sem nærast á fiskum. Þær finnast hér við land á bæði villtum laxfiskum og laxfiskum í eldi. Náttúrustofa Vestfjarða hefur framkvæmt kannanir á fjölda sjávarlúsa á villtum laxfiskum við Ísland frá árinu 2017, flestar á Vestfjörðum en einnig Eskifirði á Austurlandi árið 2020. Við Ísland hófst sjókvíaeldi frekar seint miðað við mörg önnur lönd. Þetta veitir einstakt tækifæri til að ná grunnupplýsingum varðandi lúsaálag á villtum laxfiskum áður en að laxeldi hefst eða rétt eftir að það er hafið. Slíkar upplýsingar geta gefið vísbendingar um hvaða áhrif fiskeldi í fjörðum gæti haft á villta laxfiskstofna en það hefur verið sýnt fram á að aukin þéttleiki sjávarlúsa getur haft töluverð neikvæð áhrif á afkomu, atferli og stofnstærð villtra laxfiska. Á heimsvísu er lítið að finna af grunnrannsóknum sem kanna lúsasmit á villtum laxfiskum áður en sjókvíaeldi er hafið.

Fáar rannsóknir hafa verið gerðar á sjávarlúsum villtra laxfiska í fjörðum án fiskeldis hér við land. Þessari rannsókn sem gerð var í Jökulfjörðum er ætlað að bæta úr því. Það er gert með því afla upplýsinga um tíðni, þéttni og álag sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Leirufirði í Jökulfjörðum. Tilgangur þessarar rannsóknar var í fyrsta lagi að skoða hvort áhrif fiskeldis í Ísafjarðardjúpi ná til Leirufjarðar sem er sá af fimm fjörðum Jökulfjarða sem liggur næst Ísafjarðardjúpinu. Í öðru lagi að kanna tegundir sjógöngufiska á þessu afskekta svæði.

Helstu niðurstöður voru að í Leirufirði veiddist aðeins sjóbleikja (*Salvelinus alpinus*) og aðeins fannst laxalús á þeim. Alls veiddust 49 sjóbleikjur. Tíðni laxalúsasmits á fiskunum var 5% á fyrra tímabilinu og 30% á seinna tímabilinu. Áhætta sem laxfiskar voru í vegna laxalúsar og er mæld með dánartíðni í laxfiskahópum var 0% og fær grænan lit, sem þýðir engin áhætta. Áhrif af eldi regnbogasilungs í Ísafjarðardjúpi virðist ekki ná til sjóbleikja í Leirufirði. Í samanburði við niðurstöður úr öðrum fjörðum á Vestfjörðum var lægra laxalúsaálag á fiskunum í Leirufirði. Rannsóknin gefur vísbendingu um að í Leirufirði sé stór stofn af sjóbleikjum, en sjóbleikjum hér við land og víðar hefur fækkað mikið.

Rannsóknin var styrkt af Fiskræktarsjóði.

ABSTRACT

Sea lice such as the salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* and the fish lice *Caligus elongatus* are natural parasites on wild fish and have been found on both wild and farmed salmonids in Iceland. The Natural Science Institute of the Westfjords has conducted research on sea lice on wild salmonids from the year 2017, in the Westfjords and also in Eskifjordur in the Eastern part of Iceland in the year 2020. Intensive aquaculture started late in Iceland compared to many other countries. This provides a unique opportunity to conduct research on natural lice infestation on wild salmonids before salmon farming begins or just after it has started. Such information may provide an indication of the effect that aquaculture in sea cages can have on wild salmonid stocks. It has been shown that increased salmon lice infestation and intensity can have a considerable negative effect on the performance, behavior and stock size of wild salmonids. Few countries if any have this information on natural infestation on the wild stock before intensive salmon aquaculture began.

Few studies have been carried out on sea lice on wild salmonids in fjords without aquaculture in Iceland. This research is intended to remedy this and was conducted in Jökulfjords. The purpose of this research was to examine whether the effects of aquaculture in Isafjardardjupi extended to Leirufjordur, which is one of the five fjords of Jökulfjords and is closest to Isafjardardjup. That was done by assessing the prevalence, abundance and intensity of salmon lice on wild salmonid populations in Leirufjordur in the Jökulfjords. The purpose of this research was also to examine what anadromous salmonids was to be found in this remote area.

The main findings in this research were that the only catch was Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and only salmon lice *L. salmonis* was found on them. The total catch was 49 Arctic charr. The prevalence of salmon lice on the Arctic charr was 5% in the first period and 30% in the second period. The intensity that Arctic charr were exposed to due to salmon lice and is measured in mortality in the salmonid group was 0%, which means no risk and gets green color. The effects of the rainbow trout aquaculture in Isafjardardjupi does not seem to extend to the Arctic charr in Leirufjordur. The Arctic charr in Leirufjordur had fewer salmon lice on them, compared to previous researches in other fjords in Westfjords. This research also shows that it seems to be a large population of anadromous Arctic charr in Leirufjord, but their number in Iceland and elsewhere has decreased greatly.

This research was funded by Fiskræktarsjóði.

EFNISYFIRLIT

ÚTDRÁTTUR.....	iii
ABSTRACT.....	iv
MYNDA- OG KORTASKRÁ.....	vi
TÖFLUSKRÁ.....	vii
INNGANGUR.....	1
Laxa- og fiskilýs.....	3
Áhrif og næmi laxfiska fyrir lúsasmiti.....	6
Tími laxfiska í sjó.....	7
Tími laxfiska í sjókvíum.....	8
AÐFERÐIR.....	10
Sýnataka og rannsóknarsvæðið.....	10
Greining sjávarlúsa og laxfiska.....	12
Tölfræði.....	13
Um greiningar og útreikninga.....	15
NIÐURSTÖÐUR.....	16
Fjöldi, stærð og kyn veiddra laxfiska.....	16
Tíðni, þéttni, álag, lýs/g fisks og áhætta af völdum laxalúsa.....	18
Sjáanleg ummerki eftir sjávarlýs á fiskum.....	22
Hita- og seltustig sjávar.....	23
Samanburður á áhættu laxfiskahópa vegna laxalúsa milli fjarða.....	24
UMRÆÐUR.....	24
Laxfiskar.....	24
Sjávarlýs.....	25
Næmi laxfiska fyrir lúsasmiti.....	26
Sjókvíaelði.....	27
Rannsóknir.....	28
ÞAKKIR.....	29
HEIMILDIR.....	30
VIÐAUKI I.....	35
VIÐAUKI II.....	36
VIÐAUKI III.....	37

MYNDA- OG KORTASKRÁ

Mynd 1. Lífsferill laxalúsarinnar <i>Lepeophtheirus salmonis</i> og fiskilúsarinnar <i>Caligus elongatus</i>	4
Mynd 2. <i>Lepeophtheirus salmonis</i> eftir því hvar hún er stödd í þroska/lífsferilsstigi og algeng staðsetning fastra lúsa (copepodid og chalimus) á bakugga.....	4
Mynd 3. Mynd af fiskilús af tegundinni <i>Caligus elongatus</i> og þrjár laxalýs af tegundinni <i>Lepeophtheirus salmonis</i>	5
Mynd 4. Göngutími laxa, sjóbirtings og sjóbleikju á árabílinu frá 1988 til 2009 í ánni Halselva í Noregi.....	8
Mynd 5. Tími á milli vitjana á fyrra tímabilinu og siglt frá Leirufirði	12
Mynd 6. Sjóbleikjur frá Leirufirði	13
Mynd 7. Þyngd veiddra sjóbleikja eftir tímabili I og II	16
Mynd 8. Fjöldi sjóbleikja, flokkaðar eftir kyni og stærð, sem veiddar voru á fyrra veiðitímabilinu í Leirufirði.....	17
Mynd 9. Fjöldi sjóbleikja, flokkaðar eftir kyni og stærð, sem veiddar voru á seinna veiðitímabilinu í Leirufirði..	17
Mynd 10. Fjöldi og kynþroski hrygna og hænga minni og stærri en 150 g á tímabili II.....	18
Mynd 11. Hlutfall ólíkra þroskastiga laxalúsar eftir tímabilum.	19
Mynd 12. Áverkar af völdum lúsa á tímabili I, í Leirufirði 2021.....	22
Mynd 13. Áverkar af völdum lúsa á tímabili II, í Leirufirði 2021.....	23
Mynd 14. Hesteyrarbryggja og farartæki við fjölfarnasta stað Jökulfjarða.....	28
Kort 1. Kort sem sýnir hvar laxeldi er óheimilt, svæði í notkun og svæði í umsókn.....	2
Kort 2. Sýnatökusvæði í Jökulfjörðum 2021.....	11

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Íslandi	3
Tafla 2. Tími veiði og mælinga	10
Tafla 3. Flokkun laxalúsa í þessari rannsókn.....	12
Tafla 4. Tafla fyrir áhættumörk og dánartíðni fiska af mismunandi stærð.	14
Tafla 5. Áætluð dánartíðni laxfiska minni en 150 g.....	
Tafla 6. Áætluð dánartíðni laxfiska stærri en 150 g.....	14
Tafla 7. Meðalþyngd og meðallengd veiddra sjóbleikja.....	16
Tafla 8. Tímabil í veiði, fisktegund, heildarfjöldi fiska, fjöldi fiska léttari og þyngri en 150 g, meðalþyngd, tíðni, þéttni og álag laxalúsa á fiski.....	18
Tafla 9. Tíðni sjávarlúsa á sjóbleikjum í Leirufirði sumarið 2021, tímabil I var 5-6 júlí og tímabil II, 19 ágúst.....	19
Tafla 10. Meðal þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum sjóbleikjum.....	20
Tafla 11. Meðal álag laxalúsa á lúsasmituðum sjóbleikjum.....	20
Tafla 12. Fjöldi lúsasmitaðra sjóbleikja minni og stærri en 150 g og minnsta og mesta lúsaálag miða við þyngd á tímabili I og II.....	21
Tafla 13. Álag laxalúsar á öllum lúsasmituðum sjóbleikjum og fjöldi sjóbleikja minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi sjóbleikja stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs/g.....	21
Tafla 14. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærri en 150 g á tímabili I og II árið 2021.....	22
Tafla 15. Leirufjörður. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu við yfirborð sjávar á 10 cm dýpi og við botn	35
Tafla 16. Hesteyrarfjörður. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu við yfirborð sjávar á 10 cm dýpi og við botn	36
Tafla 17. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærri en 150 g milli tímabila og samanburður á milli ára og fjarða.....	37

INNGANGUR

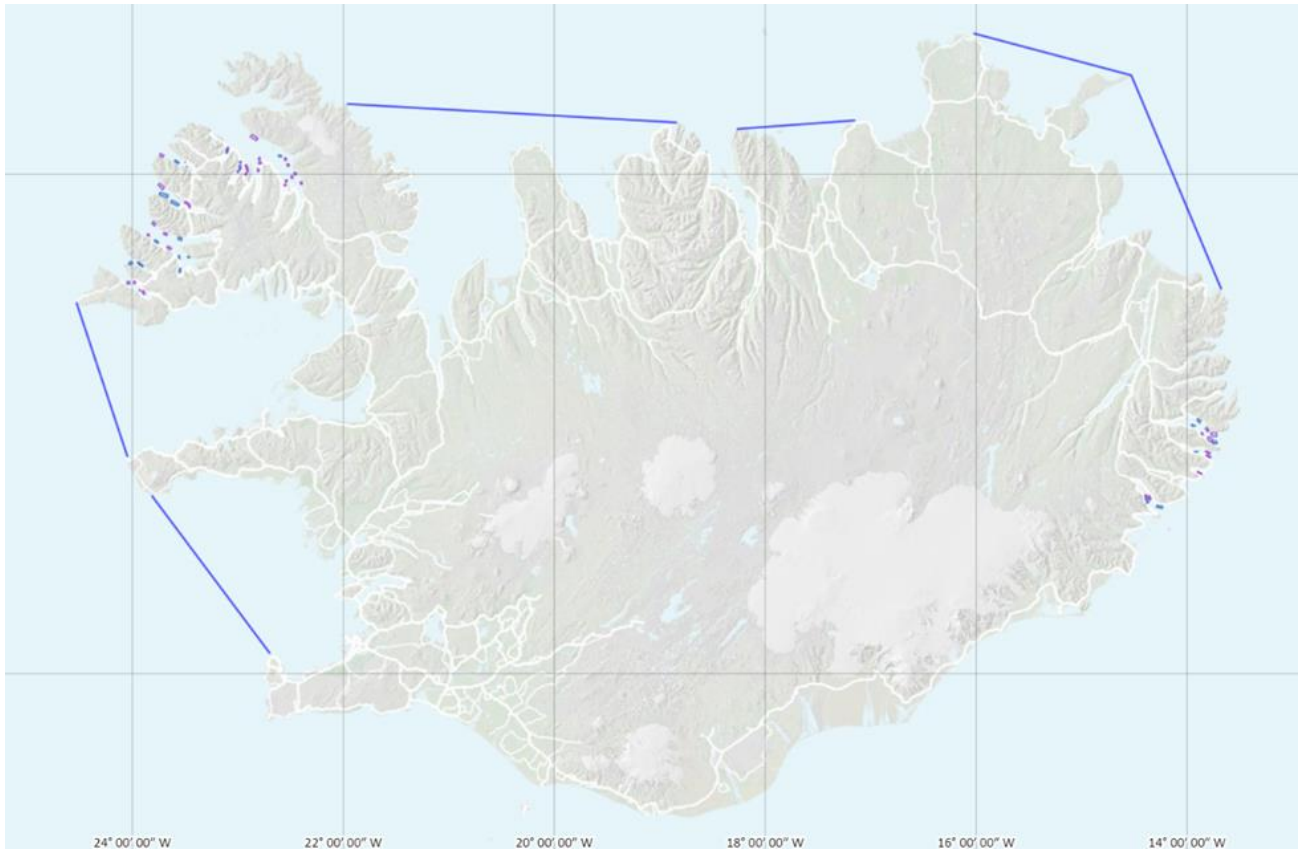
Sjávarlús eins og laxalús af tegundinni *Lepeophtheirus salmonis* og fiskilús af tegundinni *Caligus elongatus* finnast hér við land á bæði villtum laxfiskum og laxfiskum í eldi. Lýsnar lifa sníkjulífi á fiskum í söltum sjó en lifa ekki af í ferskvatni. Þar sem þéttleiki villtra laxfiska er lítill í sjó á sumrin er fátt um hýsla í náttúrulegu umhverfi (Finstad o.fl. 1995). Báðar tegundirnar hafa verið vandamál í sjókvíaeldi laxfiska og aukin þéttleiki sjávarlúsa getur haft töluverð neikvæð áhrif á afkomu, atferli og stofnstærð villtra laxfiska (Thorstad o.fl. 2015). Það er einkum laxalúsinn *L. salmonis* sem festir sig á villta laxfiskinn hér við land. Hún er stærri en fiskilúsinn *C. elongatus* og almennt má segja að húðskemmd fiska sé í réttu hlutfalli við stærð lúsanna sem nærast á fiskunum (Pike og Wadsworth 2000). Mikið magn laxfiska innilokaðir í netpokum, gerir lúsunum auðvelt að fjölga sér. Einnig er eldistími í sjókvíum langur hér við land, því fiskurinn vex hægar í köldum sjó en heitari. Laxalúsinn er þannig með hýsla í kvíum til að viðhalda sér yfir veturinn þegar villti laxinn er í úthafi og silungurinn í ferskvatni.

Þau strandsvæði í heiminum sem hægt er að nýta til eldis fækkar og ásókn fiskeldisfyrirtækja á norðurslóðir hefur aukist, t.d. á Íslandi, í Noregi, Kanada og Rússlandi. Þetta kallar á auknar rannsóknir á áhrifum sjávarlúsa á villta laxfiska þar sem vistkerfi norðurslóða eru viðkvæmari en víðast hvar á jarðríki (Vollset o.fl. 2020). Laxalúsinn *L. salmonis* er þekkt vandamál á eldislöxum t.a.m. í Noregi og í norður Noregi hefur fiskilúsinn *C. elongatus* einnig skapað vandamál síðustu ár samhliða auknu eldi á því svæði (Hemmingsen o.fl. 2020). Á Íslandi hefur fiskilúsinn *C. elongatus* verið algengari en laxalúsinn *L. salmonis* á laxeldisfiskum (Gísli Jónsson 2021) en laxalúsinn *L. salmonis* hefur verið ríkjandi sjávarlúsategund á villtum laxfiskum.

Á heimsvísu er lítið að finna af grunnrannsóknum sem kanna lúsasmit á villtum laxfiskum áður en sjókvíaeldi er hafið (Gargan o.fl. 2016). Við Ísland hófst sjókvíaeldi frekar seint miðað við mörg önnur lönd. Þetta veitir einstakt tækifæri til að ná grunnupplýsingum varðandi lúsaálag á villtum laxfiskum áður en að laxeldi hefst eða rétt eftir að það er hafið. Slíkar upplýsingar geta gefið vísbendingar um hvaða áhrif fiskeldi í fjörðum gæti haft á villta laxfiskstofna.

Eldi á regnbogasilungi (*Oncorhynchus mykiss*) í opnum sjókvíum hér við land hefur staðið yfir í nokkur ár en hefur ekki verið umfangsmikið. Sjókvíar með regnbogasilunga voru á þremur svæðum í Ísafjarðardjúpi þegar þessi rannsókn var gerð, hjá fiskeldisfyrirtækinu Hábrún í Skutulsfirði og hjá fiskeldisfyrirtækinu Háafelli við Langeyri í Álftafirði og undir Bæjarhlíð. Regnbogasilungar eru í sjókvíum hjá fiskeldisfyrirtækinu ÍS 47 í Öndarfirði og voru einnig hjá Arctic Sea Farm í Dýrafirði áður en atlantshafslaxinn tók þar yfir.

Kort 1 sýnir afmörkun svæða þar sem sjókvíaeldi laxfiska (fam. Salmonidae) er ekki heimil (bláar línur), staðsetningu sjókvía árið 2021 (bláir punktar) og fyrirhugaðar staðsetningar slíkra kvía (fjólubláir punktar). Eins og fjólubláu punktarnir sýna þá á eldi eftir að aukast mikið miðað við fjölda svæða í umsókn og einkum á atlantshafslaxi.



Kort 1. Kort sem sýnir hvar laxeldi er óheimilt (bláar línur), svæði í notkun (bláir punktar) og svæði í umsókn (fjólubláir punktar) 2021. Kort/Map fengið af heimasíðu Matvælastofnunar í maí 2021, mælaborð fiskeldis á <https://landupplysingar.mast.is/> - Map showing where salmon aquaculture is not permitted (blue line) areas in use 2021 (blue dots) and planned areas in 2021 (purple dots).

Í strandsvæðisskipulagi Vestfjarða (2022)¹ sem nú er í vinnslu, er gert ráð fyrir að umhverfi og náttúra í Jökulfjörðum séu sett í forgang og ekki er gert ráð fyrir að gengið sé frekar á auðlindir svæðisins en nú er gert. Í athugasemdum um strandsvæðisskipulagið kemur fram að afstaða flestra fiskeldisfyrirtækja á Vestfjörðum til fiskeldis í Jökulfjörðum er að setja umhverfi og náttúru í forgang og aðeins eitt fyrirtæki hefur sóst eftir að vera með sjókvíaeldi þar (Hugrún Gunnarsdóttir o.fl. 2020).

Tafla 1 sýnir vöktunarverkefni sem gerð hafa verið á sjávarlúsum á villtum laxfiskum hér á landi vegna fiskeldis. Fyrsta verkefnið var framkvæmt árið 2014 (Karbowski N. 2015), það næsta framkvæmdi Kyra Jörgensen-Nelson árið 2015 (Eva D. Jóhannesdóttir og Jón Ö. Pálsson 2016). Náttúrustofa Vestfjarða framkvæmdi vöktunarverkefnið 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018) en þá var suðursvæði Vestfjarða (Patreksfjörður, Tálknafjörður og Arnarfjörður) unnið í samstarfi (Eva D. Jóhannesdóttir 2019). Náttúrustofa Vestfjarða framkvæmdi síðan vöktunarverkefnið 2019 (Margrét Thorsteinsson 2019) og 2020 (Margrét Thorsteinsson 2021). Rannsóknir Náttúrustofu Vestfjarða hafa verið styrktar af Umhverfissjóði sjókvíaeldis og RANNÍBA. Fáar

¹ <https://www.skipulag.is/media/pdf-skjol/Athugasemdir-SSSK-Vestfirdir.pdf>

rannsóknir hafa verið gerðar á sjávarlúsum á villtum laxfiskum í fjörðum án fiskeldis hér við land og er þessari rannsókn ætlað að bæta úr því með styrk frá Fiskræktarsjóði. Samkvæmt Eiríki St. Eiríkssyni (2003) veiðist silungur í Jökulfjörðum, aðallega bleikja. Ekki fundust aðrar heimildir um sjógöngufiska í Jökulfjörðum.

Tafla 1. Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Íslandi – Monitoring sea lice on wild salmonids in Iceland

Ár	Vestfirðir										Austurland
	Patreksfj	Tálnafj	Arnarfj	Dýrafj	Önundarfj	Súgandafj	Ísafjarðardjúp			Jökulfirðir	Eskifjörður
							Kaldalón	Nauteyri	Skötufjörður	Leirufjörður	
2014			x								
2015	x	x		x			x				
2016											
2017	x	x	x	x	x	x	x	x			
2018											
2019	x										
2020	x	x	x	x	x	x	x		x		x
2021										x	

Tilgangur rannsóknarinnar var tvíþættur. Í fyrsta lagi að kanna sjávarlúsasmit á villtum laxfiskum í Leirufirði í Jökulfjörðum og í öðru lagi að kanna tegundir og kynjasamsetningu laxfiska á þessu afskekta svæði. Gögnin sem voru fengin úr þessari rannsókn voru síðan notuð til að meta hvort áhrif fiskeldis í Ísafjarðardjúpi ná til Leirufjarðar.

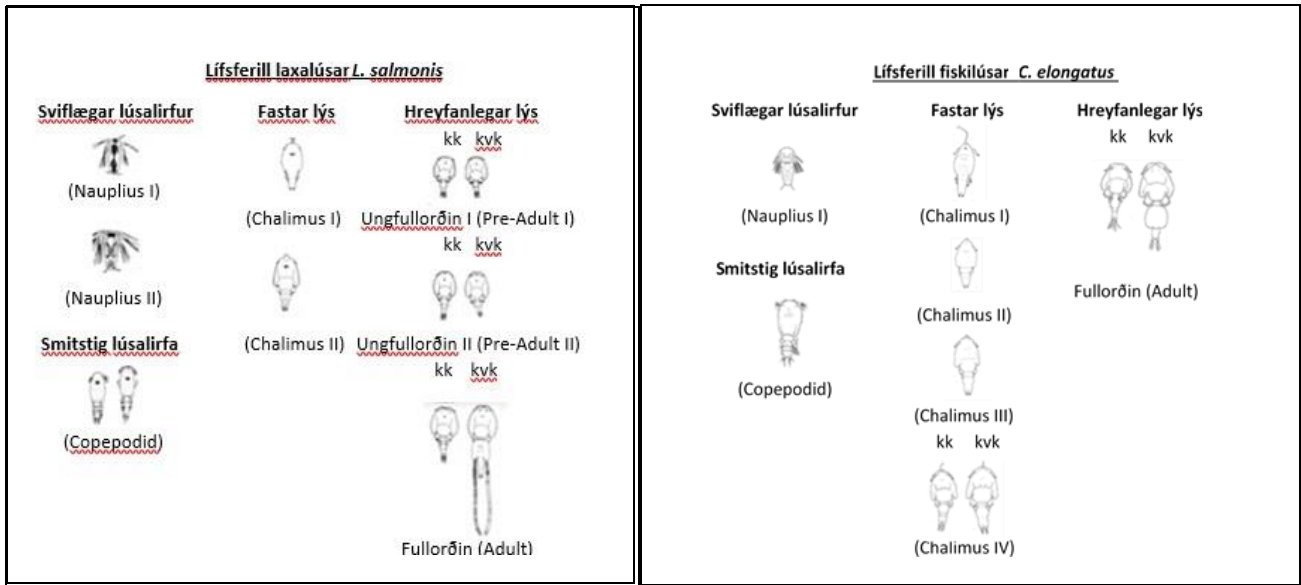
Leitast var við að svara eftirfarandi spurningum:

- Hvaða tegund laxfiska veiðist í Leirufirði í Jökulfjörðum?
- Er munur á fjölda veiddra fiska eftir kyni?
- Er munur á sjávarlúsasmiti á milli tímabila?
- Eru sjáanleg ummerki eftir sjávarlús á fiskunum?
- Er hita- og seltustig í Jökulfjörðum hagstætt fyrir sjávarlúsina?
- Eru merkjanleg áhrif af sjókvíaelði regnbogasilungs í Ísafjarðardjúpi?

Niðurstöður voru síðan bornar saman við aðra firði sem Náttúrustofa Vestfjarða hefur kannað sl. ár.

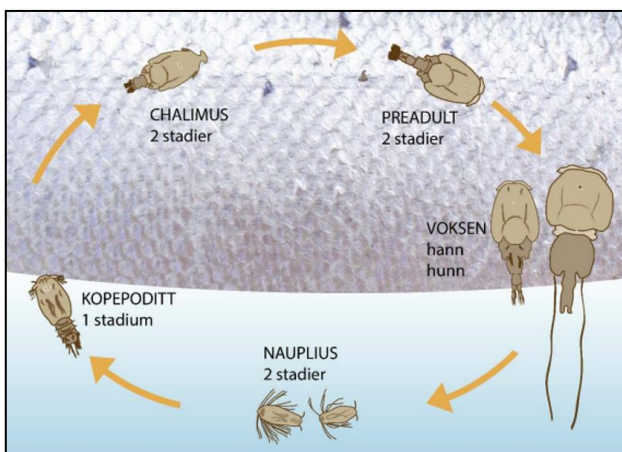
Laxa- og fiskilýs

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. Myndir/Picture eru settar upp af höfundu en teikningar/drawings eru fengnar frá Schram (1993) - *The life cycle of the salmon lice Lepeophtheirus salmonis and fish lice Caligus elongatus.*

Frjóar kvenkyns lýs með eggjastrengi, 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. Þar 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. Fiskur getur því smitast bæði af lirfustigi (copipodid) og fullorðnum lúsum.



Mynd 2. Teikning vinstra megin sýnir staðsetningu laxalúsarinnar *Lepeophtheirus salmonis* eftir því hvar hún er stödd í þroska/lífsferilsstigi. Teikning/Figure: KS/NINA©2014 fengin úr grein Thorstad o.fl (2014). Mynd hægra megin sýnir algenga staðsetningu fastra lúsa (copepodid og chalimus) á bakugga. Mynd/Photo HJ©2020 - Picture on the left shows the location of the salmon lice *L. salmonis* depending on where she is in her development/life cycle stage. Photo on the right shows sessile lice (copepodid and chalimus) on dorsal fin which is a common location on the fish.

Lirfur lifa á eigin orkuforða og líftími byggist á stærð lirfa og hitastigi sjávar (Boxaspen 2006, Costello 2006). Smitstig lúsarlirfa (copipodid) getur borið kennsl á hreyfingu og lykt frá fiskum og þær kanna fiskinn með

preifingu áður en þær festa sig, einkum á ugga fiskana. Margar lirfur geta fest sig ef sundhraði fiska er 0,2 cm/s en fáar ef sundhraði fisksins er 15 cm/s (Genna o.fl. 2005).



Mynd 3. Myndin vinstra megin sýnir eina fiskilús af tegundinni *Caligus elongatus* og þrjár laxalýs af tegundinni *Lepeophtheirus salmonis*. Lengst til vinstri er fullorðin kvenkyns fiskilús með eggjastreng. Næst fiskilúsinni er fullorðin kvenkyns laxalús með eggjastrengi, svo fullorðin karlkyns laxalús og síðan lengst til hægri er ungfúllorðin kvenkyns laxalús. Mynd/Photo: MT/Nave©2019. Myndin hægra megin er nærmynd af eggjastreng laxalúsarinnar. Mynd/Photo: MT/Nave©2021 - Photo on the far left shows the adult female fish lice, *C. elongatus* with an egg string, the others being salmon lice of the species *L. salmonis*; adult female with egg strings, adult male and pre adult female. The photo on the right is a close-up of the of the salmon lice egg string.

Laxalúsinn *L. salmonis* er stærri en fiskilúsinn *C. elongatus* og kvenkyns lýs eru stærri en karlkyns lýs hjá báðum tegundum (Mustafa o.fl. 2000). 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). Kvenkyns *L. salmonis* getur lifað allt að 210 daga á rannsóknastofu (Boxaspen 2006).

Í tilraun sem gerð var á atlantshafslöxum í eldistönkum árin 1995-1996, náði laxalúsinn að mynda eggjastrengi sem eru áfastir við kvið þeirra, í 11 skipti á lífstímanum og paraðir strengir voru að meðaltali með 152-296 egg (Heuch o.fl. 2000). Venjulega klekjast eggin á meðan þau eru áföst við kvenlúsina en ef lýsnar verða stressaðar geta þær losað sig við eggjastrengina (Schram 2000) án þess að það skaði fóstrin í eggjunum sem halda áfram að þroskast í eggjastrengjunum. Streituvaldandi aðstæður skapast t.a.m. þegar þrengr er að fiskunum og við aflúsun. Rannsókn Asplin o.fl. (2013) sýndi að þegar eggin ná að klekjast út hjá kvenlúsinni var dreifing lirfa algengust 20-40 km. Eggjastrengir hinsvegar eru þyngri og sökkva nærri kvíunum og klekjast þar út en svífa ekki með straumum eins langt og svíflægar lirfur (Eisenhauer o.fl. 2020).

Náttúrulegur fjöldi laxlúsa er mismunandi eftir árum og ekki er vitað hvers vegna en það hefur verið tengt við breytingar á hitastigi og seltu (Boxaspen 2006). Lúsinn hefur ólíkt seltuþol eftir því á hvaða lífsferilsstigi hún er (Johnson og Albright 1991). Í rannsókn Bricknell o.fl. (2006) fóru lífslíkur hjá smitstigi *L. salmonis* lirfa og hæfni þeirra til að synda í leita að hýslum að skerðast mjög fljótt í seltustigi lægra en 29%. Eftir því sem seltustigið lækkaði jukust afföllin og við 9% - 5% seltustig voru allar lirfur dauðar á innan við 2 klukkutímum. Fast lirfustig *L. salmonis* (copipodid) lifir ekki af lága seltu þó þær hafi náð að festa sig á fiski. Hins vegar getur *L. salmonis* á

ungfullorðins- og fullorðins stigi nýtt sér hýsilinn og lifað af mun lengur en föstu lirlustigin. Í rannsókn Andrews og Horsberg (2020) voru laxalýs af tegundinni *L. salmonis* teknar á fjórum svæðum í Noregi til að kanna seltupól þeirra. Niðurstöður sýndu að seltupól á milli lífsferilsstiga var lægst hjá lirlu smitstiginu, hærra hjá ungfullorðnum og hæst hjá fullorðnum *L. salmonis*. Rannsóknin sýndi einnig að seltupolið var mismunandi á milli laxalúsa frá þessum fjórum svæðum.

Fullorðnar laxalýs *L. salmonis* þola miklar breytingar í umhverfinu og geta haldist yfir vetur á laxi í úthafi (Mustafa o.fl. 2000). Fullorðnar fiskilýs af tegundinni *C. elongatus* hafa mjög takmarkaðan líftíma í ferskvatni en fullorðnar laxalýs *L. salmonis* geta lifað þar í allt að 14 daga (Finstad o.fl. 1995). Egg þessara tegunda, *C. elongatus* og *L. salmonis* klekjast ekki út í ferskvatni (Costello 1993).

Áhrif og næmi laxfiska fyrir lúsasmiti

Lýsnar nærast á slímhúð, húð og líkamsvef fisksins, einnig blóði (Brandal o.fl. 1976, Costello 2006). Hríufir 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 verndar þá gegn sýkingum og húðin er einnig hluti af osmótísku kerfi sem gerir fiskinum kleift að stjórna seltu innri vefja (Frazer 2009). Streituvíðbrögð sem eru 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 veirusýkingu er hærri með fiskilúsategundum þar sem þær finnast á fleiri tegundum hýsla en laxalýsnar (Pike og Wadsworth 2000). Skemmdir og lífeðlisfræðileg áhrif virðast svipuð hjá sjóbirtingi og sjóbleikju (Tveiten o.fl. 2010).

Ástand fisksins fyrir lúsasmit skiptir máli, eins og stærð fisksins, næringarástand og streita (Tucker o.fl. 2002). Einnig tímasetning lúsasmits, áhrifin á fiskinn eru t.a.m. meiri ef hann smitast fyrstu 2 vikurnar eftir að hann fer úr ferskvatni (Dawson o.fl. 1998). Rannsóknir á fari sjóbirtinga sýna að þeir breyti hegðun sinni og leiti í ármyrni þar sem er minni selta og halda sig þar þegar lúsaálag á svæðinu er hátt (Gjelland o.fl. 2014, Halttunen o.fl. 2018). 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.

Þekkt er að sjóbirtingur með mikið lúsasmit snúi ótímabært í ferskvatn til að hreinsa sig af lúsum. Rannsókn sem gerð var í Noregi sýndi að afleiðingin var 23% þyngdartap og 19% dauði hjá eldri sjóbirtingum (Birkeland 1996). Árið 2018 var gerð tilraun í Noregi með að setja 176 bleikjur í sjóvatni í mánuð ásamt laxalúsum og síðan 2 mánuði í ferskvatni. Til viðmiðunar fengu 176 bleikjur sömu meðhöndlun en án laxalúsa. Eftir mánuð í sjóvatni voru bleikjurnar að meðaltali með 0,33 hreyfanlegar laxalýs á hverju þyngdargrammi fisksins og 0,1% dagvöxt en bleikjur í sjóvatni án lúsa mældust með 1,6% dagvöxt. Dánartíðni á tilraunatímanum var 18,2% hjá lúsasmituðum bleikjum og 1,7% hjá bleikjum án lúsa (Fjellidal o.fl. 2019). Rannsókn sem náði yfir 25 ár í ánni Halselva í Noregi sýndi að afkoma sjóbleiku og sjóbirtings bæði að sumri og vetri væri meira háð vexti fyrra

sumars en líkamsstærð fisksins (Jensen o.fl. 2018). Vöxtur laxfiska er mikill í sjó og ofangreindar rannsóknir sýna að mikið lúsasmit getur haft töluverð áhrif á vöxt og þar með afkomu fiskana.

Taranger o.fl. (2015) báru saman lúsasmit á villtum laxfiskum við strendur Noregs. Í ljós kom að sjóbirtingar og sjóbleikjur verða fyrir meira lúsasmiti en atlantshafslaxar, enda syndir laxinn fljótt í úthafið en sjóbirtingar og sjóbleikjur halda sig við strandlengjuna og eru á svipuðum slóðum og opnar sjókvíar.

Laxfiskar sýna mismunandi næmi gagnvart laxalúsinni *L. salmonis* sem lýsir sér m.a. í fjölda lúsa, ásetutíma og á sumum tegundum laxfiska þroskast lýsnar hægar (Jones og Johnson 2015, Bui o.fl. 2017). Þá er jafnframt munur á næmi milli hópa innan sömu tegundar t.d. sjóbirtings. Bæði erfðabreytingar og aðlögun hafa verið nefndar sem ástæður fyrir þessum mun (Glover o.fl. 2003).

Fáar tilraunir hafa verið gerðar á laxalúsasmituðum sjóbleikjum en þær rannsóknir benda til að þroskunartími frá smitstigi lúsa að hreyfanlegum stigum sé lengri en hjá sjóbirtingi og laxi. Einnig eru vísbendingar um hærri dánartíðni lúsa þegar hýsillinn er sjóbleikja. Ekki er vitað hvort um er að ræða getu sjóbleikjunnar til að losa sig við lúsina eða innbyggða ónæmissvörun (Karlsen o.fl. 2016). Hins vegar virðist dánartíðni sjóbleikjunnar vera sú sama og hjá lax og sjóbirtingi þegar fjöldi laxalúsa fer yfir þolmörk sem eru $\geq 0,7$ lýs g fisks (Fjellidal o.fl. 2019).

Fiskilúsin *C. elongatus* er ríkjandi sjávarlúsategund við Atlantshafsströnd Kanada. Í tilraun sem gerð var á næmi 100 sjóbleikja og 100 atlantshafslaxa af eldisfiskastofni var ekki munur á ásetu *C. elongatus* lúsalirfa á fiskitegundunum eftir 12 vikur í sjókví. Sjóbleikjurnar voru hins vegar með mun fleiri fullorðnar lýs en atlantshafslaxinn (Mustafa o.fl. 2005). Fiskilúsategundin *C. elongatus* flytur sig hins vegar meira milli hýsla en laxalúsategundin *L. salmonis* og væri áhugavert að endurtaka þessa tilraun og hafa sjóbleikjur, laxa og sjóbirtinga í sitt hvorri kvíni.

Sjóbleikjan er mögulega lakari hýsill fyrir lúsina en sjóbirtingur, hún ver styttri tíma í sjó (mynd 4) og hana er einnig að finna í kaldari sjó þar sem lýsnar vaxa hægar.

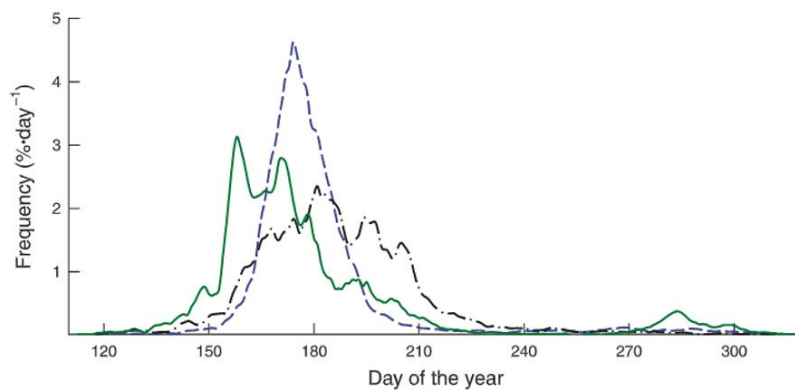
Tími laxfiska í sjó

Ekki ganga 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 síritandi rafeindafiskamerkjum sem komið var fyrir í sjóbirtingum á Suðurlandi á árunum 1996-2008, tók sjóganga þeirra 26-98 daga eða að meðaltali 59 daga. Niðurstöður sýndu einnig að sjóbirtingar væru oftast á innan við 5 m dýpi (Jóhannes Sturlaugsson 2016) og nálægt ströndinni, einmitt á sömu svæðum og sýnt hefur verið fram á að laxalúsalirfur safnist upp (Bjørn o.fl. 2006). Sjóbirtingar fara sjaldan lengra frá viðkomandi hrygningará en 100 km (Berg og

Berg 1989, Klemetsen o.fl. 2003) og fleiri stórar kynþroska sjóbleikju- og sjóbirtings hrygnur en hængar ganga til sjávar (Jensen o.fl. 2012).

Sjóbleikjur ganga vanalega fyrr niður en sjóbirtingar (Þórólfur Antonsson o.fl. 2016, Bjørn og Finstad 2002) og eru í sjónum í sex til átta vikur. Sjóbleikjur halda sig nálægt ströndinni 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).

Könnun á sjógöngutíma laxa-, sjóbirtinga- og sjóbleikjuseiða í ánni Halselva í Noregi yfir 21 árs tímabil sýnir að ganga sjóbleikjunnar nær yfir styttri tíma og er reglubundnari. Sjóganga sjóbleikjunnar er talin fylgja meira birtutímabili jarðar, þegar dag fer að lengja, en vatnsrennsli og hitastigi og er því reglubundnari en tími laxa og sjóbirtinga, sem er mun breytilegri, eins og sést á mynd 4 (Jensen o.fl. 2012).



Mynd 4. Göngutími laxa (græn heil lína), sjóbirtings (svört slitrótt lína með punktum) og sjóbleikju (blá slitrótt lína) á árabílinu frá 1988 til 2009 í ánni Halselva í Noregi (5 daga hlaupandi meðaltal). Mynd/Figure fengin úr grein Jensen o.fl. (2012) - The time of seaward migration of smolts of Atlantic salmon (solid line), brown trout (dash-dotted line), and Arctic char (dashed line) from the River Halselva during the period 1988–2009 (5-day moving average).

Miðað við reglubundinn göngutíma sjóbleikjunnar má gera ráð fyrir að laxalúsasmit sé svipað á þeim sjóbleikjum sem veiðast á sama svæðinu. Hins vegar er vel þekkt eins og kom fram hér að ofan á bls 6, að sjóbirtingar sækja í ferskvatn til að hreinsa sig af sjávarlúsum og það á einnig við um sjóbleikjur (Strøm o.fl. 2022). Endurkoma sjóbleikju- og sjóbirtingaseiða úr ánni Halselva í Noregi var 97,8% hjá sjóbleikjum sama árið og þær gengu til sjávar, en yfir 39,6% sjóbirtinga voru allt að einn til fjóra vetur í öðrum ám áður en þeir skiluðu sér aftur í ánni Halselva, þegar þeir voru kynþroska (Jensen o.fl. 2015).

Tími laxfiska í sjókvíum

Tíðni lúsasmits á sjóbirtingum á fiskeldislausum svæðum getur verið há en er yfirleitt minni en 70% og laxalúsaálag er yfirleitt lágt. 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). Einnig hafa rannsóknir sýnt hærra lúsasmit á sjóbirtingi þegar eldistími í sjókvíum er kominn á annað árið í

framleiðsluferlinu (Butler 2002, Middlemas o.fl. 2010). Á Vestfjörðum hefur fiskilúsin *C. elongatus* verið algengari en laxalúsin *L. salmonis* á laxeldisfiskum, einkum á unglaxi að hausti og fram á vetur (Gísli Jónsson 2021) en fiskilúsin hverfur nánast alveg úr sjókvíum yfir hávetur og fram á sumar (Gísli Jónsson 2020). Laxalúsin *L. salmonis* hefur verið algengari en fiskilúsin á villtum laxfiskum á Vestfjörðum í þeim rannsóknum sem gerðar hafa verið og var 87% á villtum laxfiskum árið 2014 (Karbowski N. 2015), 85% árið 2015 (Eva D. Jóhannesdóttir og Jón Ö. Pálsson 2016), 99,6% árið 2017 (Margrét Thorsteinsson 2018), 95% árið 2019 (Margrét Thorsteinsson 2019), 99,6% árið 2020 (Margrét Thorsteinsson 2021) og 100% í þessari rannsókn, þar sem engin fiskilús fannst á þeim villtum laxfiskum sem veiddust.

Sjávarlýsnar *L. salmonis* og *C. elongatus* eiga sér náttúrulegan uppruna og geta flutt sig á milli villtra fiska og eldisfiska (Daszak o.fl. 2000). Fiskilúsin *C. elongatus* er árstíðarbundin og fyrirsjáanleg í sjókvíum ólíkt laxalúsinni *L. salmonis*. Fiskilúsin er hreyfanlegri en laxalúsin og fullorðnar fiskilýs fara af fiskum þegar tíðni og sníkjudýraálag er hátt og yfir á hýsil með lægri tíðni og álag, hvort sem það er laxfiskur eða önnur fisktegund (Revie o.fl. 2002). Ekki er talið að hvíld svæða hafi áhrif á fiskilúsina, hins vegar getur hvíld svæða haft mikil áhrif á laxalúsina með því að rjúfa lífsferil hennar.

Í Japan geta laxeldisfyrirtæki verið með innan við eins árs framleiðslutíma, þannig að laxalúsin 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. Það þyrfti að setja mjög stór seiði í kvíarnar til að það náist. Hins vegar væri hægt eins og lagt var með í upphafi núverandi bylgju sjókvíaeldis á sunnanverðum Vestfjörðum að vera með þrjá firði og þ.a. með einn fjörð í hvíld.

Rannsókn á gögnum norsku lúsavöktunaráætlunar frá 2004-2010, sem innihélt 4890 fiska (sjóbirtinga og sjóbleikjur) frá 41 sýnatökusvæði í 15 fjörðum sýndi tölfræðilega marktæka fylgni milli fjölda sjávarlúsa í fiskeldiskvíum og sjávarlúsa á villtum laxfiskum. Þó umhverfisaðstæður eins og hita- og seltustig hafi áhrif á afkomu laxalúsa var niðurstaðan sú að þrátt fyrir stórt gagnasafn væri erfitt að draga ályktanir varðandi laxalúsasmit og umhverfisaðstæður vegna mikils einstaklingsbundins breytileika í fjölda laxalúsa (Helland o.fl. 2015).

AÐFERÐIR

Sýnataka og rannsóknarsvæðið

Í þessari rannsókn eins og í fyrri rannsóknum Náttúrustofu Vestfjarða var farið eftir leiðbeiningum Havforskningsinstituttet (2019) í Noregi við vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum. Þar sem ennþá er verið að safna grunngögnum í mörgum fjörðum hér við land þá var nauðsynlegt að aflífa fiskana til að fá fram rauntölur á fjölda sjávarlúsa og tegund lúsa svo hægt væri að bera niðurstöðurnar saman við aðrar rannsóknir héraendis og erlendis. Aðrar aðferðir eins og að nota gildir byggja á að áætla fjölda lúsa í talningu áður en fiskinum er sleppt.

Við val á sýnatökustað var leitað eftir stórgrýti eða steinum þöktum þörungum (Karbowski N. 2015) enda er kjörsvæði sjóbleikju þaravaxnar strendur fjarða (Bjarni Sæmundsson 1949). Þá var litið til þess hve aðgengilegt svæðið væri og staðsetningu veiðiáa, en ekki er vitað til að ár í Jökulfjörðum hafi verið kannaðar, hins vegar var silungsveiði stunduð þegar svæðið var í byggð. Jökulfirðir hafa lítið verið rannsakaðir hingað til og eru nýtt sýnatökusvæði í þeirri vöktunaráætlun á sjávarlúsum sem Náttúrustofan stendur fyrir.

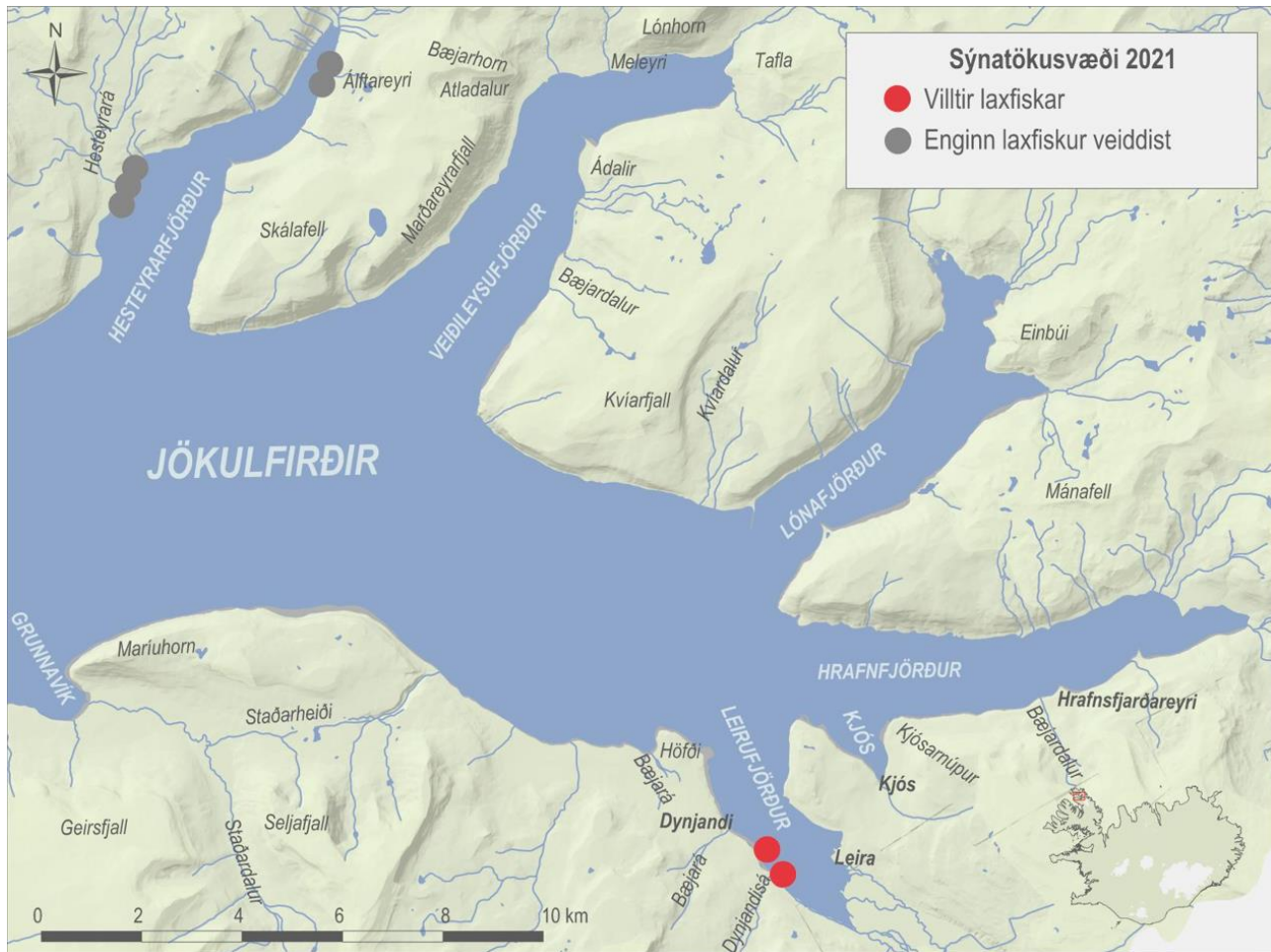
Sótt var um leyfi til sýnatökuveiða á laxfiskum Jökulfjörðum til Fiskistofu. Þar sem stærsti hluti Jökulfjarða er friðlýstur var sótt um rannsóknarleyfi til Umhverfisstofnunar. Einnig var sótt um leyfi til veiða til viðkomandi landeigenda í Hesteyrarfirði, Veiðileysufirði og Leirufirði (sjá kort 2). Veiðitímabilin voru tvö, annars vegar júlí og hins vegar ágúst 2021. Reynt var að veiða 30 laxfiska á hvoru tímabili til að ná marktækum fjölda fiska. Tafla 2 sýnir hvaða daga veiði og mælingar fóru fram og á hvaða tímabili.

Tafla 2. Tími veiði og mælinga – Time of fishing and measurements.

Jökulfirðir		
	Vika	Tímabil I
Hesteyrarfjörður	26	2.7.2021
Hesteyrarfjörður	26	3.7.2021
Leirufjörður	27	5.7.2021
Leirufjörður	27	6.7.2021
		Tímabil II
Leirufjörður	33	19.8.2021

Til að komast í Jökulfirði var siglt með Hornstrandaferðum til Hesteyrar. Á fyrri veiðitímabilinu 2. júlí voru net lögð í fjörunni fyrir neðan Hesteyri en enginn laxfiskur veiddist. Þann 3. júlí var því siglt innar í Hesteyrarfjörðinn og net lögð en enginn laxfiskur veiddist. Hornstrandaferðir sigldu síðan með okkur í Leirufjörðinn og net voru lögð þar 5. júlí og 6. júlí og veiði ágæt. Á seinna veiðitímabilinu var siglt 19. ágúst í Leirufjörðinn. Heimferð var fyrirfram ákveðin 23. ágúst en sama dag og netin voru lögð, voru þau öll full af sjóbleikjum í fyrstu vitjun. Því

var strax lagt kapp á að taka netin upp til að sleppa fiskum ósködduðum, það náðist og 9 sjóbleikjum var sleppt. Þar sem ekki er símasamband á svæðinu var ekki hægt að óska eftir að vera sóttur fyrr í Leirufjörðinn en áætlað var.



Kort 2. Sýnatökusvæði í Jökulfjörðum 2021. Kort/Map: HBA/Nave©2021 - Samplings sites in Jökulfjords 2021.

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



Mynd 5. Tími á milli vitjana á fyrri tímabilinu á myndinni vinstra megin og á myndinni hægra megin er siglt frá Leirufirði eftir árangurslausa leit þar að símasambandi á seinna tímabilinu - Time between checking the nets in the first period in the picture on the left and in the picture on the right is sailing from Leiruffjordur after an unsuccessful search there for a telephone connection in the second period

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 GPSmap 62s tæki við öll net sem lögð voru.

Í hverri veiðiferð voru sjávarhiti og selta mæld við yfirborð sjávar á 10 cm, 1m og 2m dýpi með CastAway CTD mælitæki frá SonTek. Einnig voru skráðar athugasemdir eins og ef aðrar tegundir fiska komu í netin, veðurfar og fleira.

Greining sjávarlúsa og laxfiska

Lýsnar voru tíndar af fiskunum þegar komið var til Bolungarvíkur. Notaður var lampi með stækkunargleri og hvítur bakki með vatni. Lýsnar sjást vel með hvítu undirlagi og vatnið lyftir föstum lúsum upp frá fiskinum. Lýsnar voru flokkaðar undir víðsjá Leica KL300 LED. Laxalýs voru greindar í 7 flokka (sjá töflu 3) en engar fiskilýs fundust á fiskunum. Lýsnar eru varðveittar í 70% ethanol hjá Náttúrustofu Vestfjarða.

Tafla 3. Flokkun laxalúsa í þessari rannsókn – Classification of *Lepeophteirus salmonis* in this study.

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

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



Mynd 6. Sjőbleikjur frá Leirufirði - Arctic charr from Leirufjordur

Hreisturflögur voru teknar af fiskunum. Slímlag var skrapað varlega af og teknar a.m.k. 30 hreisturflögur með hníf. Kvarnir voru einnig teknar úr fiskunum. Bæði hreistur og kvarnir voru sett í umslag sem er dagsett og merkt hverjum fiski, veiðistað, þyngd og lengd. Umslögín eru geymd á þurrum stað ef þörf verður á frekari greiningu. Einnig voru tekin vöðvasýni af öllum fiskunum en þau eru geymd í frysti hjá Náttúrustofu Vestfjarða.

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

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

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 hjá sjóbirtingum og sjőbleikjum minni og stærri en 150 g var reiknuð samkvæmt Taranger o.fl. (2012, 2015).

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

Þéttni (abundance) er meðalfjöldi hreyfanlegra laxalúsa á öllum veiddum fiskum. Þéttni er yfirleitt notuð þegar fiskeldisfyrirtæki senda frá sér upplýsingar til birtingar (Galbraith o.fl. 2015). Matvælastofnun birtir á heimasíðu sinni¹ meðaltal kvenkyns laxalúsa á fiski í sjókvíum hérlendis.

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

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

Áhættumörk laxalúsar (Salmon lice Risk index) eru notuð til að finna dánartíðni laxfiska vegna laxalúsaálags. Áhættumörkin eru mismunandi eftir laxfiskategund og stærð fisks, miðað er við minni eða stærri fisk en 150 g eins og sýnt er í töflu 4.

Tafla 4. Tafla fyrir áhættumörk og dánartíðni fiska af mismunandi stærð - Criteria for risk limits and mortality of sea trout and Arctic charr weighing less and more than 150 g.

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

Útreikningar á áætlaðri dánartíðni sjóbirtinga- og sjóbleikjuhópa samkvæmt áhættumörkum laxalúsa var gerður á eftirfarandi hátt. Fiskar voru fyrst flokkaðir í fyrirfram ákveðna áhættuhópa samkvæmt töflum 5 og 6. Flokkunin fór eftir þyngd fiskanna (þ.e. tafla 5 fyrir fiska minni en 150 g og tafla 6 fyrir stærri fiska) og hve margar lýs þeir báru miðað við líkamsþyngd (lýs/g).

Tafla 5. 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 6. 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			

¹ <https://www.mast.is/is/maelabord-fiskeldis>

Í töflu 5 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. Í töflu 6 er sami útreikningur að viðbætti 75% dánartíðni og lægri áhættumörkum fyrir laxfiska stærri en 150 g (Taranger 2012).

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

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

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

Um greiningar og útreikninga

Til að fá sem best gæði í gögnin 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 þá væri hægt að nota þá útreikninga fyrir svokallað „umferðaljósakerfi“ en það endurspeglar betur lúsaálag á svæðinu þar sem fiskurinn veiðist (Mykssvoll o.fl. 2018). Áætlað dánarhlutfall í villtum laxfiskastofnum er hluti af svokölluðu „umferðaljósa“ kerfi í Noregi. Ørjan Karlsen hjá Havforskningsinstituttet (IMR) í Noregi segir IMR hafa notað sjóbirtinga og sjóbleikjur minni en 150 g og allar laxalýs, bæði fastar og hreyfanlegar til úrvinnslu í því kerfi (munnleg heimild, 10 desember 2018). Tilgangurinn er að sýna í hve mikilli áhættu villtir laxfiskahópar eru í af völdum laxalúsa. Í Noregi er einnig gerður sér útreikningur fyrir villtan lax.

NIÐURSTÖÐUR

Fjöldi, stærð og kyn veiddra laxfiska

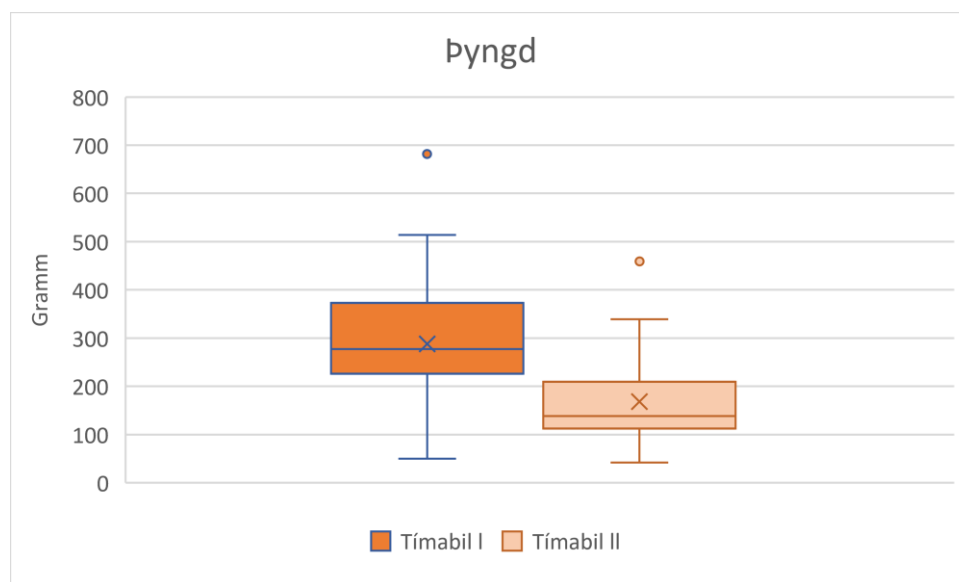
Enginn laxfiskur veiddist í Hesteyrarfirðinum þrátt fyrir veiðitilraunir á tveimur ólíkum stöðum í firðinum (sjá kort 2 í aðferðir). Þar sem net voru lögð í Leirufirði (kort 2) var setfjara með sandi, mól og stórgrýti. Áhrif Drangajökuls voru áberandi í Leirufirði, sjórinn var ýmist tær eða litaðist mórâuður með framburði jökulsins. Miðað við fjölda veiddra sjóbleikja á stuttum tíma er líklegt að þarna séu stórir stofnar af sjóbleikjum. Niðurstöður þessarar rannsóknar eru því ekki takmarkaðar af fáum fiskum.

Heildarveiðin í rannsókninni var 49 sjóbleikjur, 19 á fyrra tímabilinu og 30 á seinna tímabilinu. Enginn lax veiddist.

Tafla 7. Meðalþyngd og meðallengd veiddra sjóbleikja - Average weight and length of Arctic charr.

Leirufjörður						
	Gaffallengd (cm)	Σ	Heildarlengd (cm)	Σ	Þyngd (g)	Σ
Tímabil I	17-38	29	18-40	33	50-682	288
Tímabil II	16-34	24	17-36	26	42-459	168

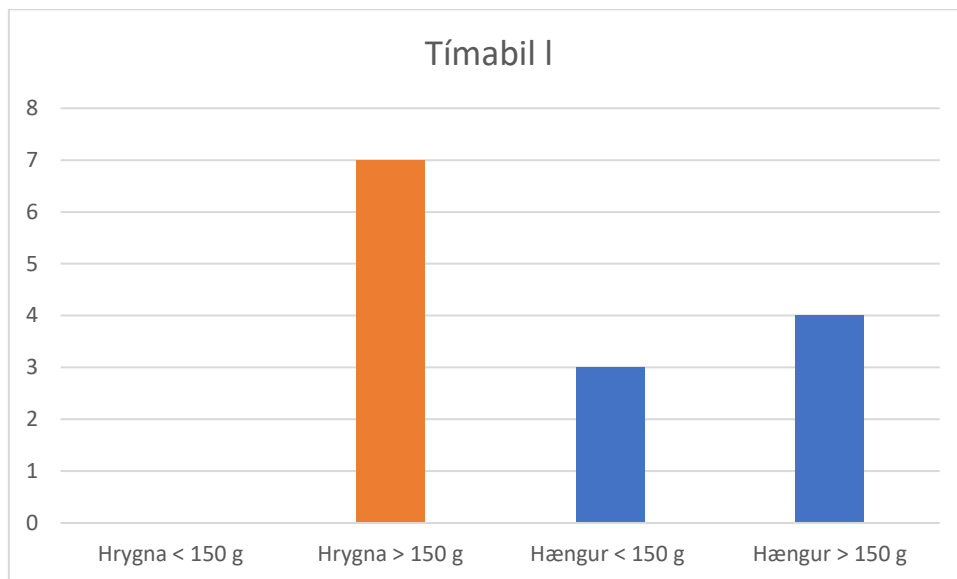
Á fyrra tímabilinu voru 15 sjóbleikjur yfir 150 g að þyngd og 4 sjóbleikjur undir 150 g að þyngd. Stærsta sjóbleikjan var 682 g að þyngd og meðalþyngd var 288 g. Á seinna tímabilinu voru 13 sjóbleikjur yfir 150 g að þyngd og 17 sjóbleikjur undir 150 g að þyngd. Stærsta sjóbleikjan var 459 g og meðalþyngd var 168 g.



Mynd 7. Þyngd veiddra sjóbleikja eftir tímabili I og II – Weight of Arctic charr by period I and II

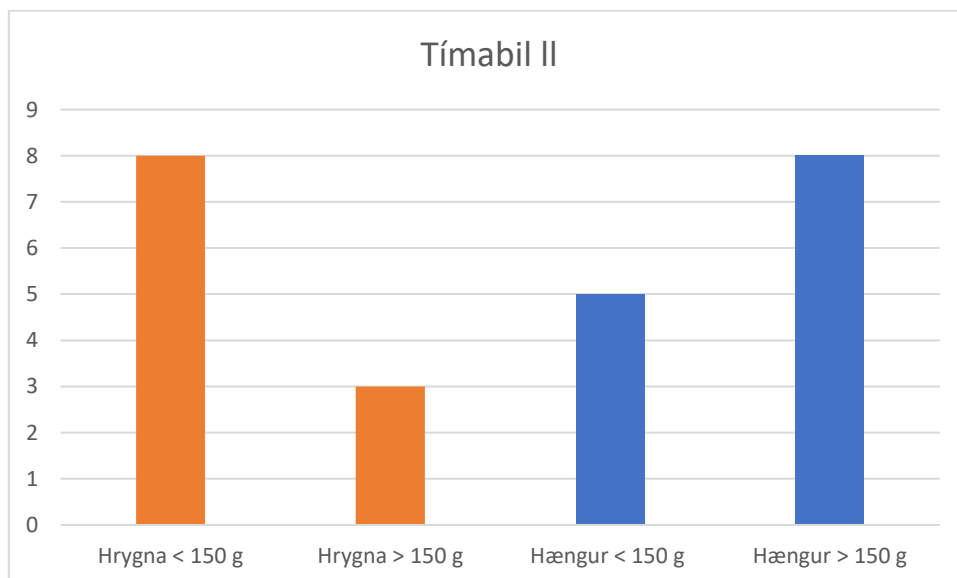
Í heildina veiddust fleiri stórir fiskar en litlir, 28 fiskar voru stærri en 150 g og 21 fiskur minni en 150 g. Töluverður munur var á stærð fiska eftir veiðitímabili eins og sést á mynd 7.

Af þeim 49 sjóbleikjum sem veiddar voru var hægt að kyngreina 18 hrygnur og 20 hænga.



Mynd 8. Fjöldi sjóbleikja, flokkaðar eftir kyni og stærð, sem veiddar voru á fyrra veiðitímabilinu í Leirufirði.– Number of female and male anadromous Arctic charr smaller and bigger than 150 g in period I.

Á fyrra tímabilinu voru sjö hrygnur sem allar voru yfir 150 g að þyngd. Það voru fjórir hængur yfir 150 g að þyngd og þrír hængur undir 150 g að þyngd (mynd 8).



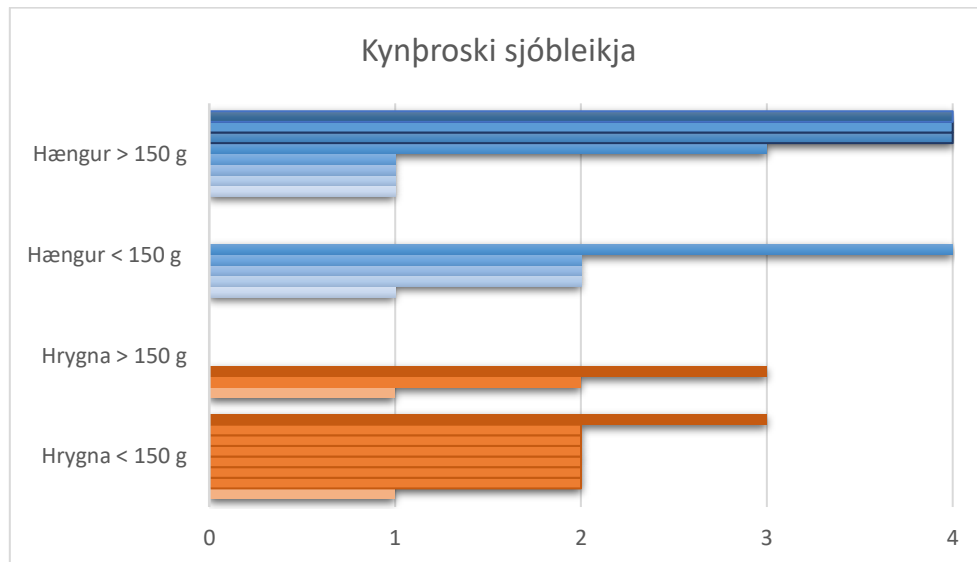
Mynd 9. Fjöldi sjóbleikja, flokkaðar eftir kyni og stærð, sem veiddar voru á seinna veiðitímabilinu í Leirufirði.– Number of female and male anadromous Arctic charr smaller and bigger than 150 g in period II.

Á seinna veiðitímabilinu voru flestar hrygnur minni en 150 g að þyngd, þrjár hrygnur voru þyngri. Flestir hængur voru stærri en 150 g að þyngd, fimm hængur voru minni en 150 g.

Talsverður munur var á stærð hrygna, eftir því á hvaða tímabili þær voru veiddar (sjá myndir 8 og 9). Hrygnur stærri en 150 g voru áberandi á fyrsta tímabilinu en hrygnur minni en 150 g voru áberandi á seinna tímabilinu. Það var minni munur í stærð hjá hængum, en þeir voru fleiri sem voru stærri en 150 g bæði tímabilin.

Kynþroskagreining var ekki gerð á fiskum sem veiddir voru á fyrra tímabilinu. Það var mögulega vegna þess að þeir voru byrjaðir að skemmast, en þá getur bæði kyn- og kynþroskagreining verið erfið að sögn starfsmanns hjá Keldum.

Fiskar sem veiddir voru á seinna tímabilinu voru flokkaðir eftir kynþroska í 4 stig eins og mynd 10 sýnir.



Mynd 10. Fjöldi og kynþroski hrygna og hænga minni og stærri en 150 g á tímabili II – Number and maturity stage of female and male anadromous Arctic charr smaller and bigger than 150 g in period II.

Töluverður munur var á kynþroskastigi á milli hrygna og hænga, en fiskar á seinna tímabilinu voru einnig talsvert minni en þeir sem veiddust á fyrsta tímabilinu. Engin hrygna náði kynþroskastigi 4 og flestar voru á kynþroskastigi 2. Það voru 4 hængar sem náðu kynþroskastigi 4 og þ.a. var einn þeirra undir 150 g að þyngd, flestir voru þó á kynþroskastigi 1 sem þýðir ókynþroska.

Tíðni, þéttni, álag, lýs/g fisks og áhætta af völdum laxalúsa

Tíðni, þéttni og álag af völdum laxalúsa er sýnd í töflu 8 en í næstu töflum þar á eftir er farið nánar í hvern lið fyrir sig.

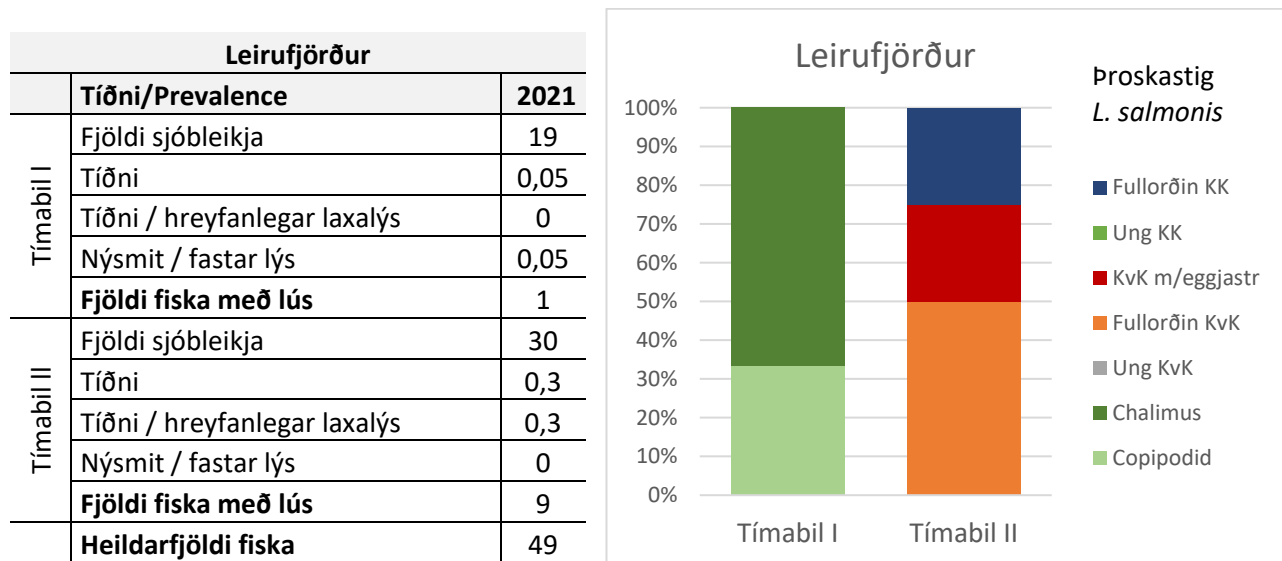
Tafla 8. Tímabil í veiði, fisktegund, heildarfjöldi fiska, fjöldi fiska léttari og þyngri en 150 g, meðalþyngd, tíðni, þéttni og álag laxalúsa á fiski - Catch period, fish species, total number of salmonids, fish weight, salmon lice prevalence, abundance, and intensity on salmonids.

Leirufjörður 2021								
Tímbl/Vika	Fiskur	Fjöldi	Fiskur þyngd		Þyngd	Tíðni	Þéttni	Álag
Period/Week	Fish	N	< 150 g	> 150 g	Weight (g)	Prevalence	Abundance	Intensity
Júlí vika 27	Sjóbleikja	19	4	15	50-682	0,05	0	6
Ágúst vika 33	Sjóbleikja	30	17	13	42-459	0,3	0,5	1,8

Tíðni laxalúsa

Tafla 9 og mynd 11 sýna að á fyrra tímabilinu fengust 19 sjóbleikjur og laxalýs voru aðeins á einni 277 g sjóbleikju, þannig að tíðni lúsasmits var 5%. Á seinna tímabilinu fengust 30 sjóbleikjur og þar af voru 9 sjóbleikjur með lúsasmit, þannig að tíðni lúsasmits var 30%.

Tafla 9. Tíðni sjávarlúsa á sjóbleikjum í Leirufirði sumarið 2021, tímabil I var 5-6 júlí og tímabil II, 19 ágúst.- Prevalence of sea lice on Arctic charr in Leirufirdi in two periods the year 2021. Prevalence of mobile salmon lice and sessile sea lice and number of Arctic charr with lice.



Mynd 11. Hlutfall ólíkra þroskastiga laxalúsar eftir tímabilum en það fyrra var 5-6 júlí og það seinna 19 ágúst - Proportion of salmon lice; copipodid, chalimus, female and male pre adult and adult and female adult with eggstrings on wild Arctic charrs in two periods the year 2021.

Nýsmit var á einni sjóbleikju af 19 á fyrra tímabilinu en engar hreyfanlegar lýs fundust á því tímabili. Á seinna tímabilinu fannst ekkert nýsmit, aðeins fullorðnar laxalýs á níu sjóbleikjum af 16. Kvenkyns laxalýs voru algengari en karlkyns og nokkrar voru með eggjastrengi, þ.a. var ein með tóma eggjastrengi.

Þéttni laxalúsa

Tafla 10 sýnir bæði meðal þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum laxfiskum og einnig meðal þéttni fullorðna kvenkyns laxalúsa.

Tafla 10. Meðal þéttni hreyfanlegra laxalúsa á veiddum sjóbleikjum - Salmon lice abundance (mobile stage) on Arctic charr, and abundance of adult female salmon lice.

Leirufjörður		
	Þéttni/Abundance	2021
Tímabil I	Fjöldi sjóbleikja	19
	Þéttni/hreyfanlegar laxalýs	0
	Þéttni/fullorðnar kvk laxalýs á fiski	0
Tímabil II	Fjöldi sjóbleikja	30
	Þéttni/hreyfanlegar laxalýs	0,5
	Þéttni/fullorðnar kvk laxalýs á fiski	0,4
	Heildarfjöldi hreyfanlegra laxalúsa	16

Engin hreyfanleg laxalús var á fyrsta tímabilinu en eins og sjá má í töflu 10 þá reiknast u.þ.b. ein laxalús á annan hvern fisk á öðru tímabilinu.

Álag laxalúsa

Eins og lýst er í aðferðir hér að framan þá er álag reiknað út frá meðalfjölda laxalúsa á lúsasmitaðri sjóbleikju. Tafla 11 sýnir meðal álag af völdum heildarfjölda laxalúsa á hverri lúsasmitaðri sjóbleikju og einnig meðal álag sem er aðeins af hreyfanlegu stigi laxalúsarinnar.

Tafla 11. Meðal álag laxalúsa á lúsasmituðum sjóbleikjum - Salmon lice intensity on infected Arctic charr and salmon lice intensity from mobile salmon lice.

Leirufjörður		
	Álag/Intensity	2021
I	Álag á sjóbleikjur	6
	Álag hreyfanlegar laxalýs	0
II	Álag á sjóbleikjur	1,8
	Álag hreyfanlegar laxalýs	1,8
	Heildarfjöldi laxalúsa	22

Á tímabili I var meðal álag á sjóbleikjur, 6 laxalýs á hvern lúsasmitaðan fisk. Á tímabili II var meðal álagið 1,8 laxalús á hverja lúsasmitaða sjóbleikju. Meðal álag á milli tímabila var ólíkt þar sem aðeins fastar lýs (ungviði lúsa) voru á fyrra tímabilinu og aðeins á einni sjóbleikju af 19 en hins vegar stafaði meðal álag á seinna tímabilinu aðeins af hreyfanlegum lúsum og á níu sjóbleikjum af 30.

Lýs/g fisks

Eins og lýst er í aðferðir hér að framan þá er lýs á hvert þyngdargramm fisks reiknað fyrir hvern fisk með því að deila fjölda laxalúsa með þyngd fisksins. Af 49 veiddum laxfiskum voru 10 fiskar lúsasmitaðir eins og sést í töflu 12, ásamt minnsta og mesta lúsaálagi á hvert þyngdargramm fisks á hvoru tímabilinu.

Tafla 12. Fjöldi lúsasmitaðra sjóbleikja minni og stærri en 150 g og minnsta og mesta lúsaálag miðað við þyngd á tímabili I og II - Salmon lice relative intensity per gram of weight on all infected Arctic charr weighing less and more than 150 g.

Leirufjörður			
2021	Fiskur < 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Tímabil I	Sjóbleikja	0	
Tímabil II	Sjóbleikja	3	0,007 - 0,011
2021	Fiskur > 150 g	Fjöldi fiska	Min-Max Lýs/g fisks
Tímabil I	Sjóbleikja	1	0,022
Tímabil II	Sjóbleikja	6	0,002 - 0,023
Fjöldi		10	

Hæsta álag laxalúsa 0,023 lýs/g, var á 218 g sjóbleikju sem veidd var á seinna tímabilinu.

Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa

Áhættumörk laxalúsa eru 0,1 eða 0,025 lýs/g eftir stærð fisksins. Tafla 13 sýnir fjölda lúsasmitaðra fiska eftir stærð annars vegar og fjölda fiska með magn laxalúsa yfir áhættumörkum hins vegar.

Tafla 13. Álag laxalúsa á öllum lúsasmituðum sjóbleikjum og fjöldi sjóbleikja minni en 150 g með álag meira en 0,1 lýs/g og fjöldi sjóbleikja stærri en 150 g með álag meira en 0,025 lýs/g - Salmon lice relative intensity on Arctic charr weighing less and more than 150 g. Number of Arctic charr weighing less than 150 g with more than 0,1 lice/g and number of Arctic charr weighing more than 150 g with more than 0,025 lice per gram.

Leirufjörður			
Þyngd	Tegund	Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,1 lýs/g
<150 g	Sjóbleikja	3	0
		Fjöldi m/lús	Fjöldi > 0,025 lýs/g
>150 g	Sjóbleikja	7	0

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.

Tafla 14 sýnir niðurstöður útreikninga á áætluðu dánarhlutfalli í villtum laxfiskahópum vegna laxalúsa.

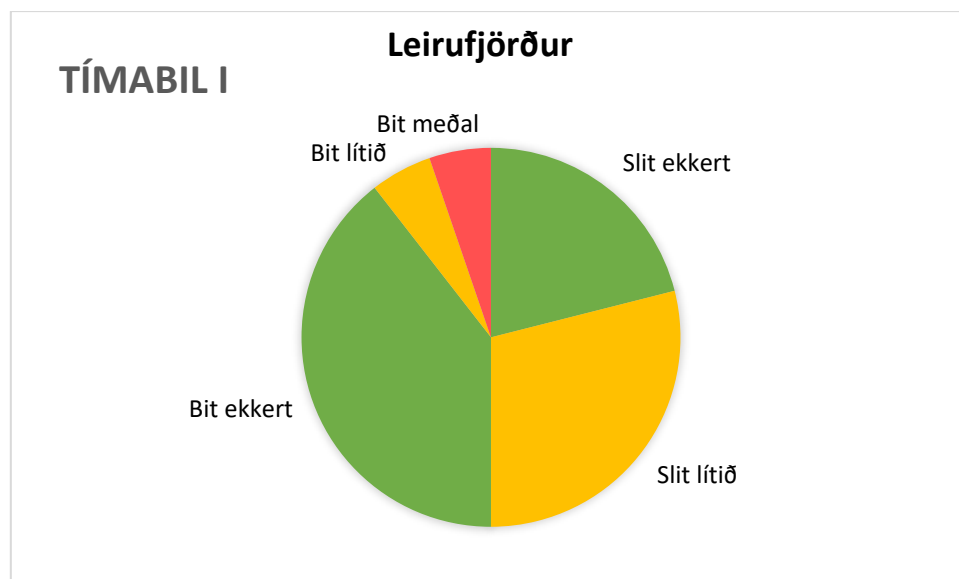
Tafla 14. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærra en 150 g á tímabili I og II árið 2021 - Salmon lice risk Index results on salmonid group weighing less and more than 150 g on the I and II period in the monitoring program 2021.

Leirufjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2021	< 150 g	1	4	0	0	0%
		2	16	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	15	0	0	0%
		2	14	0	0	0%

Allar sjóbleikjurnar reiknuðust undir áhættumörkum og sjóbleikjuhópurinn í Leirufirði því í engri hættu vegna laxalúsa.

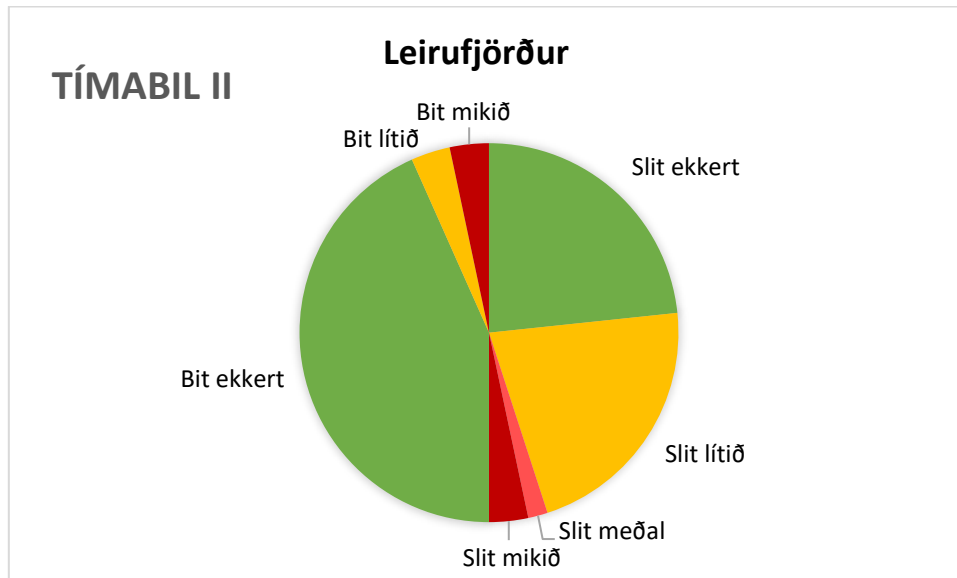
Sjáanleg ummerki eftir sjávarlýs á fiskum

Sjáanlegir áverkar á fiskum eftir sjávarlýs, eins og slitnir uggar og bit eru sýndir á myndum 12 og 13.



Mynd 12. Áverkar af völdum lúsa á tímabili I, í Leirufirði 2021. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal eða mikið uggaslit og bit. Arctic charr with visualised nothing, small, medium or much damaged fins and bites in the first period in Leirufjordur the year 2021. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.

Af þeim 19 sjóbleikjum sem veiddust á fyrsta tímabilinu var skráð lítið slit á 29% sjóbleikja, lítið bit á 5% og meðal bit á 5%. Sjáanleg ummerki voru aðeins á stærra sjóbleikjunum en ekki á þeim minni en aðeins 4 sjóbleikjur voru undir 150 g að þyngd á fyrra tímabilinu.



Mynd 13. Áverkar af völdum lúsa á tímabili II, í Leirufirði 2021. Áverkarnir eru flokkaðir í sjáanlegt; ekkert, lítið, meðal eða mikið uggaslit og bit. Arctic charr with visualised; nothing, small, medium or much damaged fins and bites in the second period in Leirufjordur the year 2021. Bites are on the left side of the circle and damaged fins on the right side of the circle.

Af þeim 30 sjóbleikjum sem veiddust á seinna tímabilinu var skráð lítið slit á 22% sjóbleikja, meðal slit á 2% og mikið slit á 3%. Sjáanlegt lítið bit var á 3% eða á tveimur sjóbleikjum og mikið bit á 3%. Það voru tvær sjóbleikjur á öðru tímabilinu með ummerki um mikið bit, önnur var með bit undir gotrauf og hin að auki við eyrugga. Hvorugar voru með sjáanlegt slit en báðar voru hins vegar án lúsa og undir 150 g að þyngd, önnur var 114 g og hin var 131 g að þyngd.

Hita- og seltustig sjávar

Á fyrsta tímabilinu í Leirufirði var töluverður munur á hita- og seltustigi milli daga. Fyrri daginn var sjórinn jökullitaður og hitastigið á yfirborðinu mældist nokkuð jafnt, að meðaltali 7,7°C en var hærra við botninn frá 8,7°C – 12,4°C eða að meðaltali 11,2°C. Seltustigið mældist að meðaltali 1‰ við yfirborðið og 15,6‰ við botninn. Seinni daginn var sjórinn tær og hitastigið það sama á yfirborðinu og við botninn, að meðaltali 10,9°C og seltustigið var einnig eins á yfirborði og við botn, að meðaltali 28,1‰.

Á öðru tímabilinu í Leirufirði mældist hitastigið nokkuð jafnt á yfirborðinu, að meðaltali 10,7°C en var hærra við botninn og mældist að meðaltali 12,9°C og nokkuð jafnt á milli neta. Seltustigið mældist lágt við yfirborðið, að meðaltali 5,3‰ en mældist hátt við botninn, að meðaltali 32,5‰ og nokkuð svipað við öll netin. Niðurstöður hita- og seltumælinga má sjá í viðauka I.

Tilraun var gerð til að veiða í Hesteyrafirði og hita- og seltumælingar framkvæmdar. Þann 2 júlí var meðalhitastig 11,2°C við yfirborðið og 11,8°C við botninn fyrir utan Hesteyri. Meðalseltustig var 19,4‰ við yfirborðið og 28,8‰ við botninn. Þann 3 júlí var meðalhitastig 12,5°C við yfirborðið og 13°C við botninn innarlega í Hesteyrafirði. Meðalseltustig var 6,8‰ við yfirborðið og 14‰ við botninn.

Í Hesteyrarfirði mældist lágt setustig innarlega í firðinum og mögulega er það vegna foss sem þar er, en herra seltustig mældist utarlega í firðinum. Hitastig við yfirborð og botn mældist svipað í Hesteyrarfirði. Niðurstöður hita- og seltumælinga má sjá í viðauka II.

Samanburður á áhættu laxfiskahópa vegna laxalúsa milli fjarða

Áhætta sem laxfiskahópar í Leirufirði í Jökulfjörðum voru í, vegna laxalúsar var 0% og fær grænan lit, sem þýðir engin áhætta. Í þeim fjörðum sem Náttúrustofa Vestfjarða hefur áður kannað (Margrét Thorsteinsson 2018, 2019 og 2021) voru laxfiskahópar í 0% áhættu í Skötufirði í Ísafjarðardjúpi og Eskifirði á Austurlandi árið 2020. Áhætta laxfiskahópa var einnig 0% árið 2017 í Súgandafirði og Kaldalóni í Ísafjarðardjúpi en var komin í 2% á báðum svæðum árið 2020. Svæðið við Nauteyri í Ísafjarðardjúpi var aðeins kannað árið 2017 en laxfiskahópar þar mældust þá í 0% áhættu. Niðurstöður má sjá í viðauka III.

UMRÆÐUR

Laxfiskar

Áhrif Drangajökuls eru áberandi í Leirufirði, fjörðurinn er ýmist tær eða litast mórauður með framburði jökulsins, eins og hann gerir einnig við Kaldalón. Á báðum þessum svæðum eru að því er virðist stórir stofnar af sjóbleikjum.

Í þessari rannsókn var sjóbleikja eina laxfiskategundin sem veiddist í Jökulfjörðum og var einnig eina laxfiskategundin sem Náttúrustofa Vestfjarða veiddi á Eskifirði árið 2020. Á norðursvæði Vestfjarða (Dýrafirði, Önundarfirði, Súgandafirði og Ísafjarðardjúpi) var hlutfall sjóbleikja 95% af 135 veiddum laxfiskum árið 2015, 93% af 136 laxfiskum árið 2017 og 82% af 143 laxfiskum árið 2020. Á suðursvæði Vestfjarða (Patreksfirði, Tálknafirði og Arnarfirði) var hlutfall sjóbleikju 31% af 108 veiddum laxfiskum árið 2015 og 4% af 151 veiddum laxfiskum árið 2017. Á Patreksfirði var hlutfall sjóbleikju 39% af 28 veiddum laxfiskum árið 2019 og á suðursvæði Vestfjarða var hlutfall sjóbleikju 23% af 111 veiddum laxfiskum árið 2020. Samkvæmt veiddum fiskum í þessum rannsóknum er sjóbleikjan algengari á norðursvæði Vestfjarða og sjóbirtingurinn á suðursvæði Vestfjarða. Veiddum sjóbleikjum fækkaði og sjóbirtingum fjölgaði á milli ára á norðursvæði Vestfjarða. Á suðursvæði Vestfjarða hefur sjóbirtingurinn verið ríkjandi í Arnarfirðinum en töluverður breytileiki hefur verið hvort veiðist sjóbirtingur eða sjóbleikja í Patreksfirði og Tálknafirði.

Í fyrri rannsóknum Náttúrustofu Vestfjarða hefur kynjahlutfall silunga verið nánast jafnt og var það einnig hjá sjóbleikjum í þessari rannsókn eða 18 hrygnur og 20 hængar. Það veiddust stærri sjóbleikjur á fyrra tímabilinu með meðalþyngd 288 g en á seinna tímabilinu var meðalþyngd sjóbleikja 168 g. Aðeins var hægt að kynproskagreina sjóbleikjurnar á seinna tímabilinu en þá voru hængarnir stærri en hrygnurnar. Það voru fleiri

ókyndroska hængar en hrygnur, þrátt fyrir að hængar voru stærri. Fleiri kynproska hrygnur ganga til sjávar en hængar er í samræmi við rannsókn Jensen o.fl. (2012).

Sjávarlús

Helstu niðurstöður voru að í Leirufirði fundust aðeins laxalús *L. salmonis* á tíu sjóbleikjum af 49 sjóbleikjum veiddum. Það var mikill munur á sjávarlúsasmiti á fyrra og seinna tímabilinu. Á fyrra tímabilinu í júlí var ein af 19 sjóbleikjum með laxalús og á öðru tímabilinu í ágúst voru níu af 30 sjóbleikjum með laxalús. Tíðni laxalúsasmits var 5% á fyrra tímabilinu og 30% á seinna tímabilinu. Þéttni laxalúsa á hverri sjóbleikju var 0 á fyrra tímabilinu og 0,5 á seinna tímabilinu þar sem að það voru 6 fastar (ungviðastig) laxalús á sjóbleikjunni á fyrra tímabilinu og 1,8 fullorðnar laxalús að meðaltali á hverri lúsasmitaðri sjóbleikju á seinna tímabilinu. Það var athyglisvert að finna ekki fastar laxalús eða ungfyllorðnar laxalús á seinna tímabilinu, aðeins fullorðnar laxalús. Það gefur vísbendingu um að laxalús á svæðinu hafi ekki náð að viðhalda sér á fiskunum.

Það voru aðeins tvær sjóbleikur skráðar með mikið bit en á hvorugri þeirra fundust laxalús, báðar voru veiddar á seinna tímabilinu. Í fyrri rannsóknum Náttúrustofu Vestfjarða hefur komið fyrir að sjóbleikjur eru með lúsaummerki en án lúsa. Það hefur hins vegar ekki verið með eins áberandi hætti og núna í Leirufirði og áður í Tálknafirði, en seltustig í báðum þessum fjörðum mældist lágt á fyrra tímabilinu. Eins og rannsókn Bricknell o.fl. (2006) hefur sýnt hefur lágt seltuþol hjá smitstigi *L. salmonis* laxalúsa áhrif á bæði lífslíkur og hæfni þeirra til að synda í leit að hýslum ef seltustig er lægra en 29%. Fastar *L. salmonis* laxalús hafa einnig mun minna seltuþol en fullorðnu lýsnar. Samkvæmt þessu er líklegt að meðhöndlun með ferskvatni í kvíum gæti skilað árangri áður en fasta lúsastigið nær að þroskast. Nýleg rannsókn Andrews og Horsberg (2020) gefur hins vegar til kynna að seltuþol sé mismunandi á milli einstaklinga innan sömu laxalúsategundar en það sýnir aðlögunarhæfni, og um leið verður enn erfiðari viðureignin við þennan vággest.

Sjáanlegt slit á uggum var langmest á bakugga en þar er í flestum tilfellum að finna fastar lýs ef þær eru til staðar. Sjáanleg rauð bit er algengast að sjá undir gotrauf og síðan far eftir lúsina á höfði, bak við veiðiuugga og á baki. Það eru fullorðnar lýs sem skilja eftir sig rauð bit eins og voru á ofangreindum sjóbleikjum, og fullorðnar laxalús eru mun þöfnari í seltulitlu umhverfi en fasta lúsastigið. Seltustigið var ekki lágt á seinna tímabilinu og sjóbleikjurnar líklega þurft að vera töluverðan tíma í lágri seltu eða ferskvatni til að ná að hreinsa sig af fullvöxnum laxalúsnum. Það er mögulegt að bitin hafi verið eftir fiskilúsina *C. elongatus* en þær detta fljótt af í ferskvatni, en miðað við að ekki fundust neinar fiskilús á fiskunum þá er það ekki líklegt.

Laxalús virðast ekki vera vandamál á villtum laxfiskum í Leirufirði samkvæmt þessari rannsókn og mögulega er orsökina að einhverjum hluta tengd seltustigi en það mældist lágt á fyrra tímabilinu. Seltustig mældist einnig lágt í Hesteyrarfirði í 26 viku en hæst var það við botninn fyrir utan Hesteyri og var þar að jafnaði 28,8% . Seltustig í Leirufirði mældist enn lægra og var að jafnaði hæst við botninn þegar sjórinn var tær í 27 viku. Lágt

seltustig á fyrri tímabilinu gæti verið tengt leysingum og þar sem firðirnir eru ekki opnir fyrir úthafinu þá gætir áhrifa ferskvatns meira. Það gæti þá einnig skýrt aukna seltu þegar líða tók á sumarið á seinna tímabilinu, þegar minna ferskvatn streymir út í firðina og blöndun við sjóinn dregur úr áhrifunum.

Seltu- og hitastig í 33 viku (32,5‰ og 12,9°C að meðaltali við botninn) var ákjósanlegt fyrir vöxt laxalúsarinnar á seinna tímabilinu, en þar sem engin föst laxalús var á fiskunum þá var lúsin ekki að ná að viðhalda sér. Hins vegar voru kvenkyns laxalýs með eggjastrengi á fiskunum og mögulega hafa egginn náð að þroskast í sviflægar lirlfur sem umbreytast í sviflægt smitstig í leit að laxfiskum.

Enginn laxfiskur veiddist í Hesteyrarfirði og mögulega var þetta of snemmt fyrir þennan fjörð en ætti samt ekki að vera það miðað við hvað hitastig sjávar mældist hátt. Hitastig við botninn mældist að meðaltali 12,4°C í Hesteyrarfirði í 26 viku en 11,1°C í Leirufirði í 27 viku og var því hærra eftir því sem farið var norðar. Hitastig sjávar í Jökulfjörðum var hærra en búist var við. Einnig hefði átt að veiðast sjóbleikja þar, eins og í Leirufirði ef miðað er við að sjóganga sjóbleikjunnar fylgi meira birtutímabili jarðar, fremur en vatnsrennsli og hitastigi eins og kemur fram í rannsókn Jensen o.fl. (2012). Samkvæmt leiðbeiningum Havforskningsinstituttet (IMR) í Noregi á að mæla hita- og seltustig niður að 3 m dýpi. Firðir hér við land eru hins vegar almennt mun grynri en í Noregi (sjá viðauka I og II) og mælt hitastig í þessari rannsókn var mögulega hærra við yfirborð sjávar vegna hlýnunaráhrifa sólar.

Laxfiskastofnar í Leirufirði mældust í 0% áhættu af völdum laxalúsa. Það var aðeins í Skötufirði í Ísafjarðardjúpi og Eskifirði á Austurlandi sem laxfiskahópar mældust í 0% áhættu í rannsókn Náttúrustofunnar árið 2020, en árið 2017 voru laxfiskahópar í Súgandafirði, Kaldalóni og Nauteyri einnig í 0% áhættu af völdum laxalúsar. Náttúrustofan hefur aðeins kannað einn fjörð á Austurlandi og mögulega er sjórinn þar kaldari en á Vestfjörðum en þar á stríðeldi með atlantshafslax í sjókvíum sér einnig styttri sögu en á Vestfjörðum. Ísafjarðardjúp er einn dýpsti fjörður landsins um 120 km og Skötufjörður var í töluverðri fjarlægð frá sjókvíum árið 2020. Það að laxfiskahópar bæði í Súgandafirði sem er án sjókvía og Kaldalóni í Ísafjarðardjúpi hafi verið komnir í 2% áhættu árið 2020 gefur tilefni til að vakta þessi svæði áfram.

Næmi laxfiska fyrir lúsasmiti

Áseta og álag af laxalús hefur mælst hærra á sjóbirtingum en sjóbleikjum hér við land (Margrét Thorsteinsson 2018, 2019, 2021). Rune Nilsen hjá IMR í Noregi (munnleg heimild, 5. júlí 2019) hefur lýst áhuga á að kanna þetta í Noregi. Það veiðast fáar sjóbleikjur í vöktunarverkefni Norðmanna og hans tilfinning var að einhver munur væri í ásetu laxalúsa á milli sjóbleikju og sjóbirtings sem veiðast á sama tíma og á sama svæði. Eins og hefur komið fram í skýrslunni hafa fáar tilraunir verið gerðar á laxalúsasmituðum sjóbleikjum en þær rannsóknir benda til að þroskunartími frá smitstigi lúsa að hreyfanlegum stigum sé lengri en hjá sjóbirtingi og laxi. Einnig eru vísbendingar um hærri dánartíðni lúsa þegar hýsillinn er sjóbleikja. Ekki er vitað hvort um er að

ræða getu sjóbleikjunnar til að losa sig við lúsina eða innbyggða ónæmissvörun (Karlsen o.fl. 2016). Sjóbleikjan er mögulega lakari hýsill fyrir lúsina því hún ver styttri tíma í sjó (sjá mynd 4) og hana er einnig að finna á kaldari svæðum þar sem lýsnar vaxa hægar. Þessi munur er hins vegar ekki það afgerandi að hægt sé að segja að það verði ekki lúsafár á svæðum þar sem sjóbleikjan er ríkjandi.

Samkvæmt tilraun Mustafa o.fl. (2005) með netabúr við Atlantshafsströnd Kanada, er sjóbleikjan næmari en atlantshafslaxinn fyrir fiskilúsategundinni *C. elongatus*. Það væri áhugavert að framkvæma sömu rannsókn hér við land og þá með sjóbleikju, sjóbirtingi og lax. Einkum vegna þess að fiskilúsin *C. elongatus* ásamt laxalúsinni *L. salmonis* er algeng í sjókvíum laxfiska hér við land, en lítið hefur fundist af *C. elongatus* í rannsóknnum Náttúrustofu Vestfjarða á villtum sjóbleikjum og sjóbirtingum. Hins vegar var hnúðlax (*Oncorhynchus gorbuscha*) sem veiddur var árið 2017 í Patreksfirði með fjórar fullorðnar *C. elongatus* og engar laxalýs (Margrét Thorsteinsson 2018). Karbowski C. (2015) framkvæmdi samskonar rannsókn og Mustafa o.fl. (2005) og var með eldislaxa í fjórum netbúrum í Arnarfirði 2014. Af þeim 731 lús sem hægt var að greina var 97% af fiskilúsategundinni *C. elongatus* á atlantshafslaxinum, sem er ólíkt tilrauninni sem gerð var í Kanada. Miðað við að Leirufjörður er án eldiskvía þá er einnig áhugavert að engin sjóbleikja var með fiskilýs. Í fyrstu vöktun sjávarlúsa árið 2014 var fiskilúsin algeng á sjóbirtingum í Arnarfirði (Karbowski N. 2015) en í rannsóknnum Náttúrustofu Vestfjarða hafa fáar fiskilýs fundist á sjóbleikjum og sjóbirtingum. Laxalúsin *L. salmonis* er þekkt vandamál á eldislaxum t.a.m. í Noregi en fiskilúsin *C. elongatus* hefur ekki verið mikið til vandræða þar fyrr en á síðustu árum í norður Noregi en aukningu hennar er hægt að rekja til þess að laxeldi var aukið á því svæði (Hemningsen o.fl. 2020).

Sjókvíaeldi

Árið 2021 var náttúrulegt sjávarlúsasmit í Leirufirði lágt og fiskeldisfyrirtæki í Ísafjarðardjúpi hafa hingað til ekki sótt um leyfi til lúsameðhöndlunar í sjókvíum. Hins vegar hefur álag af völdum sjávarlúsa á eldislaxum verið hátt í Patreksfirði, Tálknafirði, Arnarfirði og Dýrafirði þar sem Fisksjúkdómanefnd heimilaði notkun lúsalyfja í þessum fjörðum árið 2021.

Jökulfirðir eru ekki lokaðir fyrir fiskeldi en ekkert fiskeldi er á svæðinu. Ekki er gert ráð fyrir sjókvíaeldi í Jökulfjörðum í strandsvæðaskipulagi Vestfjarða 2022 en gera má ráð fyrir mikilli aukningu sjókvía í Ísafjarðardjúpi. Með þeirri aukningu verður áhugavert að kanna hvort breyting verði á ásetu sjávarlúsa á sjóbleikjum í Leirufirði.

Laxinn fær yfirleitt sitt fóður úr fóðurprömmum og deyr því ekki úr hungri en hrognkelsi þarf að handfóðra og þó þau nærast á sjávarlúsum er það ekki næg næring. Það er hættu á slæmri afkomu hrognkelsa ef veður hamlar siglingu til sjókvía eins og kemur fyrir hér við land. Á mynd 14 sjást helstu innviðir í Hesteyrarfirði sem er fjölfarnasti staður Jökulfjarða.



Mynd 14. Hesteyrarbryggja og farartæki við fjölfarnasta stað Jökulfjarða. Mynd/Photo HJ©2020 – The dock and vehicle used in Hesteyrarfjörður, the busiest location in Jökulfjörðum.

Líklega er engin eldisstöð í eins mikilli fjarlægð við byggð, hér við land og Jökulfirðir og ólíklegt að hægt yrði að nota hrognkelsi á svona afskekktu svæði.

Rannsóknir

Grunnrannsóknir á náttúrulegu lúsasmiti á villtum laxfiskum í fjörðum landsins eru mikilvægar því þær gefa viðmið um lúsaálag eftir fjörðum og laxfiskum. Slíkt viðmið geta verið nauðsynleg fyrir rannsóknir sem eftir er að framkvæma og gera þær nákvæmari. Ef slíkt viðmið er til staðar áður en eldi hefst er betur hægt að dæma um hvort um eðlilegt ástand sé að ræða, það er sparnaður til lengri tíma litið og getur gagnast vel til að ákveða til hvaða stjórnunar grípa þurfi til í viðureign við þennan vágast. Í mörgum löndum þar sem þauleldi er hafið fara fram árlegar rannsóknir eins og þessi rannsókn, en fá þessara landa eiga grunnrannsóknir um náttúrulegt lúsasmit (Gargan o.fl. 2016), t.a.m. ekki Noregur (Helland 2015). Hér á landi eru enn tækifæri til að læra af þeirra mistökum og standa betur að vígi í vöktun með því að framkvæma grunnrannsóknir.

Það er mikilvægt að nota sömu aðferð til að ná marktækum samanburði við fyrri rannsóknir á meðan unnið er að grunnrannsóknnum. Í þessari rannsókn náðist góð nýting á fiskunum, þar sem allir fiskar sem veiddir voru,

fóru í annað rannsóknaverkefni á Keldum. Hagnýtt gildi þekkingar á sjávarlúsum er mikið en hafa þarf í huga að aðstæður hér við land eru t.a.m. ólíkar og í Noregi og gæta þarf að hagsmunaárekstrum, þegar kemur að vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum.

Í þessu verkefni var kannað sjávarlúsaálag á villtum laxfiskum í Jökulfjörðum en leyfi hefur verið gefið fyrir laxeldi í Ísafjarðardjúpi og þessi rannsókn gefur möguleika til framtíðar til að sjá hve langt áhrif fiskeldis nær.

ÞAKKIR

Kærar þakkir fyrir skemmtilegan tíma og aðstoð við veiðar, rannsóknastofuvinnu og greiningu fær Haukur Jónsson. Kærar þakkir fyrir greiningu á kyni og kynþroskastigi fær starfsfólk hjá Keldum. Samstarfsfólk Náttúrustofu Vestfjarða fær kærar þakkir; Kristjana Einarsdóttir fyrir yfirlestur og mjög góðar ábendingar og Hulda Birna Albertsdóttir fyrir vel unnið kort í skýrslunni. Guðbjörg Ásta Ólafsdóttir hjá Rannsóknasetri Háskóla Íslands á Vestfjörðum fær kærar þakkir fyrir að lána ár eftir ár, mælitæki til að mæla hita- og seltu. Haukur Vagnsson hjá Hornstrandaferðum fær kærar þakkir fyrir að flytja starfsmenn og allan búnað á milli fjarða. Hrólfur Vagnsson fær kærar þakkir fyrir góðar móttökur á Hesteyri og fyrir að sigla með okkur um Hesteyrarfjörð. Landeigendur í Hesteyrarfirði og Leirufirði fá kærar þakkir fyrir leyfi til veiða og fyrir veittar upplýsingar. Fiskræktarsjóður styrkti þessa rannsókn og fær kærar þakkir fyrir það.

HEIMILDIR

- Andrews M. og Horsberg TE. 2020. Sensitivity towards low salinity determined by bioassay in the salmon louse, *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae). *Aquaculture* 514. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2019.734511>.
- Asplin, L., Johnsen, I.A., Sandvik, A.D., Albretsen, J., Sundfjord, V., Aure, J. og Boxaspen, K. 2013. Dispersion of salmon lice in the Hardangerfjord. *Marine Biology Research* 10(3): 216-226. <https://doi.org/10.1080/17451000.2013.810755>.
- 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. <https://doi.org/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. 1949. *Zoology of Iceland: Marine Pisces* 4(72): 150. Copenhagen: Munksgaard
- 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. <https://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* (Krøyer), infestation on sympatric populations of Atlantic salmon, brown trout, and Arctic charr within northern fjords. *ICES Journal of Marine Science* 64(2): 386–393. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsl029>.
- Boxaspen, K. 2006. A review of the biology and genetics of sea lice. *ICES Journal of Marine Science* 63(7): 1304–1316. <https://doi.org/10.1016/j.icesjms.2006.04.017>.
- Brandal, P.O., Egildus, 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.
- Bricknell, I.R., Dalesman, S.J., O’Shea, B., Pert, C.C. og Luntz, A.J.M. 2006. Effect of environmental salinity on sea lice *Lepeophtheirus salmonis* success. *Diseases of Aquatic Organisms* 71(3): 201-212. <https://doi.org/10.3354/dao071201>
- Bui, S., Halttunen, E., Mohn, A.M., Vågseth, T. og Oppedal, F. 2017. Salmon lice evasion, susceptibility, retention, and development differ amongst host salmonid species. *ICES Journal of Marine Science* 75(3): 1071–1079.
- Bush, A.O., Lafferty, K.D., Lotz, J.M. og Shostak, A.W. 1997. Parasitology meets ecology on its own terms: Margolis et al. revisited. *The Journal of parasitology* 83(4): 575–583.
- Butler, J.R.A. 2002. Wild salmonids and sea louse infestations on the west coast of Scotland: sources of infection and implications for the management of marine salmon farms. *Pest Management Science* 58(6): 595-608. <https://doi.org/10.1002/ps.490>.
- 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*: 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. <https://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. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.3354/dao033179>.

- Eiríkur St. Eiríksson 2003. *Stangveiðihandbókin*. Vötn og veiðiár á Íslandi. 2. bindi. Frá Hvalfirði í Hrutafjörð: 240. Skerpla.
- Eisenhauer, L., Solvang, T., Alver, M., Krause, D.F., Hagemann, A. 2020. Dispersal of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, 1837) egg strings from open-cage salmon farming: A neglected source for infestation dynamics. *Aquaculture Research* 51(11): 4595–4601. <https://doi.org/10.1111/are.14805>.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir og Jón Örn Pálsson. 2016. *Assessment of Salmon Lice infestation on Wild Salmonids in four fjords in Westfjords*. Rorum 2016 03.
- Eva Dögg Jóhannesdóttir. 2019. *Sea lice infestation on wild salmonids in the southern part of the Icelandic Westfjords*. Meistaraprófsritgerð við Háskólann á Hólum. <http://hdl.handle.net/1946/33972>.
- Finstad, B., Bjørn, P.A. og Nilsen, S.T. 1995. Survival of salmon lice, *Lepeophtheirus salmonis* Krøyer, on Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), in fresh water. *Aquaculture Research* 26(10): 791–795. <https://doi.org/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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2007.10.019>.
- Fjellidal, P.G., Hansen, T.J., Karlsen, Ø. og Wright, D.W. 2019. Effects of laboratory salmon louse infection on Arctic char osmoregulation, growth and survival. *Conservation Physiology* 7(1). <https://doi.org/10.1093/conphys/coz072>.
- Frazer, L.N. 2009. Sea-Cage Aquaculture, Sea Lice, and Declines of Wild Fish. *Conservation Biology* 23(3): 599–607. <https://doi.org/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 (Skoðað 19.10.2022).
- Gargan, P., Karlsbakk, E., Coyne, J., Davies, C. og Roche, W. 2016. Sea lice (*Lepeophtheirus salmonis* and *Caligus elongatus*) infestation levels on sea trout (*Salmo trutta* L.) around the Irish Sea, an area without salmon aquaculture, *ICES Journal of Marine Science* 73(9): 2395–2407 <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsw044>.
- 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. <https://doi.org/10.1139/f05-163>.
- Gísli Jónsson 2020. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2019. Matvælastofnun.
- Gísli Jónsson 2021. Ársskýrsla dýralæknis fisksjúkdóma 2020. Matvælastofnun.
- 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. <https://doi.org/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. [https://doi.org/10.1016/S1054-3139\(03\)00088-2](https://doi.org/10.1016/S1054-3139(03)00088-2).
- Havforskningsinstituttet. 2019. *Feltarbeid NALO 2019 - Felthåndbok for feltarbeid med ruse- og garnfiske på overvåkningsprogrammet for lakselus på vill laksefisk*. Havforskningsinstituttet.
- 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. <https://doi.org/10.1111/jfd.12749>.
- Helland, I.P., Uglem, I., Jansen, P.A., Diserud, O.H., Bjørn, P.A. og Finstad, B. 2015. Statistical and ecological challenges of monitoring parasitic salmon lice infestations in wild salmonid fish stocks. *Aquaculture Environment Interactions* 7(3): 267-280. <https://doi.org/10.3354/aei00155>.
- Hemmingsen, W., MacKenzie, K., Sagerup, K., Remen, M., Bloch-Hansen, K. og Imsland, A.K.D. 2020. *Caligus elongatus* and other sea lice of the genus *Caligus* as parasites of farmed salmonids: A review. *Aquaculture* 522. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735160>

- Heuch, P.A., Knutsen, J.A., Knutsen, H. og Schram, T.A. 2002. Salinity and temperature effects on sea lice overwintering on sea trout (*Salmo trutta*) in coastal areas of the Skagerrak. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82(5): 887–892. <https://doi.org/10.1017/S0025315402006306>.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2004.12.027>.
- Heuch, P., Nordhagen, J. og Schram, T. 2000. Egg production in the salmon louse [*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer)] in relation to origin and water temperature. *Aquaculture Research* 31(11): 805–814.
- Hugrún Gunnarsdóttir, Sigmar A. Steingrímsson, Arnór P. Sigfússon, Einar Jónsson, Gunnar P. Eyland, Puríður R. Stefánsdóttir, Þórhildur Guðmundsdóttir, Áki Thoroddsen. 2020. *Sjókvíældi Arnarlax í Ísafjarðardjúpi. Framleiðsla á 10.000 tonnum af laxi á ári*. Frummatsskýrsla
- Jensen, A.J., Finstad, B., Fiske, P., Hvidsten, N.A., Rikardsen, A.H. og Saksgård, L.M. 2012. Timing of smolt migration in sympatric populations of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), and Arctic char (*Salvelinus alpinus*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 69(4): 711-723. <https://doi.org/10.1139/f2012-005>.
- Jensen, A.J., Diserud, O.H., Finstad, B., Fiske, P. og Rikardsen, A.H. 2015. Between-watershed movements of two anadromous salmonids in the Arctic. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 72(6): 855–863.
- Jensen, A.J., Finstad, B. og Fiske, P. 2018. Evidence for the linkage of survival of anadromous Arctic char and brown trout during winter to marine growth during the previous summer. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 75(5): 663–672.
- 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. <https://doi.org/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 <https://doi.org/10.7489/1755-1>.
- Kabata, Z. 1979. *Parasitic copepoda of British fishes*. Ray Society 152: 720. 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>.
- Karlsen, Ø., Finstad, B. og Svásand, T. 2016. *Kunnskapsstatus som grunnlag for kapasitetsjustering innen produksjonsområder basert på lakselus som indikator*: 137. Rapport fra Havforskningen nr. 14-2016.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.A., Dempson, J.B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. og Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecology of Freshwater Fish* 12(1): 1–59. <https://doi.org/10.1034/j.16000633.2003.00010.x>.
- Margrét Thorsteinsson. 2018. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum 2017. Monitoring sea lice on wild salmonids in Westfjords 2017*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 32-18.
- Margrét Thorsteinsson. 2019. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum í Patreksfirði 2019. Monitoring sea lice on wild salmonids in Patreksfjordur, Iceland 2019*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 19-19.
- Margrét Thorsteinsson. 2021. *Vöktun sjávarlúsa á villtum laxfiskum á Vestfjörðum og á Eskifirði 2020. Monitoring sea lice on wild salmonids in Westfjords and Eskifirdi, Iceland 2020*. Náttúrustofa Vestfjarða, NV nr. 16-21.
- Middlemas, S.J., Raffell, J.A., Hay, D.W., Hatton-Ellis, M. og Armstrong, J.D., 2010. Temporal and spatial patterns of sea lice levels on sea trout in western Scotland in relation to fish farm production cycles. *Biology Letters* 6(4): 548–551. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0872>.

- 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.
- Mustafa, A., MacKinnon, B.M. og Piasecki, W., 2005. Interspecific differences between Atlantic salmon and Arctic charr in susceptibility to infection with larval and adult *Caligus elongatus*: Effect of skin mucus protein profiles and epidermal histological differences. *Acta Ichthyologica et Piscatoria* 35(1): 7-13.
- 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.
- Pike, A.W. og Wadsworth, S.L. 2000. Sealice on Salmonids: Their Biology and Control. In *Advances in Parasitology*. *Advances in Parasitology* 44: 233–337. Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0065-308X\(08\)60233-X](https://doi.org/10.1016/S0065-308X(08)60233-X).
- Revie, C.W., Gettinby, G., Treasurer, J.W. og Rae, G.H. 2002. The epidemiology of the sea lice, *Caligus elongatus* Nordmann, in marine aquaculture of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in Scotland. *Journal of Fish Diseases* 25(7): 391-399. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2761.2002.00388.x>.
- 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. *Pathogens of wild and farmed fish: sea lice*: 30-47. 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.
- Schram, T.A. 2000. The egg string attachment mechanism in salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* (Copepoda: Caligidae). *Contributions to Zoology* 69(1): 21-29 <https://doi.org/10.1163/18759866-0690102002>.
- Strøm, J.F., Bjørn, P.A., Bygdnes, E.E., Kristiansen, L., Skjold, B. og Bøhn, T. 2022. Behavioural responses of wild anadromous Arctic char experimentally infested *in situ* with salmon lice, *ICES Journal of Marine Science* 79(6): 1853–1863. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsac117>.
- 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 oppdrettlaks til villaks, og påvirkning av lakselus fra oppdrett på viltlevende laksefiskbestander*. Havforskningsinstituttet, Nr. 13-2012 / Veterinærinstituttets rapportserie, Nr. 7-2012.
- Taranger, G.L., Karlsen, Ø., Bannister, R.J., Glover, K.A., Husa, V., Karlsbakk, E., Kvamme, B.O., Boxaspen, K.K., Bjørn, B.A., Finstad, B., Madhun, A.S., Morton, H.C. og Svåsand, T. 2015. Risk assessment of the environmental impact of Norwegian Atlantic salmon farming. *ICES Journal of Marine Science* 72(3): 997-1021. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsu132>.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Uglem, I., Berg, M. og Finstad, B. 2014. *Effects of salmon lice on sea trout – a literature review*. NINA Report 1044: 162.
- Thorstad, E.B., Todd, C.D., Uglem, I., Bjørn, P.A., Gargan, P.G., Vollset, K.W., Halttunen, E., Kålås, S., Berg, M. og Finstad, B. 2015. Effects of salmon lice on sea trout - a literature review. *Journal of Aquaculture Environment Interactions* 7: 91– 113. <https://doi.org/10.3354/aei00142>.
- 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, P.A., Johnsen, H.K., Finstad, B. og McKinley, R.S. 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. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2010.02636.x>.

- Vollset, K.W., Lennox, R.J., Davidsen, J.G., Eldøy, S.H., Isaksen, T.E., Madhun, A., Karlsson, S., Miller, K.M. 2020. Wild salmonids are running the gauntlet of pathogens and climate as fish farms expand northwards. *ICES Journal of Marine Science*. <https://doi.org/10.1093/icejms/fsaa138>.
- Þórólfur Antonsson, Eydís Njarðardóttir og Ingi Rúnar Jónsson. 2016. *Rannsóknir á fiskistofnum nokkurra ára á NA-landi 2015*: 85. Veiðimálastofnun, VMST/16012.

VIÐAUKI I

Tafla 15. Leirufjörður. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu við yfirborð sjávar á 10 cm dýpi og við botn (Leirufjörður. Location in GPS coordinates and measurement of heat and salinity in sea at 10 cm and bottom)

Leirufjörður 2021					
Tímabil	Vika	Dýpi	Hnit	Selta ‰	Hiti °C
1	27	10 cm	66°13.423	0,7	7,7
		1.2 m botn	22°34.392	17,5	12,4
1	27	10 cm	66°13.391	0,7	7,6
		1.5 m botn	22°34.342	8	8,7
1	27	10 cm	66°13.371	0,7	7,7
		1.8 m botn	22°34.314	16,7	12,2
1	27	10 cm	66°13.338	0,6	7,1
		1 m botn	22°34.295	17,8	12,3
1	27	10 cm	66°13.315	2,5	7,9
		1.2 m botn	22°34.273	16	9,8
1	27	10 cm	66°13.295	0,8	7,9
		1.2 m botn	22°34.233	17,7	11,8
1	27	10 cm	66°13.295	30,3	11,4
		2 m botn	22°34.236	30,3	11,4
1	27	10 cm	66°13.330	30,4	11,4
		1.2 m botn	22°34.284	30,4	11,4
1	27	10 cm	66°13.283	30,6	11,4
		1.3 m botn	22°34.226	30,6	11,4
1	27	10 cm	66°13.249	30,6	11,4
		1.6 m botn	22°34.063	30,6	11,4
1	27	10 cm	66°13.247	29,2	11,2
		1.3 m botn	22°33.994	29,2	11,2
1	27	10 cm	66°13.186	17,4	8,7
		1.2 m botn	22°33.888	17,4	8,7
2	33	10 cm	66°13.187	1,3	10,5
		1.7 m botn	22°33.889	31,8	12,9
2	33	10 cm	66°13.305	1,7	10,6
		1.7 m botn	22°34.255	32,7	13,3
2	33	10 cm	66°13.333	1,5	10,7
		1.7 m botn	22°34.292	32,7	13,1
2	33	10 cm	66°13.360	5,1	10,7
		2.1 m botn	22°34.307	32,5	13
2	33	10 cm	66°13.378	19,3	11,1
		2.1 m botn	22°34.331	32,6	13,1
2	33	10 cm	66°13.399	4,3	10,6
		2.1 m botn	22°34.354	32,7	12,1

VIÐAUKI II

Tafla 16. Hesteyrarfjörður. Staðsetning sýnatökustaða í GPS hnitum og mæling á hita og seltu við yfirborð sjávar á 10 cm dýpi og við botn (Hesteyrarfjörður. Location in GPS coordinates and measurement of heat and salinity in sea at 10 cm and bottom)

Hesteyrarfjörður 2021					
Tímabil	Vika	Dýpi	Hnit	Selta ‰	Hiti °C
1	26	10 cm	N66°20.138	17,6	12,5
		1m botn	V22°52.298	30,1	12,3
1	26	10 cm	N66°20.146	16,9	10,7
		1m botn	V22°52.264	29,3	11,9
1	26	10 cm	N66°20.173	14,9	10,1
		70 cm botn	V22°52.183	26,7	11,3
1	26	10 cm	N66°20.222	28,3	11,6
		70 cm botn	V22°52.175	29,3	11,5
1	26	10 cm	N66°21.390	5,9	12,5
		1.2 m botn	V22°47.142	20,3	14,8
1	26	10 cm	N66°21.432	6,1	12,9
		1 m botn	V22°47.105	7,5	13
1	26	10 cm	N66°21.472	6,5	12,5
		1.3 m botn	V22°47.148	8,7	12,5
1	26	10 cm	N66°21.492	7,2	12,5
		1.2 m botn	V22°47.141	15,1	12,6
1	26	10 cm	N66°21.519	7,6	12,5
		1.2 m botn	V22°47.177	17,5	12,8
1	26	10 cm	N66°21.524	7,3	12,3
		1.5 m botn	V22°47.134	15	12,3

VIÐAUKI III

Tafla 17. Áhætta af laxalúsaálagi á laxfiskahópa minni og stærri en 150 g milli tímabila og samanburður á milli ára og fjórða - Salmon lice risk Index results on salmonid group weighing less and more than 150 g and comparison between years and fjords.

Leirufjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2021	< 150 g	1	4	0	0	0%
		2	16	0	0	0%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
	> 150 g	1	15	0	0	0%
2		14	0	0	0%	
Patreksfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	10	0	0	0%
		2	10	2	20	4%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
	> 150 g	1	11	4	36	9%
2		11	6	54	16%	
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2019	< 150 g	1	14	1	7	1%
		2	2	1	50	10%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
	> 150 g	1	9	2	22	4%
2		3	3	100	30%	
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	2	1	50	25%
		2	2	2	100	60%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
	> 150 g	1	5	4	80	48%
2		2	2	100	100%	
Tálknafjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	11	0	0	0%
		2	12	2	16	6%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
	> 150 g	1	8	1	12	2%
2		8	3	37	15%	
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	6	1	17	3%
		2	17	3	18	4%
		3	16	12	75	45%
				Fjöldi > 0,025 lýs		
> 150 g	1	8	2	12	15%	
	2	9	4	44	22%	
	3	19	18	95	79%	

Arnarfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	23	20	87	85%
		2	4	2	50	30%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	1	0	0	0%
		2	2	2	100	47%
	Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%
2017	< 150 g	1	12	9	76	53%
		2	32	12	37	10%
		3	12	4	33	16%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	3	1	33	7%
		2	2	1	50	25%
3	4	4	100	63%		
Dýrafjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	6	6	100	82%
		2	0	-	-	
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	1	1	100	50%
2		4	4	100	27%	
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	1	0	0	0%
		2	7	0	0	0%
		3	2	1	50	50%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	0	0	0	0%
		2	3	1	33	7%
3	2	2	100	75%		
Önundarfjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	0	-	-	
		2	6	3	50	10%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	13	0	0	0%
2		0	-	-		
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	1	0	0	0%
		2	7	0	0	0%
		3	3	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	16	2	12	4%
		2	8	0	0	0%
3	3	0	0	0%		

Súgandafjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	17	3	18	5%
		2	8	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	6	1	17	3%
		2	3	0	0	0%
	2017	< 150 g	1	1	0	0
2			15	0	0	0%
Fjöldi > 0,025 lýs						
> 150 g		1	5	0	0	0%
		2	3	0	0	0%

Skötufjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	14	0	0	0%
		2	7	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	0	-	-	-
		2	5	0	0	0%

Kaldalón						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	14	1	7	7%
		2	14	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	6	0	0	0%
		2	19	0	0	0%
	2017	< 150 g	1	4	0	0
2			5	0	0	0%
Fjöldi > 0,025 lýs						
> 150 g		1	25	0	0	0%
		2	3	0	0	0%

Nauteyri						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2017	< 150 g	1	3	0	0	0%
		2	1	0	0	0%
		3	2	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	13	0	0	0%
		2	3	0	0	0%
3		0	-	-	-	

Eskifjörður						
Ár	Þyngd	Tímabil	Heildarfjöldi fiska	Fjöldi > 0,1 lýs	%	Áhætta
2020	< 150 g	1	21	0	0	0%
		2	11	0	0	0%
	Fjöldi > 0,025 lýs					
	> 150 g	1	14	0	0	0%
2		2	0	0	0%	