

RAPPORT

2017-04-21

Dnr SVA 2017/59

Dnr Evira/2489/0165/2016

Havs- och Vattenmyndigheten	Lapin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
Håkan Carlstrand	Pentti Pasanen
Enheten för Fiskereglering	Kalatalouspalvelut
Box 119 30	PL 8060
404 39 GÖTEBORG	96101 Rovaniemi

INLEDNING

Det observerades onormalt stor mortalitet och en stor mängd uppvandrande laxar med hudskador i Torneälven under 2014 och 2015. Händelsen väckte uppmärksamhet i media och bekymrade både lokala och distresta fiskare. SVA och Evira har normalt inte möjlighet till provtagning i fält, utan undersökningar utförs på fisk eller uttagna prover, som har sänts till laboratorierna. Bara ett fåtal prover från sjuka och döda laxar kunde därför undersökas. Mot bakgrund av 2014 – 2015 års händelser, och för att få bättre bild av fenomenets orsaker, planerade därför Statens Veterinärmedicinska Anstalt (SVA) och Livsmedels-säkerhetsverket Evira för sommaren 2016 ett mer omfattande observations- och provtagningsprojekt. Många andra myndigheter i Sverige och Finland deltog i planeringen och genomdrivandet av projektet. Fiskare i trakten kring Torneälven observerade den aktuella situationen och deltog aktivt i provtagningen efter vägledning.

Slutrapporten behandlar de hudsjukdomar och -skador, som observerades i projektet. Hudskador på lax i Torneälven har många orsaker och det identifierades nya intressanta fynd. Mestadels består dessa av den möjliga betydelsen av virus samt en hudpatologi, som inte finns beskriven i litteraturen. I slutrapporten diskuteras också rollen av andra faktorer såsom Torneälvens vattenföring, temperatur och andra möjliga predisponerande faktorer.

Undersökningarna bekostades av inkomster från det gemensamma fiskekortet för Torneälven. Fonden disponeras av Närings-, Trafik- och Miljöcentralen i Finland samt Havs- och vattenmyndigheten i Sverige. Fiskevårdsbidrag har också erhållits från Länsstyrelsen i Norrbotten.

JOHDANTO

Tornionjoessa havaittiin vuosina 2014 ja 2015 epänormaalin suurta nousulohien kuolleisuutta ja iso määrä ihovaurioisia lohia, jotka eivät olleet vielä kuolleet. Tapahtuma herätti huomiota tiedotusvälineissä ja huolestutti sekä paikallisia että muualta tulleita kalastajia. Statens Veterinärmedicinska Anstaltilla (SVA) ja Elintarviketurvallisuusvirasto Eviralla ei ole normaalisti mahdollisuuksia näyteenottoihin kentällä, vaan tautitutkimukset tehdään laboratorioihin toimitetuista kaloista tai niistä otetuista näytteistä. Tautitutkimusnäytteitä sairastuneista tai vastakuolleista kaloista saatiin kuitenkin tutkittaviksi vain

STATENS VETERINÄRMEDICINSKA ANSTALT**besök.** Ulls väg 2B **post.** 751 89 Uppsala**telefon.** 018 67 40 00 **fax.** 018 30 91 62 **e-post.** sva@sva.se**webb.** www.sva.se **org nr.** 202100-1868

1(92)

hyvin pieniä määriä. Jotta ilmiön syistä saataisiin parempi kuva, laadittiin kesää 2016 varten SVA:n ja Eviran yhteistyönä suunnitelma laajemmasta seurannasta ja näytteenotosta. Mukana suunnittelussa ja varsinaisen työn läpiviemisessä olivat lisäksi useat muut viranomaistahot sekä Ruotsissa että Suomessa. Väylänvarren kalastajat tarkkailivat ajankohtaista tilannetta ja olivat aktiivisti mukana näytteenotossa opastuksen jälkeen.

Loppuraportti käsittelee projektissa todettuja ihosairauksia ja -vammoja. Ihovauriot Tornionjoen lohella ovat monisyisiä ja projektissa tehtiin uusia mielenkiintoisia löytöjä, lähinnä virusten mahdollisuudesta osuudesta ja aikaisemmin tuntemattomasta ihon kuoliomuutoksesta. Loppuraportissa käsitellään myös mahdollisia muita iho-ongelmien syntyyn liittyviä tekijöitä kuten joen virtaamaa ja veden lämpötiloja sekä muita mahdollisia altistavia tekijöitä.

Tutkimukseen saatiin rahoitusta Tornionjoen kalastuslupatuloista kerätyistä varoista, joista päättivät Havs- och vattenmyndighet (HaV) Ruotsissa ja Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY-keskus) Suomessa. Norrbottenin lääninhallitus myönsi myös avustusta projektille.



Charlotte Axén
T.f. statsveterinär, fisk
Valtioneläinlääkäri
SVA



Perttu Koski
Erikoistutkija
Specialforskare
Evira

Laxdöden i Torneälven
Lohikuolemat Tornionjoella
Salmon deaths in Torne river
2014 - 2016



Slutrapport av en svensk-finsk utredning
Ruotsalais-suomalaisen selvityksen loppuraportti
Report of a Swedish-Finnish survey

INNEHÅLLSFÖRTECKNING/SISÄLTÖ

Suomenkielinen raportti alkaa sivulta 41.

Inledning	1
Johdanto	1
SAMMANFATTNING	6
YHTEENVETO	6
ABSTRACT	7
BAKGRUND	8
Situationen i vattensystemen de senaste åren	9
Torneälvens vattensystem inklusive Lainio-, Muonio-, Könkämä- och Lätäsälven	9
Andra vattensystem	9
GENOMFÖRANDE	10
Provtagningar	10
Analyser	11
Rapportportal	13
Extra data	14
Statistik	14
RESULTAT	15
Observationer och läget 2016	15
Provtagningar	15
Analyser	22
Rapportportalen	24
Extra data	25
DISKUSSION	31
Slutsatser	39
Förslag på åtgärder	39
TAUSTA	41
TILANNE ERI VESISTÖISSÄ VIIMEISTEN VUOSIEN AIKANA	41
Tornionjoen vesistö mukaan lukien Lainio- ja Muonionjoki sekä Könkämä- ja Lätäseno	42
Muut vesistöt	43
TUTKIMUKSEN TOTEUTUS	43
Näytteenotto	43
Analyysit	45

Raportointiportaali	47
Muut tiedot	47
TULOKSET.....	48
Havainnot ja tilanne vuonna 2016	48
Näytteenotto	49
Tutkimustulokset	56
Internetin raportointiportaalin tiedot	58
Muut tiedot	59
POHDINTA.....	64
JOHTOPÄÄTÖKSET	72
EHDOTUKSIA JATKOTOIMIKSI	73
Finansiering/Rahoitus.....	73
Tack/Kiitos	74
.....	74
REFERENSER/VIITTAUKSET	75
Bilaga/Liite 1 – Bilder obduktion och histologi/ Kuvia ruumiinavauksista ja histologisista tutkimuksista	77
.....	77
Bilaga/Liite 2. Exempel på skador på fiskar från Torneälvs-systemet i rapportportalen. Esimerkkejä kalastajien netti-portaaliin Tornionjoen sairaista kaloista lähettämistä kuvista.	88
.....	88

SAMMANFATTNING

På grund av omfattande sjuklighet och dödlighet på nystigen laxfisk i Torneälven under två på varandra följande år fick Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) och finska Livsmedelssäkerhetsverket (Evira) i uppdrag att försöka hitta orsaken till problemen. Lax från ytterligare några finska älvsystem mynnande i Bottenviken samt lax fångad i Bottenviken inkluderades också. Provtagningar i andra svenska älvsystem mynnande i Bottenhavet och Östersjön finns redovisade i en separat rapport. Totalt provtogs 131 fiskar. Läget i Torneälven var relativt gott 2016. Lindriga hudblödningar sågs på några fiskar, men sårskador av olika ursprung var det vanligaste fyndet. Provtagen fisk i mynningsområden till andra finska älvsystem och i Bottenviken uppvisade en liknande symptombild. Provtagningar på utlekta laxar i oktober visade på svampangrepp av naturligt nedsatt fisk. Histologi visade att ulcerativ dermal nekros (UDN) inte var en betydande bidragande faktor till hudförändringar eller dödlighet 2016. Inga stora förändringar påvisades i inre organ. Odling avseende virus och bakterier gav inget entydigt svar, även om bakterier som kan orsaka hudblödningar och sår påvisades hos en del fiskar. Helgenomsekvensering indikerade att svårödlade virus inom genus herpesvirus och iridovirus kan finnas hos fisken med hudblödningar. Dessa virus kan orsaka symptom liknande de som observerats här, och fynden behöver undersökas vidare för att säkerställa närvaro av virus samt klarlägga virulens och prevalens. Data avseende steg, temperaturer, och vattenföring har undersökts för att titta på smittryck utöver det smittryck eventuella infektiösa agens utgör, men en utförligare genomgång behövs för att klargöra eventuella samband. En rapportportal har skapats för att allmänheten ska kunna rapportera in fynd, vilket underlättar en övervakning av hälsoläget på vildfisk. Portalen har använts flitigt och symptomen som rapporterats från undersökta vattensystem korrelerar väl med observationerna vid obduktion. Rapportportalen kan utgöra en viktig del i en framtida vildfiskövervakning.

YHTEENVETO

Tornionjokeen nousseissa lohissa kahtena perättäisenä vuonna havaitun laajan sairastumisen ja kuolleisuuden takia saivat Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) ja Elintarviketurvallisuusvirasto Evira tehtäväkseen ongelman syiden selvittämisen. Tiettyjen Perämeren jokien ja merialueen lohien näytteenottoa sisällytettiin myös selvitykseen. Muiden ruotsalaisten jokien näytteenottoa on selvitetty erillisessä raportissa. Yhteensä otettiin näytteitä 131 lohesta. Tilanne Tornionjoessa oli vuonna 2016 kohtalaisen hyvä. Yleisin löydös sairaista lohista olivat alkuperältään erilaiset ihohaavat. Ihoverenvuotoja nähtiin muutamissa tutkituissa lohissa. Muutoksia sisäelimissä ei nähty juuri lainkaan. Muiden suomalaisten jokien suualueilta ja Perämereltä näytteeksi otetuissa kaloissa havaittiin samankaltaisia muutoksia. Lokakuussa näytteeksi otetuissa lohissa havaittiin sienitartuntaa luonnollisesti heikentyneissä kaloissa. Normaaleissa virus- ja bakteeritutkimuksissa ei löydetty yksiselitteisiä syitä, vaikka bakteereita, jotka voivat aiheuttaa ihoverenvuotoja ja haavoja osoitettiin joissakin kaloissa. Virusinfektioita ei todettu normaaleissa virusviljelykokeissa. UDN vuoden 2016 haavojen ja kuolleisuuden aiheuttajana oli merkityksetön.

Kokogenomisekvensoinneissa havaittiin tiettyjen vaikeasti viljeltävien herpes- ja iridovirusten geenisekvenssejä lohissa, joissa oli ihoverenvuotoja. Näiden ryhmien virukset saattavat aiheuttaa havaittujen muutosten kaltaisia oireita ja virusten esiintymisen ja taudinaiheuttamiskyvyn selvittämiseksi tarvitaan jatkotutkimuksia. Lohen nousun, veden lämpötilan ja virtauksen merkitystä mahdollisen tartunnallisen tekijän tartuntapaineelle täytyy jatkoselvittää ennen johtopäätöksiä. Projektissa luotiin suurelle yleisölle tarkoitettu villikaloiden sairaus- ja kuolleisuushavaintojen ilmoittamisportaali. Portaalia on käytetty runsaasti ja siinä ilmoitetut havainnot sopivat hyvin yhteen projektissa havaittujen kanssa. Portaalia voitaneen hyödyntää merkittäväällä tavalla tulevaisuuden villikaloiden sairaus- ja kuolleisuushavainnoinnissa.

ABSTRACT

After two consecutive years of massive disease and mortality in returning salmon and sea trout in the Torne river, forming the border between Sweden and Finland, the National veterinary institute (SVA) and the Finnish Food Safety Authority (Evira) were given the task to investigate the source of the problems. Salmon from the estuaries of some other northern Finnish river systems running into the Bothnian Bay and salmon caught in the Bothnian Bay were also included. Salmon from other Swedish river systems running into the Gulf of Bothnia or the Baltic Sea were investigated in a separate project. Overall, the state of returning salmon in Torne river was much improved during 2016. In all, 131 fish were sampled. In Torne river, some fish had mild erythema and bleedings, but most of the diseased fish had ulcers or traumatic wounds. Sampled fish from other Finnish river systems and from the Bothnian Bay showed similar symptoms. Late autumn samplings in diseased post-spawning salmon pointed towards simple fungal infections due to spawning associated immunosuppression.

Cultivation for virus and bacteria gave no conclusive answer, although bacteria associated with skin lesions were identified in some individuals. Next generation sequencing indicated presence of herpes- and iridoviruses, that are harder to cultivate, in fish with erythema. These viruses can cause skin lesions, and the findings need to be investigated further to ascertain presence of virus and clarify virulence and prevalence. Data regarding count of returning fish, temperatures and water flow have been investigated as a measure of infection pressure in the rivers, but a more thorough analysis is needed to clarify associations. A web site to enable people to send in reports on sick, wounded or dead fish has been created. The website has been frequently used and the reported symptoms correlate with our findings in the river systems. The web site can be one important piece in monitoring of wild fish health.

BAKGRUND

Sverige har ett gott hälsoläge avseende allvarliga infektiösa sjukdomar på fisk. Vi anses fria från de epizootiska virusjukdomarna infektiös hematopoietisk nekros (IHN), viral hemorragisk septikemi (VHS), spring viremia of carp (SVC) och Infektiös pankreasnekros variant sp (IPNsp) i hela territoriet. Vi anses också vara fria från den mildare IPN-varianten IPNab i inlandszon. En ny variant av IPN har dock påvisats på inland 2016, och patogeniciteten hos denna är okänd. Renibakterios/bacterial kidney disease (BKD) är en bakteriesjukdom som finns i Östersjön och sporadiskt i odling på inland, och som Sverige har garantier mot. Hälsoläget i Finland är något annorlunda. Inlandet anses fritt från IPNsp, men IPNab finns i odling i flera insjöar. IPNsp påvisas i princip årligen i finska odlingslägen i Östersjön. Sverige har inte påvisat IPNsp sedan 2005, och då var det på vild stamfisk. Däremot påvisas IPNab med jämna mellanrum i svenska kustodlingar. Finland anses fritt från VHS med undantag för Åland. VHS har dock inte påvisats i finska prover sedan 2012. Marina former av VHS har påvisats på vild fisk i södra Östersjön och i Kattegatt/Skagerack vid enstaka tillfällen de senaste åren. I Finland har BKD blivit så utbredd i inlandszonen att ett tidigare statligt bekämpningsprogram för att göra landet fritt från smittan har ersatts med ett frivilligt övervakningsprogram. Alla inlandsodlingar som säljer fisk för utplantering är anslutna till programmet. Hälsoläget på vild fisk övervakas i både Sverige och Finland genom obligatorisk virus- och BKD-kontroll av stamfisk för kompensationsodling. I Sverige provtas alla romstrukna lax- och öringhonor samt en andel av romstruken sik. De senaste åren har Finland genomfört program där återvändande lax och öring lyfts över fördämningarna för att ges möjlighet till naturlig reproduktion. I samband med detta provtas ett urval av fiskar vid t ex mynningarna av Kemi-, Ijo- och Uleälvarna. Finland har också stödodling av vissa sik- och harrstammar och där görs provtagning av en andel honor. Provtagningarna görs för att undvika att smittor förs från kustzon till inlandszon med fisk eller befruktad rommen. SVA och Evira saknar statliga medel för kontinuerlig övervakning och för insatser vid akuta sjukdomsutbrott på vild fisk.

Under åren 2014 och 2015 var det hög sjuklighet och dödlighet på nystigen lax och öring. Det började i Mörrumsån redan i maj och framåt juli-augusti uppträdde problem i flera norrländska älvar. Torneälven var den första älven som utmärkte sig i början av juli 2014, men sjuklighet hade då observerats sedan slutet av juni. Rapporter kom om sårig fisk med eller utan svampangrepp och det har varit mycket spekulationer i vad som orsakat problemen. Under 2015 observerades också enstaka kraftigt påverkade fiskar utan synliga skador. Under somrarna 2014 – 2015 fick SVA och Evira ett fåtal laxar eller prov från sjuka laxar från Torneälven för undersökning (SVA tre laxar 2014, fyra prover 2015, Evira fyra laxar 2014 och en lax 2015). Utifrån dessa undersökningar samt bilder och kontakter från allmänheten konstaterades att sjuka laxar hade hudsår, som sekundärt infekterades med svamp, men inga epidemiska virus- eller bakteriesjukdomar kunde demonstreras. Evira fick inte in någon lax med skador som påminde om UDN, däremot påvisade SVA ulcerativ dermal nekros (UDN) i två prov från Torneälven 2015.

Inför 2016 fördes diskussion mellan SVA och Evira, mellan SVA, Havs- och vattenmyndigheten, SLU och länsstyrelsen Norrbotten, samt mellan Evira, Lapplands Närings-, trafik- och miljö-central (NTM-centralen) och Naturresursinstitutet (Luke) om hur en mer omfattande undersökning skulle kunna genomföras. På grund av de två föregående årens utsatta situation i framför allt Torneälven och Mörrumsån när det gällde nystigen fisk, beslutades att fokus för svensk del skulle ligga på dessa två vattendrag, och för finsk del låg fokus på Torneälven. Det beslutades också att uppdraget avseende Torneälven skulle genomföras som ett gränsöverskridande projekt. Denna rapport behandlar framför allt resultaten från SVA:s och Eviras undersökningar i Torneälven och Bottenviken, men även en del prover som tagits i övriga älvsystem i Finland har inkluderats. Dessutom har extra data avseende bland annat fiske i svenska territorialvatten i Östersjön inkluderats. Data avseende enbart provtagningar i svenska älvsystem finns beskrivna i ”**Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016**”.

SITUATIONEN I VATTENSYSTEMEN DE SENASTE ÅREN

Torneälvens vattensystem inklusive Lainio-, Muonio-, Könkämä- och Lätäsälven

Torneälven är Östersjöns viktigaste älv för reproduktion av vildlax. Miljömyndigheter, fiskare och andra privata observationer beskrev en omfattande förekomst av lax med avvikande beteende, sjuklighet och dödlighet framförallt under perioden mitten av juni till mitten av augusti 2014. Sjukligheten och dödligheten avklingade därefter. Observationerna rörde lax med sårskador och/eller svamp men också enstaka laxar utan yttre tecken på sjukdom men med ett slött beteende och svårigheter att vandra uppströms. Sjukligheten beskrevs vara mer omfattande i den mellersta delen av Torneälven (Pajala och uppströms). Sommaren 2014 uppmärksammade man också på flera ställen vita beläggningar längs stränderna när vattennivån sjönk i slutet av juni. Dessa band var dock sannolikt alger som inte har någon negativ effekt på fisken (*S. Stridsman, länsstyrelsen Norrbotten, pers. komm.*). I Finland rapporterades det mycket döda sjuka och laxar även från Muonioälven. Lapplands NMT-central uppskattade att minst 1000 – 2000 laxar dog på finska sidan av Torneälven under sommaren 2014. Förloppet var liknande under 2015 och då iaktogs också laxsteg där många individer hade hudförändringar i form av ljusa fläckar på huvud och stjärt vid bron i Anttis i Pajala.

Andra vattensystem

Andra vattendrag som Kalixälven och Luleälven har också rapporterat hög andel fisk med liknande problem sommartid, främst under 2014. Mörrumsån i södra Sverige har haft problem både 2014 och 2015 (se ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar under 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”). Förutom Torneälven har Finland en utbyggd laxälv, Simoälven, som mynnar i Östersjön. Vare sig i denna eller i mynningarna till de utbyggda älvarna Kemi-, Ijo- eller Uleälven har onormal sjuklighet eller dödlighet iakttagits.

Fiskare har dock rapporterat sårskadad fisk ifrån Bottenviken. Enligt Eviras årliga stamfiskundersökningar har prevalensen av virus- och BKD-bärare också varit mycket låg. Ett flertal olika älvsystem som mynnar i Östersjön har haft hög förekomst av svampangrepp under höstarna 2013 – 2015. Dessutom har svamp observerats på t ex sik redan i fällor i Bottenviken. I vattendrag mynnande på svenska västkusten, till exempel i Rönneån, Stensån, Lagan och Nissan, observerades kraftiga svampangrepp och dödlighet på fisk innan lek under 2015.

GENOMFÖRANDE

Provtagningar

I samband med provtagningarna samlades en mängd data in. Fångstplats, art, kön, vild eller kompensationsodlad, längd, vikt (eller uppskattad vikt), blank eller färgad noterades i journalen. Dessutom noterades alla onormala yttre och inre fynd. Skador, t ex fjällförluster och skador från huggkrok, som uppenbart uppkommit i samband med fångst noterades också men har uteslutits ur alla sammanställningar.

SVA genomförde obduktioner 21 – 24/6 vid Risudden under flytnätsfisket, 28 – 29/6 vid Kengisforsen och 30/6 ute på Seskarö på kustfångad fisk. All fisk fångades levande och obducerades inom 5 timmar efter avlivning, utom fisken på Seskarö som avlivades 28 – 29/6 (sista dagarna med kustfiske på lax) och hölls isad tills obduktion kunde genomföras på torsdagen 30/6. Samtliga fiskar fotodokumenterades i samband med obduktionen.

I samband med obduktionerna togs en rad prover rutinmässigt enligt följande:

- Njure, hjärta, mjälte för virusodling. Organ från max 10 fiskar poolades i samma prov
- Prov från njure och i ett fåtal fall från hud för bakteriologisk odling.
- Olika organ för histologisk undersökning. Som standard tog hjärta, muskel och njure. Därutöver togs prov på hudförändringar och eventuella inre organ med synliga förändringar vid obduktionen.
- Blodutstryk från hjärta eller i enstaka fall njure
- Hud samt njure, hjärta och mjälte för eventuell helgenomsekvensering. Organen konserverades i RNAlater och placerades efter ankomst till SVA omedelbart i -70°C frys i väntan på eventuell analys
- Fettfena och fjäll för eventuell genetisk analys och åldersbestämning
- Muskel samt lever för eventuell miljögiftsanalys

Från ett mindre antal individer togs även, om indikerat

- Svampprov från infekterad hud eller gäle
- Njure för undersökning av Renibakterios/BKD
- Gäle, hjärta och njure för analys av Infektiös laxanemi-virus (ISAV)
- Hjärta för undersökning av Piscint reovirus (PRV)
- Enstaka parasiter eller andra intressanta fynd

SVA deponerade provtagningsmaterial och instruktioner för provtagning i Lainioälven samt övre Torneälven i Pajala. Material deponerades också i Övertorneå för den händelse att sjuk fisk skulle fångas vid flytnätsfisket i Jouksengi, samt på Seskarö i händelse av sjuk lax eller öring som bifångst på eftersäsongen.

Evira hade under 2016 som mål att i större utsträckning engagera laxfiskare och fisketurismföretag i övervakningen och provtagningen än under tidigare år. Erfarna fiskare lärdes upp för att ta prov till histopatologisk undersökning – först och främst hudprov från laxar med sår. För detta ändamål undervisades ett tjugotal personer i Pello-Kolari samt Torneå-, Kemi- och Simotrakten. Många fiskare förde också loggbok över sin laxfångst och inkluderande datum och antal fångade sjuka fiskar.

Evira observerade fångad lax vid drivnätsfisket i Karunki den 22 – 23/6 och 9 – 10/7 och obducerade fiskar med symptom. Obduktion gjordes också i, eller prover skickades från Torneå, Pello, Kolari och i Bottenviken efter kontakt med fiskare som fångat sjuk fisk. I Karunki påbörjades obduktion och provtagning inom ½ timme från fiskarnas avlivning och i andra fall senast under följande dag. Även fisk som fångades vid stamfisket i Kemi-, Ijo- och Uleälvens mynningar och obducerades i Eviras laboratorium i Uleåborg kopplades till projektet om de uppvisade synliga skador. I oktober kom även larm till Evira om svampangripen fisk i Torneälven. Mellan 10 - 31 oktober avlivades och öppnades totalt 20 laxar, framför allt från Pellotrakten, för att se om fiskarna hade lekt, och därefter togs prov för svampisolering.

Längd och vikt (i ett fåtal fall uppskattad vikt) användes för att bestämma konditionsfaktor (CF) hos fiskarna. Konditionsfaktorn räknades ut med formeln: $100 \times \text{vikt (g)} / (\text{längd (cm)})^3$ (1).

Analyser

Histologi och cytologi

Efter fixering i formalin skars prover ut och preparerades för histologisk läsning. Blodutstryk för cytologi lufttorkades innan preparering. Rutinfärgning för vävnad är Hematoxylin & Eosin (HE). Därutöver gjordes specialfärgning för att lättare identifiera t ex svamphyfer och bindvävsinväxt. May Grünwald Giemsa är rutinfärgning för bedömning av blodceller, och var därför den färgning som användes för cytologi.

Allmän screening av virusförekomst

För virusanalys på fisk gör SVA och Evira rutinmässigt odling på cellkultur, och laboratorierna följer då Kommissionens beslut 2001/183/EC (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001D0183&qid=1483918483597&from=EN>). Organmaterial (njure, hjärta och mjälte poolat från max 10 fiskar) odlas på två cellinjer under 14 dagar. En del av proverna odlades på ytterligare en eller två cellinjer för att vidga spektrum av virus som kunde plockas upp. Cellodling påvisar endast växt av virus, och isolerat virus måste sedan typas vidare med antigen-ELISA samt kvantitativ (realtids)PCR (qPCR) där man uppförökar en liten bit DNA eller RNA från det man letar efter.

Sjuk fisk och referensfisk (kustfångad utan symptom) poolades separat. Från en fisk med symptom som skiljde sig från övrig fisk gjordes enskild virusodling. Fisk som provtogs olika dagar poolades inte heller då analys på laboratoriet ska påbörjas inom 48 timmar efter provtagning. För prover tagna i Torneälven v 25 frystes viruspooler då det inte var möjligt att få in dem till laboratoriet samma vecka. Det totala antalet genomförda virusodlingar och de cellkulturer som använts finns i Tabell 1.

Tabell 1. Antalet prover odlade på olika cellkulturer fördelat på provtagnings-lokal och månad. Eri solulinjoissa virusten varalta tutkittujen näytteiden määrät pyydystyspaikoittain ja kuukausittain. Number of samples cultured on different cell lines, sorted by sampling location and month.

Cellkultur/Solulinja/Cell line Lokal/Paikka/Location	BF-2	FHM	RTG-2	CHSE-214
<i>Torneälven/Tornionjoki/Torne river</i>				
Juni/Kesäkuu/June	4	4	-	1
Juli/Heinäkuu/July				
Augusti/Elokuu/August				
September/Syyskuu/September				
Oktober/Lokakuu/October				
<i>Bottenviken/Perämeri/Bothnian Bay</i>				
Juni/Kesäkuu/June	2	2	-	1
Juli/Heinäkuu/July				
Augusti/Elokuu/August				
September/Syyskuu/September				
Oktober/Lokakuu/October				
<i>Kemiälven/Kemijoki</i>				
Juli/Heinäkuu/July	2	2	1	1
<i>Ijoälven/Iijoki</i>				
Oktober/Lokakuu/October	3	3	3	-
<i>Uleälven/Oulujoki</i>				
Oktober/Lokakuu/October	2	2	-	-

Specifika virusanalyser

Vissa virus växer inte alls, eller är mycket svårödlade och kräver special-behandlade cellkulturer. Dessa virus diagnosticeras i första hand med vanlig PCR eller qPCR. Infektiöst laxanemivirus (ISAV), Salmonid alphavirus (SAV) och Onchorhyncus masou-virus (OMV) är exempel på sådana virus, och som undersöktes på en del av organproverna.

Bakterieundersökningar

Bakteriologisk odling görs genom direktutstryk på agarplatta eller genom provtagning till culturette för utstryk vid ankomst till laboratoriet. Alla prover odlades på blodagar, och i Finland även på Shotts Waltmann-agar. I vissa fall odlades prover också på speciella agarsorter för mer svårödlade bakterier.

Proverna inkuberades upp till en vecka innan slutavläsning och verifiering av misstänkta patogena bakterier genom biokemiska tester samt MALDI-TOF. Som rutin görs undersökning för renibakterios/BKD med hjälp av antigen-ELISA, och påvisad infektion verifieras genom qPCR. Evira gjorde även en del odling för BKD, som är långsamväxande. Plattorna inkuberas då under sex veckor.

Svampundersökningar

Svampodling gjordes på speciell svampagar och i enstaka fall på blodagar. Preliminär bedömning avseende vattenlevande algsvampar (*Saprolegnia* spp. eller inte) gjordes genom mikroskopering av hyfer från växande kolonier. Diagnostik för svamp på fisk görs inte rutinmässigt vid SVA och Evira eftersom svamp som finns på våra breddgrader räknas som en sekundärinfektion på djurslaget. Tillgängliga referenser avseende diagnostik för svamp fokuserar i huvudsak på *Saprolegnia* spp., som är den klassiska svampinfektion, s.k. vattenmögel, som drabbar fisk, med vita beläggningar fläckvis över kroppen. SVA började därför i samband med projektet utveckla diagnostik för svamp genom att sätta upp en PCR-metod för att göra artbestämning (2). Alla svampisolat från projektet har testats med hjälp av metoden.

Helgenomsekvensering

Helgenomsekvensering (MiSeq, Next generation sequencing/NGS) innebär att man uppförökar allt DNA eller RNA i ett vävnadsprov för att leta efter till exempel bakterier eller virus som inte går att isolera vid rutinmässig metodik. Det uppförökade DNA/RNA sekvenseras och jämförs med publicerade sekvenser avseende olika patogener. För att verifiera att uppförökning och sekvensering lyckats jämförs även publicerade sekvenser av DNA/RNA från den art (i detta fall lax/öring) som proverna har sitt ursprung i. SVA använde **dessutom ”state of the art”**-programvarorna SPAdes, DIAMOND och MEGAN6 för att utföra de olika momenten i sekvensanalysen (3-5). Repetitiva sekvenser analyserades inte, utan analysen fokuserades på de delar av DNA/RNA som är kodande för proteiner. Inre organ och prover från hud från tre fiskar med hudblödningar användes för helgenomsekvensering.

Rapportportal

SVA skapade en plattform för en rapportportal och den togs i bruk 2016-05-15. Portalen lades upp i en svensk och en finsk version; vilken version brukaren ser beror på vilka språk-inställningar man har på sin webbläsare. Den som ansluter via mobiltelefonen får upp en anpassad version, portalen finns dock inte som app. Utöver att SVA och finska Evira informerade om portalen engagerades bland annat Sportfiskarnas riksförbund, Länsstyrelserna och Finsk-svenska gränsälvskommissionen, NTM-centralen, Luke, samt många finska turistfiskeföretag i att sprida information om portalen samt länka till den på <https://rapporterafisk.sva.se>. I portalen har rapportören bland annat möjlighet att lägga in fyndplats, fångst-metod eller om fisken bara observerats svag/död, typ av skada och skadans placering. Koordinater för fyndplatsen plockas upp automatiskt om man rapporterar på fyndplatsen och telefonen har aktiv GPS. I annat fall läggs koordinater in manuellt av SVA utifrån vad som angivits under

”vattensystem” och ”fyndplats”. Koordinaterna används för att plotta in alla fynd på en karta, vilken också kan ses av alla som går in i portalen. Det kan vara ett par dagars fördröjning innan fynd utan automatiskt angivna koordinater kommer upp på kartan. Möjlighet finns att ladda upp bild på sitt fynd samt att ange extra information i ett fritextfält. I dagsläget finns inga fält för att ange namn och kontaktuppgifter till rapportören, utan vill man ha direkt feedback eller ge SVA och Evira möjlighet att komplettera angiven information måste man ange dessa uppgifter i kommentarsfältet.

Extra data

Observationer av sportfiskare/lokalbefolkning med fiskerätt

Håvfiskare, trollingfiskare, flytnätsfiskare och guider i Torneälven ombads dokumentera observationer avseende sjukdom och skador på laxfångster under säsongen 2016, samt att rapportera dessa till Evira efter säsongens slut.

Frågeformulär till svenska yrkesfiskare

Ett frågeformulär avseende skador på kustfiskad lax skapades. Frågor ställdes separat avseende lax som huvudfångst och lax som bifångst. Frågorna gällde förekomst av skador uppkomna innan fångst samt fjällförlust i samband med att redskapen vittjas. Formuläret skickades ut i maj enligt en lista som erhöles från HaV, och som innehöll 107 fiskare som varit yrkesverksamma i Östersjön och som rapporterat fångst av lax 2015. En påminnelse skickades ut i augusti till fiskare som ännu inte svarat.

Steg, vattenföring och temperaturer

Data avseende steg av fisk i Torneälven (Kattilakoski), Simoälven (mynningen) och Kalixälven (Jokkfall) erhöles från Länsstyrelsen i Norrbotten. Data från Torne- och Simoälven härrör ursprungligen från datainsamling utförd av Luke. Dagliga data från 1 april till 31 oktober för perioden 2009–2015 avseende vattenföring och för perioden maj-oktober 2006–2016 avseende temperaturer i Torneälven (Kukkolaforsten) hämtades från SMHI, <http://vattenwebb.smhi.se/>, **respektive** erhöles från Finlands miljöcentral (SYKE). Data avseende vattenflöden 2016 fanns inte publicerade 2017-01-11. 2009 användes som referensår för flödesberäkningarna eftersom steget började räknas detta år. För att undersöka eventuella temperaturförändringar över tid valdes dock ett tidigare referensår (2006).

Strömning och skarpsill

Data avseende bestånden av strömning och skarpsill, laxens huvudföda i uppväxtområdena, tillhandahölls av Michele Casini, SLU. De områden som undersöktes var ICES-områden 25 (Bornholmsbassängen), 26 (Gdanskbukten), 28 (Gotlandsdjupet) och 30 (Bottenhavet), vilket enligt Ikonen (6) är de huvudsakliga områden lax från de nordligaste Östersjöälvarna vandrar till.

Statistik

Statistik gjordes i STATA 13.1. Jämförelser avseende CF gjordes med T-test (för lika eller olika varians enligt test) eller Wilcoxon rank-sum test, beroende på

antalet individer i jämförda grupper. Rank-sum test användes också om det var färre än fem individer i någon av två ingående grupper, men genomfördes även för att jämföra med T-test om färre än 10 individer ingick i någon av grupperna. Vattenförings- och temperaturdata modellerades med linjär regressionsanalys avseende år, månad och interaktion mellan de två variablerna. Jämförelser gjordes mot referensår 2006 (temperatur) och 2009 (vattenföring) samt mellan åren 2014 – 2016. Efteranalys av modellerna gjordes för att bedöma hur väl de kunde förklara variationer i data.

RESULTAT

Observationer och läget 2016

I Torneälven hade sjukdomsläget lugnat ner sig avsevärt 2016. Detta noterades på plats i juni-augusti genom kontakter med lokalbefolkning och fiskeguider. Även efter provtagningarna har rapporter om mindre sjuklighet än 2014 - 2015 kommit både till SVA och till Evira. Antalet rapporter i rapportportalen var färre än de som gjorts per telefon och e-mail under föregående år.

I flera andra älvsystem i Sverige observerades stor laxmortalitet 2016. Av detta finns det en separat rapport (**se ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”**). På finska sidan av Bottenviken finns det bara en laxälv utöver Torneälven, nämligen Simoälven. Fastän det var rekordhögt stegav lax, togs det inte kontakt med Evira rörande sjuka eller döda laxar i Simoälven. Från Bottenvikens havs- och terminalfiskeområden vid Kemi-, Ijo- och Uleälven, anmälde fiskare sårade laxar eller fiskar med hudrodnad i fångsten, men inte förekomst av döda fiskar med undantag av några enstaka laxar. Några fiskare rapporterade emellertid, att mängden av laxar med sår eller rodnad i huden var oroväckande hög, särskilt i Bottenvikens nordligaste delar och terminalfiskeområdet för Kemiälven.

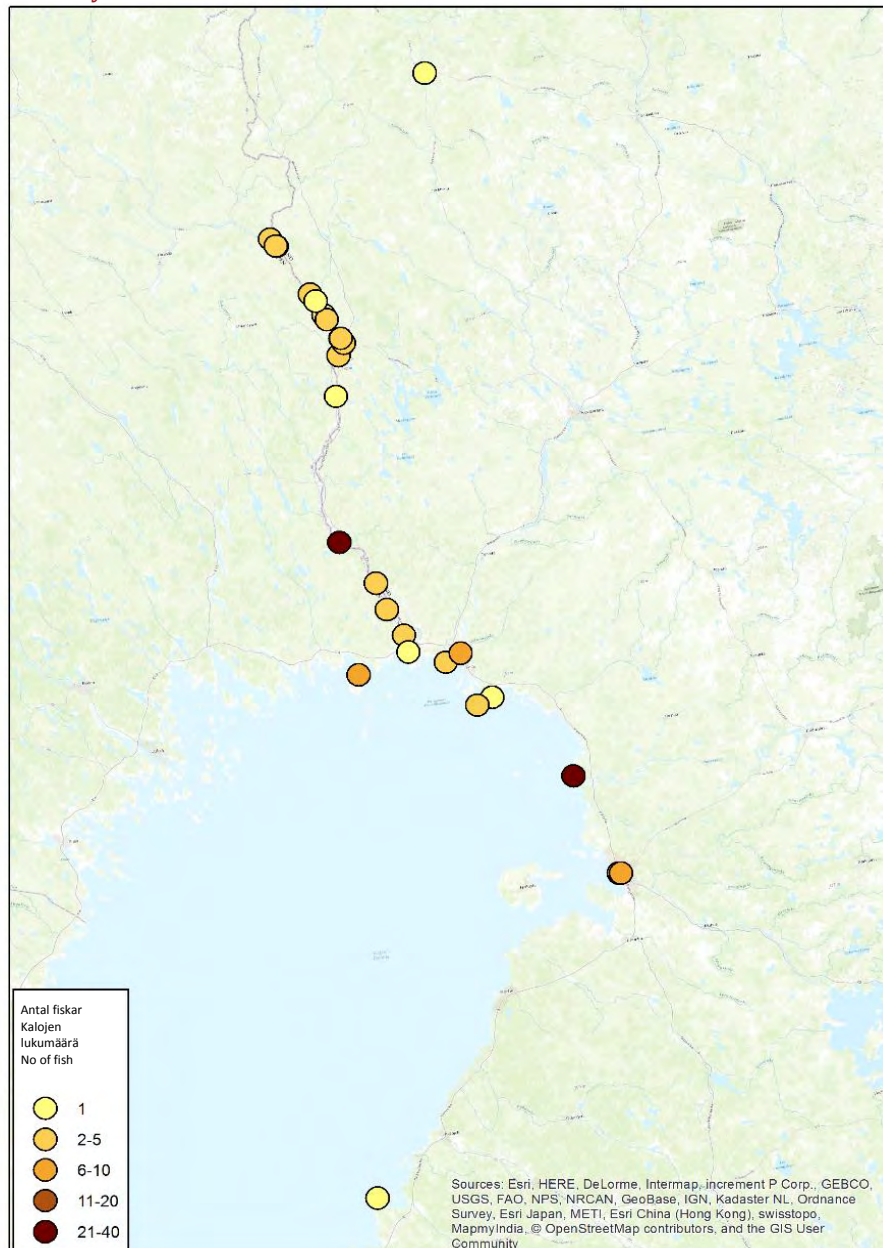
Under hösten 2016 har det återigen varit omfattande svampangrepp på lekfisk både i Torneälven och andra älvsystem i Sverige och Finland. Angreppen har setts både på fisk som inte hunnit leka ännu och på utlekt fisk.

Provtagningar

Sammanlagt inkluderades 131 fiskar i undersökningarna. De geografiska provtagningspunkterna kan ses i Figur 1. Av dessa har 96 fiskar obducerats och sex honor har enbart öppnats för kontroll av ifall de hade lekt (oktober). Resterande 29 fiskar har guider eller sportfiskare tagit ut prover från. Vid flytnätsfisket i Karunki inkluderades 10 fiskar med hudförändringar i projektet. Vid Eviras hälsokontroll av stamfisk från Kemi-, Ijo- och Uleälvens mynningar valdes ytterligare 40 laxar med hudförändringar ut till projektet. SVA obducerade 22 fiskar vid flytnätsfisket vid Risudden, 2 spöfångade fiskar vid Kengisforsen samt 10 fiskar fångade i push up-fälla på kust. SVA inkluderade alla fiskar oavsett om de var skadade eller inte. Inga uttagna prover från fiskeguider/fiskare kom in till SVA, däremot skickades prover från 29

fiskare/guider till Evira. Artfördelningen var 123 laxar, 4 öringar, 2 sikar samt 1 vardera av harr och benlöja. Fiskarna kom från Torneälvsystemet (67 st varav 62 laxar, 2 öringar, sikarna, harren och löjan), Bottenviken (15 st varav 14 laxar, 1 öring), Kemiälven (21 st varav 20 laxar, 1 öring), Ijoälven samt Uleälven (21 respektive 7 laxar). Fiskarna från Kemi-, Ijo- och Uleälven var kompensationsodlade medan alla fiskarna från Torneälven och Bottenviken (okänd älvviltillhörighet) var vilda (ej fenklippta/märkta).

Figur 1. Provtagningspunkter i Torneälven, Kemiälven, Ijoälven, Uleälven och Bottenviken. Näytteenottoaikat Tornion- ja Kemijoessa sekä Ii- ja Oulujoki-suissa ja Perämerellä. Sampling locations in Torne river, Kemijoki, Iijoki, Oulujoki and the Bothnian Bay.



Könsfördelningen var 88 honor, 30 hanar, och kön är okänt hos 13 fiskar. Antal år/vintrar i havet bestämdes hos 75 fiskar, varav 73 laxar och 2 öringar. Antal vintrar i havet varierade från 1 - 5, med en median på 2 (62 st, 83 %). Öringarna hade varit två respektive tre vintrar i havet. Förutom två laxhonor med tre respektive fem vintrar i havet, samt en laxhane med fem havsvintrar var alla fiskar (96 %) förstagångslekare. Smoltålder kunde bedömas hos 32 vildfödda laxar, och den varierade mellan 2 – 4 år, där merparten smoltifierade vid 3 års ålder (24 st, 75 %). Vikt, längd, konditionsfaktor (CF) och havsålder per fångstplats finns i Tabell 2. En lax fångad i Bottenviken var en besa (CF 0.46) och inte representativ för återvändande lax. En lax från Uleälven var en avvikare åt andra hållet (CF 1.28). Dessa två fiskar uteslöts från analysen avseende CF och kön respektive månad. För lax var det ingen skillnad i CF mellan hanar och honor de månader då båda könen provtagits. Det var heller ingen skillnad i CF mellan laxar fångade i Torneälven, Kemiälven, Uleälven eller i Bottniska viken, och dessa behandlades därför som en population. Ijoälven avvek från övriga fångstområden med signifikant högre CF, ofta hos både honor och hanar, under de månader älven var representerad (Tabell 3). Vid månadsvis jämförelse av CF räknades därför inte Ijoälvens fiskar med i materialet. På grund av få observationer för respektive älvsystem under juli slogs även observationerna för juni och juli ihop för den månadsvisa jämförelsen. Laxarna från oktober hade signifikant lägre CF jämfört med de från juni-september, medan CF i juni till september inte skiljde signifikant (Tabell 3). Ingen jämförelse per månad gjordes för övriga arter på grund av få fiskar. Fiskens ålder i antal vintrar i havet påverkade inte CF (Wilcoxon rank-sum test, $p > 0.05$).

Tabell 2: Data (medelvärde, standardavvikelse, spann) avseende havsvintrar, längd, vikt och konditionsfaktor per art, vattendrag och kön. Uppskattade vikter och konditions-faktorer anges i kursiv stil. Merivuosisien lukumäärä, pituus, paino ja kuntokerroin (keskiarvo, keskihajonta, vaihteluväli). Arvioon perustuvat tiedot on kirjoitettu *kursiivilla*. Data (average, standard deviation, range) on sea winters, length, weight and condition factor per species and water system, separated by sex. Estimated weights and condition factors are written *in italics*

Art/Laji/Species Fångstplats/Pyydystys- paikka/Location	Honor/Naaraat/Females				Hanar/Urokset/Males			
	<i>Havsvintrar/ Merivuosisia/ Sea Winters</i>	<i>Längd/Pituus/ Length (cm)</i>	<i>Vikt/Paino/Weight (kg)</i>	<i>CF*</i>	<i>Havsvintrar/ Merivuosisia/ Sea Winters</i>	<i>Längd/Pituus/ Length (cm)</i>	<i>Vikt/Paino/Weight (kg)</i>	<i>CF*</i>
<i>Lax/Lohi/Salmon</i>								
Torneälven/Tornionjoki /Torne river	2 (n=23) 3 (n=3) (N=61; 46/10/5) ²	88.2 ± 8.23 (74 – 107)	6.9 ± 2.3 (4.4 – 12.7) <i>4.6 ± 0.1 (4.5, 4.6)</i>	0.95 ± 0.14 (0.61 - 1.13) <i>1.00 ± 0.04 (0.97 – 1.03)</i>	2 (n=2) 3 (n=1)	93.8 ± 5.1 (86 – 100)	8.8 ± 3.6 (5.5 – 18.2)	0.96 ± 0.11 (0.81-1.13)
Bottenviken/Perämeri/ Bothnian bay (N=12; 5/7/2) ²	2 (n=2)	90.7 ± 6.7 (85 – 98)	7.2 ± 1.6 (5.7 – 9.5)	0.98 ± 0.04 (0.93 – 1.01)	1 (n=1) 2 (n=4)	73.9 ± 17.5 (52 – 96)	4.5 ± 3.0 (0.7–8.5)	0.93 ± 0.21 (0.47 – 1.06)
Kemijoki (N=20; 14/2/4) ²	2 (n=11) 3 (n=1)	90.5 ± 5.8 (77 – 104)	7.0 ± 1.7 (4.4 – 11.5)	0.93 ± 0.08 (0.73 – 1.03)	2 (n=2) 3 (n=1)	94.5 ± 0.7 (94, 95)	8.5 ± 0.1 (8.4, 8.6)	1.01 ± 0.04 (0.98 – 1.04)
Iijoki (N=21; 14/7) ²	1 (n=1) 2 (n=13)	88.3 ± 7.7 (66 – 97)	7.8 ± 1.7, (3.5 – 9.9)	1.12 ± 0.07 (1.00 – 1.23)	1 (n=2) 5 (n=1)	86.1 ± 18.1 (60.5 – 104)	8.1 ± 4.3 (2.1 – 12.8)	1.11 ± 0.11 (0.95 – 1.29)
Oulujoki (N=7; 5/2) ²	2 (n=5)	88.3 ± 6.2 (81 - 97)	6.7 ± 1.5 (5.3 – 8.9)	0.96 ± 0.06 (0.88 – 1.03)	1 (n=1)	75.5 ± 24.7 (58 – 93)	5.8 ± 6.3 (1.3 – 10.3)	0.97 ± 0.43 (0.66 – 1.28)
<i>Öring/Taimen/Trout</i>								
Torneälven/ Tornionjoki (N=2; 2/0)	-	59 ± 8.5 (53, 65)	2.1 ± 1.3 (1.2, 3.0)	0.93 ± 0.22	-	-	-	-
Bottenviken/Perämeri (N=1) - Bothnian bay	-	64	2.8	1.05	-	-	-	-
Kemijoki (N=1)	-	-	-	-	3	66	2.5	0.87
<i>Sik/Siika/Whitefish</i>								
Torneälven/ Tornionjoki (N=2; 1/1)	-	36	0.36	0.77	-	38	0.38	0.70

*Konditionsfaktor/Kuntokerroin/Condition factor = 100 x weight (g)/(length (cm))³

Tabell 3. Konditionsfaktor (CF) hos provtagna laxar per månad och vattensystem samt för friska vs. sjuka laxar. Näytteeksi otettujen lohien kuntokerroin (CF) kuukausittain ja vesistöittäin. Condition factor (CF) in sampled salmon per month and water system, and in healthy vs. diseased salmon.

Månad/Kuukausi/Month Fångstplats/Kalavedet/ Location	Konditionsfaktor/Kuntokerroin/Condition factor			Friska vs sjuka/Terveet vs. vaurioituneet/Healthy vs diseased
	Alla laxar/ Kaikki lohet/ All salmon	Honor/ Naaraat/ Females	Hanar/ Urokset/ Males	
<u>Maj/Toukokuu/May</u>				
Bottenviken (0/1) ¹²	0.46	-	0.46	akuta skador/akuutit vammat/acute injuries (n=11)
Iijoki (3/1)	1.11 ± 0.11	1.09 ± 0.12	1.17	
<u>Juni/Kesäkuu/June</u>				
Torne (30(32)/6)	0.99 ± 0.09 ^a	1.00 ± 0.08 ^p 1.00 ± 0.04	0.98 ± 0.12	friska /terveet/ healthy (n=24)
Bottenviken/Perämeri (3/6)	0.99 ± 0.05 ^b	0.98 ± 0.04 ^e	1.00 ± 0.05	
Kemijoki (1/1)	0.99 ± 0.02 ^β	1.01	0.98	kroniska skador/ kronisia vammoja /chronic injuries (n=28)
Oulujoki (0/1) ²	1.28	-	1.28	
Torne, Kemi, Bottenviken (34/ 13)	1.00 ± 0.09 ^c	1.00 ± 0.08 ^{hq}	1.00 ± 0.08 ^t	1.01 ± 0.07 ^o
Iijoki (10/5)	1.12 ± 0.08 ^{abc β}	1.12 ± 0.04 ^{pq ε}	1.11 ± 0.13 ^t	0.98 ± 0.16 ^s
<u>Juli/Heinäkuu/July</u>				
Torne (2/1)	0.95 ± 0.15	0.98 ± 0.20	0.88	friska inkl. akuta/terveet kroniska skador/ kronisia vammoja /chronic injuries (n=28)
Kemijoki (10/1)	0.96 ± 0.07 ^γ	0.95 ± 0.07	1.04	
Torne, Kemi (12/2)	0.95 ± 0.09 ^δ	0.95 ± 0.09 ⁱ	0.95 ± 0.11	sis. akuutit vammat/ healthy incl. acute (n=35)
Iijoki (1/1)	1.17 ± 0.07 ^{γδ}	1.22	1.12	
<u>Juni+juli/Kesäkuu + Heinäkuu/June + July</u>				
Torne (32/7)	0.99 ± 0.09 ^d	1.00 ± 0.09 ^j	0.96 ± 0.11 ^u	0.98 ± 0.16
Bottenviken (3/6)	0.99 ± 0.05 ^e	0.98 ± 0.04 ^ζ	1.00 ± 0.05 ^v	
Kemijoki (11/2)	0.96 ± 0.07 ^f	0.95 ± 0.07 ^k	1.00 ± 0.04	1.03 ± 0.08
Oulujoki (0/1) ²	1.28	-	1.28	
Torne, Kemi, Bottenviken (46/15)	0.98 ± 0.08 ^g	0.98 ± 0.08 ^{lm}	0.99 ± 0.08 ^r	
Iijoki (11/6)	1.12 ± 0.07 ^{defg}	1.13 ± 0.05 ^{JKI ζ}	1.11 ± 0.11 ^{ruv}	
<u>Augusti/Elokuu/August</u>				
Torne (2/0)	0.98 ± 0.05	0.98 ± 0.05	-	
Kemijoki (2/0)	0.88 ± 0.00	0.88 ± 0.00	-	
Torne, Kemi (4/0)	0.93 ± 0.06	0.93 ± 0.06 ^α	-	
<u>September/Syyskuu/September</u>				
Oulujoki (5/1)	0.96 ± 0.06	0.96 ± 0.06 ⁿ	0.67	
<u>Oktober/Lokakuu/October</u>				
Torne (6/0)	0.68 ± 0.06	0.68 ± 0.06	-	
Kemijoki (1/0)	0.73	0.73	-	
Torne, Kemi (7/0)	0.69 ± 0.05	0.69 ± 0.05 ^{himn α}	-	

¹(antal honor/antal hanar), ²utesluten ur analys; ^{a-q} värden med samma bokstav skiljer signifikant, p<0.001, ttest; ^{rs} värden med samma bokstav skiljer signifikant, p<0.01, ttest; ^{t-v} värden med samma bokstav skiljer signifikant, p<0.05, ttest; ^α värden med samma bokstav skiljer signifikant, p<0.01, Wilcoxon rank-sum test; ^{βγδεζ} värden med samma bokstav skiljer signifikant, p<0.05, Wilcoxon rank-sum test

Symptom vid obduktion

Av de 131 fiskarna klassades 24 som friska (varav åtta hade ärr efter avläkta skador), och övriga hade någon typ av sjuklig förändring (Tabell 4). En fisk kunde uppvisa flera olika symptom. Sårskador var vanliga, många mekaniska och orsakade av t ex nät, krok eller säl (Bild 1, 3 – 6, 8, Bilaga 1). Sex fiskar hade delvis eller helt avläkta skador (Bild 2, 9 – 10, Bilaga 1). Sex av såren var så djupa att de gick in i muskulaturen och ytterligare ett var så djupt att det gått hela vägen in i bukhålan. Två fiskar hade sår som bedömdes som möjlig skada av nejonöga (Bild 11, Bilaga 1).

Tjugoen fiskar klassades som akut sjuka eller skadade, fem hade både akuta och kroniska förändringar och 41 fiskar klassades med kronisk sjukdom eller skada. Uppskattning av skadans ålder saknas för 40 fiskar. En jämförelse av CF mellan sjuka och friska laxar (Tabell 3) visade att laxar med akuta skador hade något bättre CF än de friska. Lax med kroniska skador (inklusive laxar som hade både akuta och kroniska skador) hade lägre CF än laxar med akuta skador men inte lägre CF än friska dito. Eftersom akut skadade laxar inte hade påverkad CF klumpades dessa ihop med de friska laxarna, men gruppen hade inte heller då en signifikant högre CF än den kroniskt sjuka gruppen (Tabell 3).

Några fiskar avvek från övriga fiskar i materialet. Besan som nämnts ovan var i mycket dålig kondition (CF 0.46) med svampangripna sår och gälnekroser, samt parasitangrepp (*Ichtyobodo necator*). En hona (Bild 12 & 13, Bilaga 1) fångad i juni hade omfattande kroniska skador efter fjällförluster, med gulfärgning av huden, utbredda hudblödningar på buken, trasiga fenor och svampangrepp. När honan öppnades hade hon en tydlig infektions-/blodförgiftningsbild (förstorad mjälte, blödningar på bukhinnan och vätska i bukhålan, blek njure).

Hos övriga 94 fiskar sågs inga inre förändringar som tydde på systemisk infektion. Gälarna var generellt fina. En fisk hade mycket slem på gälarna och en hade gälnekroser. Inga omfattande förändringar hittades på inre organ.

Bandmask (*Eubotrium* spp.) var vanligt förekommande, men detta är normalt på nystigen fisk. En fisk hade små vita prickar på hjärtat. Fyra fiskar hade något rundad mjälte. Tre fiskar hade synlig leverförfettning (gul färg), två hade kraftig blodfyllnad och en hade enstaka små vita prickar som bedömdes som parasitgranulom på ytan. En fisk hade en omfattande blödning mellan simblåsan och njuren och en hade en muskelblödning som sträckte sig hela vägen in till njure och bukhåla. Dessa bedömdes som orsakade av trubbigt våld i samband med fångst. Ytterligare en hade en ökad kärlteckning och melanisering där en avläkt skada gått hela vägen genom bukväggen. Mest udda var en fisk med inflammerad simblåsa, där två stora fenstrålar från en annan fisk hittades inuti simblåsan.

Tabell 4. Utvändig fynd vid obduktion. Ruumiinavauksissa todettuja silmämääräisiä muutoksia. External findings at necropsy

Förändring/Muutos/ Finding	Totalt antal fiskar/Kaloja yhteensä/ Total number of fish	Torneälven/Tornion- joki/Torne river (n=67)	Bottenviken/ Perämeri/Bothnian Bay (n=15)	Kemiälvens mylning/Kemi- jokisuu/ Estuary of Kemijoki (n=21)	Ijoälvens mylning/Iijokisuu/Estuary of Iijoki (n=33)	Uleälvens mylning/Oulujokisuu/Estuary of Oulujoki (n=7)
Inga symptom/Ei muutoksia/No symptoms	24/131 (18 %)	15	8	0	0	1
”UDN”	4/131 (3 %)	0	2	0	2	0
Blödning, rodnad/ Verenvuoto, punoitus/ Hemorrhage, erythema	29/131 (22 %)	14	2	0	6	1
Sår/Haavoja/Wounds	62/131 (47 %)	32	3	15	9	3
- varav mekaniska /joista traumaattisia/of which traumatic	19/62 (31 %)	12	0	1	5	1
-ej mekaniska/ei mekaanisesti syntyneitä/ ulcerations	35/62 (56 %)	13	3	13	4	2
Både mekaniska och andra sår/Sekä traumaattista alkuperää että muita haavoja/ Both traumatic wounds and ulcerations	8/62 (13 %)	7	0	1	0	0
Fjällförlust/Suomujen irtoamista/Scale loss	5/131	1	2	0	1	1
Svamp/Sienikasvustoa/ Fungus	13/131 (10 %)	8	1	1	2	1
Böld /Paise/Abscess	2/131 (2 %)	0	2	0	0	0
Pigmentförändring/Muutos pigmentaatioissa/ Pigment change	6/131 (5 %)	2	0	0	2	2

Analyser

Histologi och cytologi

Hud från sju fiskar som vid obduktion bedömts ha akuta blödningar eller rodnad (Bild 7 & 8 Bilaga 1) visade vid histologisk bedömning upp en kronisk inflammationsbild, med förekomst av makrofager och lymfocyter i de djupare hudlagren och hos tre av fiskarna sträckte sig inflammationen genom underhudens fettlager till underliggande muskulatur med inflammation, blödningar och påbörjad vävnadsdöd (Bild 23 & 24, Bilaga 1).

Öppna hudsår hade ofta liknande ospecifika inflammationstecken i hud, underhud även ner i muskulaturen. Många gånger sågs även svamphyfer (Bild 18, Bilaga 1), vilket sannolikt representerar en sen fas i sårprocessen.

Svampinfektion sker ofta sekundärt till hudskador men om svamphyfer har invaderat huden kan inte den ursprungliga orsaken bedömas, då hyferna förändrar vävnadens utseende. Detta försvårar ibland diagnostiken av icke akuta skador. I anslutning till 14 av 88 (16 %) hudsår kunde en mycket ytlig nekros, som verkade vara förstadium till sårbildning, ses (Bild 19 – 22, Bilaga 1).

Denna förändring finns inte beskriven i fiskpatologin och dess ursprung är okänt. Förändringen skiljer sig klart från UDN och var mycket vanligare förekommande i materialet. Diagnosen UDN ställs med histologi och tre kriterier ska vara uppfyllda: 1) Det ska saknas slemceller i hudens yttersta skikt (epidermis) i området runt skadan, 2) det ska finnas hålrum efter döda celler, s.k. pemphigus-liknande vakuoler, i de nedersta cellagren i epidermis, samt 3) pigmentcellerna under epidermis ska luckras upp (se Bild 16, Bilaga 1). Av fyra fiskar med UDN-liknande skador var det bara en som uppfyllde alla kriterier för UDN. I fyra av 88 (4.5 %) sår uppfylldes 1 – 2 av kriterierna.

Av inre organ undersöktes 55 hjärtan, 33 njurar, 10 mjältar och 14 leverar. Dessutom undersöktes synbart frisk ryggmuskel från 24 fiskar. 23 hjärtan hade inga förändringar. Hjärtmuskelinflammation av lindrig grad sågs hos nio fiskar och måttlig grad hos tre fiskar (Bild 25, Bilaga 1), varav en hade granulom och en fisk hade en delvis nedbruten mask med kraftig inflammation runt om i den luckra muskelvävnaden i hjärtkammaren. Hos de flesta fiskarna var de inflammatoriska cellerna makrofager och lymfocyter. Sju fiskar hade bindvävsknutor i hjärtmuskeln, indikerande tidigare inflammation. Elva fiskar hade måttlig eller riklig mängd makrofager och lymfocyter i hjärtblodet utan att hjärtmuskeln föreföll inflammerad. Hjärthinnan var lindrigt inflammerad hos 11 fiskar, måttligt inflammerad hos tre och kraftigt inflammerad hos en fisk. Två fiskar hade blödning i hjärthinnan. Sex fiskar hade både hjärthinne- och hjärtmuskelinflammation. Inflammationerna var i de allra flesta fall av kronisk natur med makrofager och lymfocyter. Två mjältar hade minskad mängd blodbildande celler och en hade lindrig till måttlig förekomst av hemosiderin. Åtta leverar hade förändringar. Tre hade inflammatoriska celler runt kärlen i levern, två var stasade och tre leverar hade flera olika förändringar med måttlig förfettnings (2 st), blödning (1 st), celldöd (2 st), stas (1 st) och parasitgranulom (2 st).

Påtagliga sjukliga förändringar observerades i ett fåtal njurar. Tre fiskar hade tecken på nedsatt blodfiltrering, genom ödem i njurens glomerulinystan. Hos 31 fiskar noterades en måttlig till stor mängd vita blodkroppar i njurens blodkärl. En fisk hade granulom efter tidigare lokal infektion i njuren.

Hos 15 fiskar sågs påverkan av ryggmuskulaturen i form av muskelsönderfall. Hos fyra fiskar var sönderfallet mycket lindrig, hos åtta fiskar måttlig och hos tre fiskar kraftig i omfattning (Bild 27, Bilaga 1). Skadorna var i huvudsak akuta, endast tre fiskar hade sönderfall som pågått så länge att inflammatoriska celler var närvarande i de döda muskelcellerna. Ytterligare en fisk hade en lindrig inflammation mellan några muskelsepta. Ödem eller inflammatorisk vätska mellan muskelcellerna förekom hos sex av dessa fiskar, och ytterligare nio fiskar utan tecken på muskelsönderfall.

Vid screening av röda och vita blodkroppar kunde konstateras att alla undersökta fiskar (33 st) i varierande omfattning hade mycket små, oftast enstaka, s.k. inklusionskroppar i de röda blodkropparna (erytrocyterna, Bild 26, Bilaga 1). Inklusionerna var oftast mörka, i tjocka preparat något refraktila. Hos fyra fiskar förekom deformerade (amöbaliknande form) erytrocyter. Lindrig förekomst av döda erytrocyter sågs hos 10 fiskar, medan måttlig förekomst sågs hos 18 fiskar och riklig förekomst sågs hos 5 fiskar. Sju fiskar med måttlig till riklig förekomst av döda erytrocyter hade också måttlig till riklig förekomst av omogna (nybildade) erytrocyter. Ytterligare en fisk hade ökad förekomst av omogna erytrocyter i kombination med lindrig förekomst av döda erytrocyter. Sjutton fiskar hade ökad mängd vita blodkroppar (leukocyter), av dessa hade fyra ökad mängd neutrofiler, två hade ökad mängd monocyter/ makrofager och två både mycket neutrofiler och monocyter. Fragmentering av blodplättarnas (trombocyternas) kärna (Bild 26, Bilaga 1) i sågs hos 26 av fiskarna.

Virus

Ingen växt av virus kunde påvisas vid cellodling. Undersökning för ISAV gjordes på tre prover från fisk med hudblödningar i Torneälven och Bottenviken (Seskarö). Undersökning för SAV gjordes på 9 prover från Torneälven, 2 prover från Bottenviken, 16 prover från Kemiälven, 21 prover från Ijoälven och 6 prover från Uleälven. OMV undersöktes på två prover från Ijoälven. Inget virus kunde påvisas genom PCR.

Bakterier

Bakterieodling gjordes från 87 fiskar, varav specifik bakterieväxt endast kunde påvisas hos ett fåtal individer. Identifierade bakterier var *Yersinia ruckeri* biotyp 1 (1 st), *Flavobacterium psychrophilum* (*F. psychrophilum*, 4 st), atypisk *Aeromonas salmonicida achromogenes* (ASA) samt *Iodobacter fluvialtilis* (*I. fluvialtilis*, 1 st), *Aeromonas sobria* (*A. sobria*, 1 st), *Enterobacter* sp (1 st), *Chryseobacterium* sp (1 st). Från två fiskar isolerades bakterier (ASA & *I. fluvialtilis*, samt *F. psychrophilum*) från sår, medan övriga sju fall isolerades från njure. BKD kunde inte påvisas vid undersökning av prov från 41 fiskar.

Svamp

Svamp växte från 21 av 38 fiskar som provtagits. Enligt preliminär bedömning växte *Saprolegnia* spp. i 16 prover, blandflora med *Saprolegnia* spp. i ett prov och växt av annan svamp i fyra prover. PCR påvisade *Saprolegnia parasitica* (*S. parasitica*) i sju prover, *Phoma*-like spp. i tre prover, en PCR-produkt med dubbla band som inte kunde sekvenseras i två prover, *Phoma*-like spp. och dubbelband i ett prov och från ett prov stämde inte sekvensen med någon publicerad svampart. Från sju prover gick det inte att få fram någon PCR-produkt.

Helgenomsekvenseringar

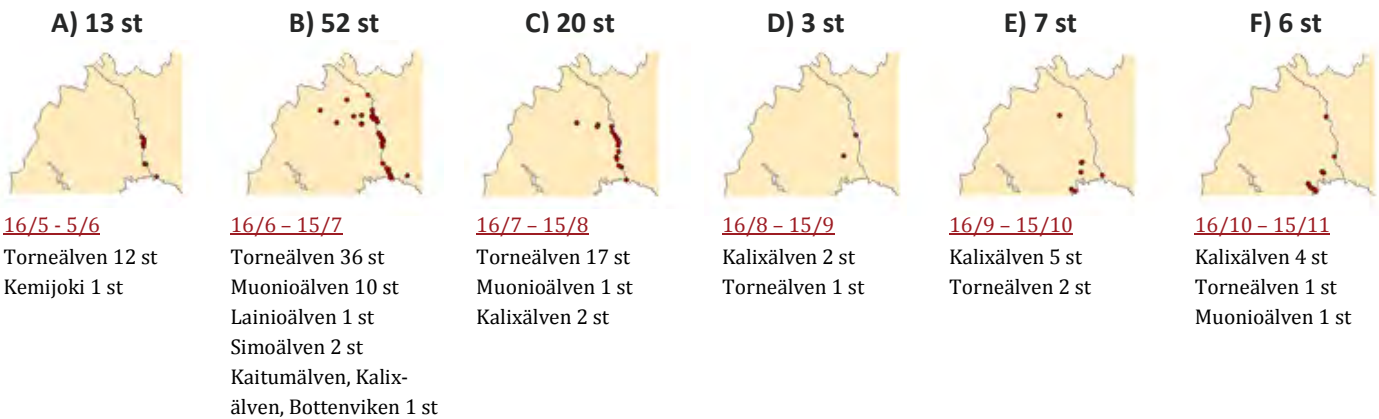
Helgenomsekvenseringarna gav träffar för virus och bakterier. Förekomst av proteiner som uttrycks hos familjerna Herpesviridae och Iridoviridae påvisades hos alla tre fiskarna. Matchningar mot iridoviruset Infectious spleen and kidney necrosis virus (ISKNV) och Koiherpesvirus (CyHV-3) fanns representerat hos alla tre; träffar på Cyprinid herpesvirus 1 (CyHV-1), Salmonid HV-1 och Acipenserid HV-2 hos två och Ictalurid HV-1 hos en fisk. Avseende bakterier erhöles träffar mot *A. dhakensis* hos två fiskar och hos en av dessa fanns även träffar mot *F. columnare*, *F. psychrophilum* och *Piscirickettsia salmonis* (*P. salmonis*).

Rapportportalen

Från Torneälven och närliggande vattensystem kom totalt 101 rapporter om observationer gjorda mellan den 15 maj och den 15 november 2016 (Figur 2). Åtta rapporter hade angivit att ytterligare sjuka fiskar observerats utöver den som registrerats i portalen. I sju av dessa rapporter fanns ett specifikt antal **fiskar angivet och i en stod ”flera öringar”, vilket skrevs om till tre fiskar. Totalt** registrerades då 122 fiskar på 101 rapporter. För några av rapporterna där foto bifogats har rapporterad art (lax, öring eller där lax/öring inte kunnat avgöras) ändrats. Antalet rapporterade fiskar per art var därefter följande: 112 laxar, 6 öringar, 2 osäkra - lax eller öring, 1 sik samt 1 harr.

De flesta fiskarna hade observerats döda eller sjuka (68 st), därefter var fiskar fångade på wobblers eller skeddrag (45 st). Utöver dessa var två fiskar fångade på fluga, två i nät och en fångad i fälla. För fyra fiskar fanns inte fångsätt rapporterat. Typ av skada fanns rapporterat för 101 fiskar, där 58 fiskar (57 %) hade en typ av skada och resterade 43 fiskar rapporterades ha två eller flera olika skador. Vanligast var svamp/vita fläckar (37 fiskar). Av 21 fiskar som enbart rapporterades ha vita fläckar hade merparten (16 st) observerats i

Figur 2: Månadsvis registrering av 101 observationer avseende Torneälvsystemet och närliggande vattensystem i rapportportalen under perioden 16 maj – 15 november 2016. Tornionjoesta ja läheisiltä vesialueilta internetin raportointiportaaliin ilmoitetut havinnot kuukausittain 16.5.-15.11.2016. Monthly registrations of 101 observations for the Torne river system and nearby river systems in the web based report system during 16 May – 15 November 2016.



oktober. Fisk med svampinfekterade skador observerades under hela perioden utom från mitten av oktober till mitten av november. Trettiosju fiskar hade rodnad eller blödning i huden, 28 fiskar hade sår av mekanisk eller annan orsak, **14 hade ”annan typ av fläckar”, 13 hade fjällförluster, 11 hade trasiga fenor. En fisk från Kemiälven var utan yttre skador, men hade en böld i ena fenbasen vid rensning. Exempel på rapporterade skador finns i Bilaga 2.** Angiven längd och vikt har inte analyserats då det är behäftat med stor risk för felskattning.

Extra data

Observationer av sportfiskare/lokalfolkning med fiskerätt

Håvfiskare på finska sidan av Kukkolaforsen (ca 18 km uppströms mynningen) observerade yttre symptom på fyra laxar under fångstperioden 15 – 30 juni. En bedömdes vara sälskadad, ytterligare en hade varit felkrokad och två hade andra huddefekter. Totalt hade 2.7 % av alla fångade laxar hudsår. Sex lokala trollingfiskare i Pello (ca 150 km uppströms mynningen) fick sammanlagt 79 laxar mellan 1 – 21 juni. Av dessa hade 14 (18 %) huddefekter. En lokal turistfiskeorganisatör i samma område redovisade en av sportfiskare observerad skadefrekvens på 1.9 % (11 av 628 laxar) för samma period, dvs 1 – 21 juni. Månadsvis rapporterade samma organisatör en observerad skadefrekvens 2.1 % (16 av 750 laxar) för juni, 5.8 % (5 av 86 laxar) i juli och 2.2 % (2 av 91 laxar) i augusti.

Under drivnätsfisket vid Karunki (finska fiskelag, ca 40 km uppströms mynningen) kontrollerades laxens hälsotillstånd två gånger. Den 22 – 23 juni var alla laxar blanka och ingen grilse förekom. Sexton av 74 (22 %) hade huddefekter. Den 9 – 10 juli förekom både grilse och fisk med flera vintrar i havet. Hud- eller gälskador observerades hos 3 av 80 (4 %) grilse, och hos 5 av 28 (18 %) av de äldre fiskarna.

Frågeformuläret

Totalt returnerade 50 fiskare (47 %) formuläret. Av dessa meddelade fyra att de slutat fiska, men en av dem besvarade ändå formuläret. Resultaten baseras därmed på rapporter från 47 kustfiskare. Det är oklart hur många av respondenterna som fiskar i Bottenviken, då formuläret var anonymt och alla inte meddelat namn för att undvika att få påminnelse. Push up-fälla, antingen för lax eller kombinerad för lax och sik, var vanligast angivna redskap. I övrigt angavs kombifälla, fälla, flytfälla för lax, laxgarn eller ryssja. Fyra fiskare angav att de fiskar med redskap avsedda för andra arter än lax, t ex torskgarn. Trettioåtta fiskare angav en siffra på totalfångst av lax som huvudfångst, med en variation på 20 – 1000 laxar (median 150 st). Trettiotre fiskare rapporterade bifångst av lax, med en variation från ca 1 lax vart 3 – 4 år till 500/år och en median på 20 laxar/år. Femton fiskare har svarat på frågor om skador på lax som huvudfångst. Fjorton fiskare svarade på frågor om skador på lax som bifångst, där 11 hade noterat typ av skada och 12 hade noterat placering av skada (Tabell 5).

Endast två av de 15 respektive 11 fiskare som noterat typ av skada svarade att man inte brukar se skador. Den absolut vanligast förekommande skadan som rapporterats är mekaniska skador av typen bit- och rivsår. Många har också kommenterat att de ser mycket sälskador, och att frekvensen sälskador har ökat. Ett par fiskare har angett att så mycket som 20 – 25 % av fångsten har haft sälskador. En fiskare anger att skador efter ryckfiske är absolut vanligast med ca 30% förekomst på fisken.

Avseende fjällförlust i samband med vittjning av bifångst (12 svar) eller huvudfångst (31 svar) varierar angiven frekvens från 0 – 30 % respektive 0 – 50 % av fångsten, med en median på 0,5 % för bifångst och 1 % huvudfångst. Medianen, **som representerar det ”mittensta” värdet innebär** här att 50 % (6 st) av yrkesfiskarna inte anser att det uppstår någon fjällförlust när bifångst släpps fri, och att 42 % (13 st) inte anser att det uppstår fjällförluster när huvudfångsten vittjas. Omfattningen av fjällförlusten per fisk uppskattas till 0–30 % av hudytan för både bifångst (median 0 %, 12 svar) och för huvudfångst (median 1 %, 27 svar).

**Tabell 5: Rapportering av skador på laxfångst via frågeformuläret till svenska yrkesfiskare.*
Ruotsalaisille ammattikalastajille tehdyssä kyselyssä raportoidut vauriot lohisaaliissa.* Injuries to
salmon catches, reported through a questionnaire sent to Swedish fishermen.***

Typ av skada/ Vaurion tyyppi/ Type of injury	Huvudfångst/ Pääsaalis/ Main catch	Bifångst/ Sivusaalis/ Accidental catch	Placering av skada/ Vaurioiden sijainti/ Localisation of injury	Huvudfångst/ Pääsaalis/ Main catch	Bifångst/ Sivusaalis/ Accidental catch
Antal svar/Vastauksia/ No of answers	15	11	Antal svar/ Vastauksia/ No of answers	15	12
Ingen skada/ Ei vaurioita/ No damage	2	2	Huvudregionen/ Pään seutu/ Head region	2	1
Hudblödning/ Ihoverenvuoto/ Skin hemorrhage	2	2	Buk/ Vatsapuoli/ Abdomen	9	7
Rodnad/ Punoitus/ Erythema	2	0	Sida/ Kylki/ Sides	7	6
Mekanisk skada redskap/ Mekaaninen vamma, kalastusvälineet/ Mechanical wounds, fishing gear	2	0	Rygg/ Selkä/ Back	2	4
Mekanisk skada bit – el. rivsår/ Mekaaninen vamma, purema- tai viiltohaava/ Mechanical wounds from bites	15	9	Stjärtspole/ Pyrstönvarsi/ Tail region	10	6
Sår, ej mekaniska/ Haava, syy ei mekaaninen/ Non- mechanical wounds	2	3	Ryggfena/ Selkäevä/ Dorsal fin	1	0
Vita fläckar/ Vaaleita läikkäjä/ White spots	0	0	Stjärtfena/ Pyrstö/ Tail fin	6	1
Andra fläckar/ Muita läikkäjä/ Other spots	0	1	Övriga fenor/ Muut evät/ Other fins	3	1

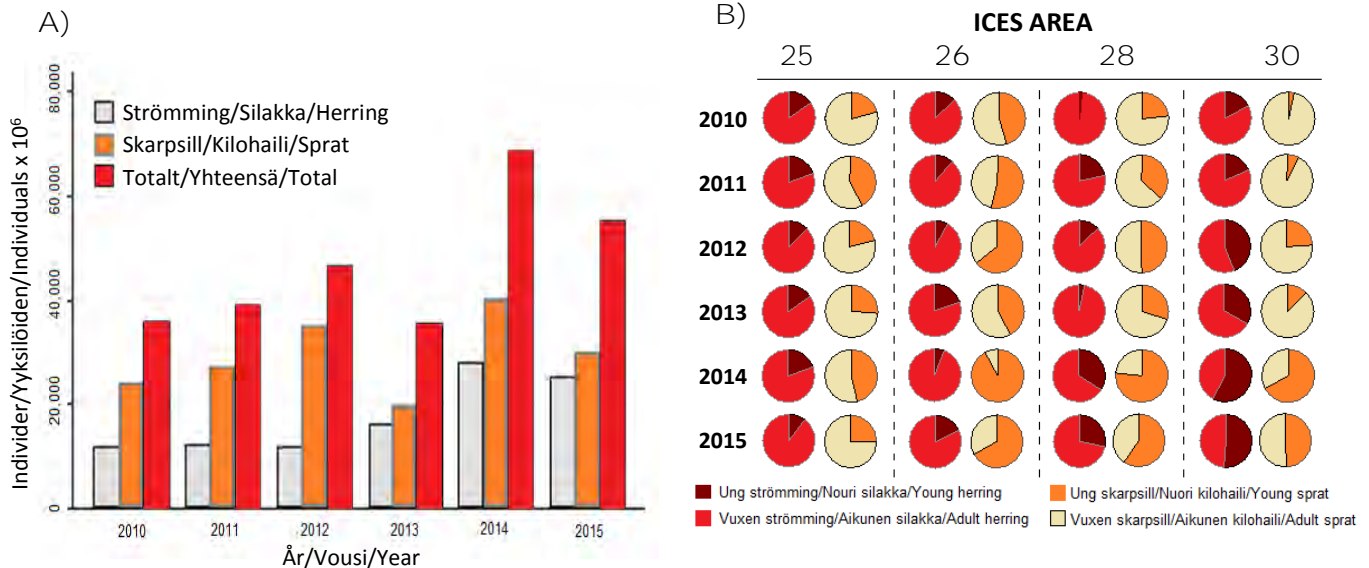
*Samma fiskare kan ha kryssat i olika typer av skador. Därför uppgår totala antalet skadenoteringar till mer än antalet som besvarat frågorna. Kalastajat ovat voineet ilmoittaa useita vauriotyyppejä, minkä takia yhteismäärät ovat suuremmat kuin raportoineiden lukumäärä. The same fisherman might have reported several types of injuries; thus, the total number of injuries is higher than the number of answered questionnaires.

Strömning och skarpsill

Fördelningen av strömning och skarpsill i Östersjöns ICES-zoner 25,26, 28 och 30 kan ses i Figur 3. Andelen strömning har ökat sedan 2010 (Figur 3A), och inom respektive art har andelen ung fisk ökat i zon 28 och 30 för strömning och i zon 26, 28 och 30 för skarpsill.

Fisk som återvände 2014 har haft större tillgång på ung sill i zon 30 och något ökad tillgång på ung skarpsill i zon 26, 28 och 30 jämfört med tidigare årskullar. Fisk som återvände 2015 och 2016 har haft hög tillgång på ung strömning i zon 28 och 30, och hög tillgång på ung skarpsill i alla fyra zoner (Figur 3B).

Figur 3. A) Total förekomst av strömming och skarpsill i Östersjöns ICES-zoner 25,26, 28 och 30*. Silakka- ja kilohailikannat Itämeren ICES-alueilla 25, 26, 28 ja 30. Total populations of herring and sprat in Baltic Sea ICES areas 25,26, 28, 30 and 32. B) Fördelningen av ung (<1 år) och vuxen strömming och skarpsill inom Östersjöns ICES-områden 25,26, 28 och 30. Silakan ja kilohailin jakautuminen nuoriin (<1 vuotta) ja aikuisiin ikäluokkiin Itämeren ICES-alueilla 25, 26, 28 ja 30. Distribution of young (<1 year) and adult herring and sprat within Baltic Sea ICES areas 25,26, 28 and 30.



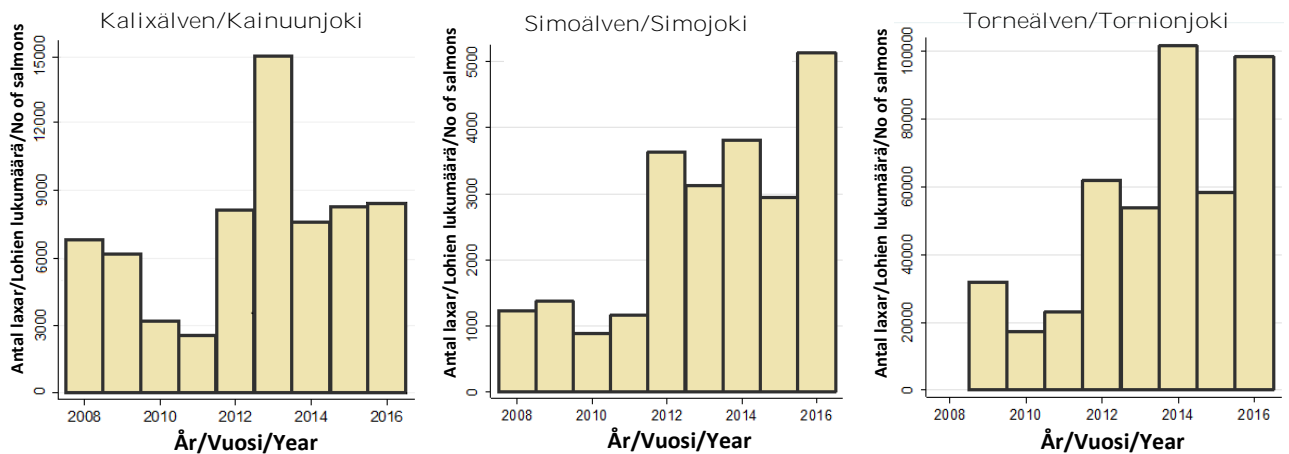
Steg, flöden och temperaturer

Steg av lax i Torneälven under 2016 var nästan i nivå med 2014 års steg (Figur 4), 98 309 individer 2016 jämfört med 101 387 individer 2014, vilket också var en ökning med 68 % jämfört med 2015. I Simoälven ökade steget med 74 % jämfört med 2015; 5 125 individer 2016 mot 2 950 individer 2015. 2016 var också högsta noteringen sedan räkningen startade 2003. I Simoälven var steget av lax 3 816 individer 2014 och 2 950 individer 2015 (Figur 4). Där skedde en drastisk ökning från 1 167 individer år 2011 till 3 630 individer år 2012, och 2015 var sedan första året med under 3000 uppstigande individer. I Kalixälven skedde efter en svacka en kraftig ökning i antalet återvändande individer både 2012 (8 162 individer) och 2013 (15 039 individer). Därefter har steget varit relativt konstant med en svag ökning från 7 638 till 8 439 individer mellan 2014 och 2016 (Figur 4).

Temperaturkurvor och vattenföringskurvor för Torneälven under referensåret samt 2014, 2015 (och 2016 avseende temperatur) kan ses i Figur 5.

Temperaturdata var någorlunda normalfördelade och kunde modelleras i befintligt skick. För flödesdata omvandlades data enligt den naturliga logaritmen (Ln) för att bli någorlunda normalfördelade. Temperaturmodellen förklarade 82 % av variationen i temperatur medan flödesmodellen förklarade

Figur 4. Uppsteg av lax i Kalixälven, Simoälven och Torneälven 2008 – 2016. Notera att skalorna på y-axeln är olika för älvsystemen. Lohen nousumäärät Kainuun-, Simo- ja Tornion-jokeen 2008 – 2016. Huomaa, että y-akselin asteikko on erilainen eri jokien tiedoissa. Number of returning salmon in Kalix river, Simo river and Torne river 2008 – 2016. Note that the y-axis scale differs between the river systems.



Kalixälven/Kainuunjoki: Räkning i laxtrappan vid Jockfall 10 mil uppströms älvmynningen/Laskenta Jockfallin lohiorpaaissa noin 100 km jokisuusta ylävirtaan/Counting in the fishladder at Jockfall 100 km upstream from the river estuary

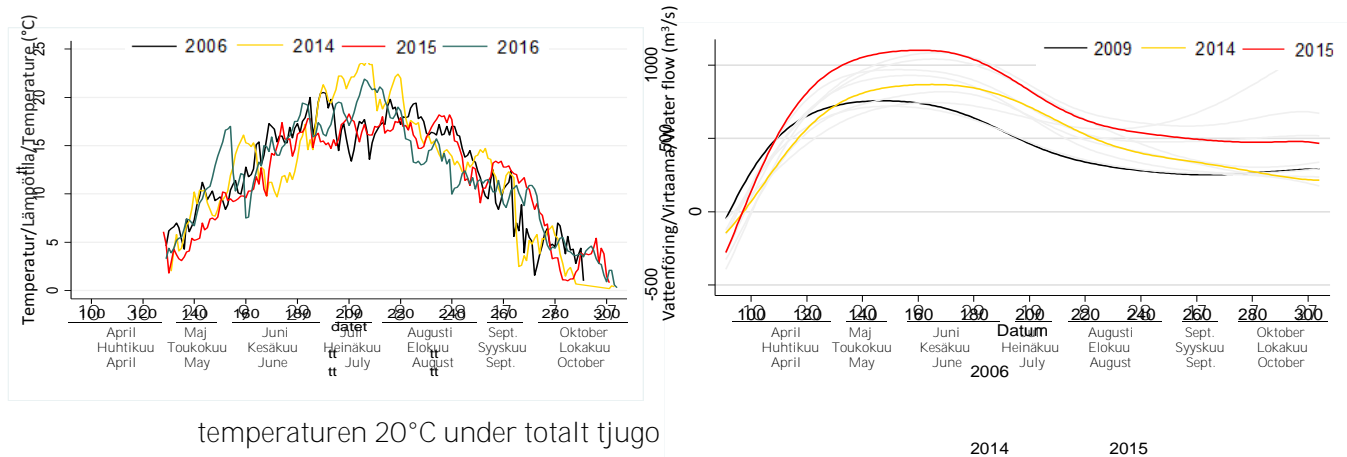
Simoälven/Simojoki: Akustisk räkning nära älvmynningen sedan 2003/ Kaikuluotaus lähellä jokisuuta vuodesta 2003 alkaen/Hydroacoustic counting near the river estuary since 2003

Torneälven/Tornionjoki: Akustisk räkning vid Kattilakoski 10 mil uppströms älvmynningen sedan 2009/Kaikuluotaus noin 100 km jokisuusta ylävirtaan vuodesta 2009 alkaen/Hydroacoustic counting at Kattilakoski 100 km upstream from the river estuary since 2009

80 % av variationen i flöde (se även Tabell 5 i ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”). Det fanns en stark interaktion mellan variablerna år och månad. Det fanns ingen trend mot ökade medelvattentemperaturer under den period av året som undersökts 2006–2016. 2007, 2008 och 2015 hade lägre medelvattentemperatur än 2006 och 2014. Det år problemen startade, dvs. 2014, var alltså inte generellt varmare än direkt föregående år. Däremot var vattentemperaturen i juli 2014 signifikant högre jämfört med samma månad under alla föregående år utom 2011. I juli 2014 översteg temperaturen 20°C under totalt tjugo dagar. Toppnoteringen på 23.9°C var dessutom den högsta under alla jämförda år. Juni, då problemen började, hade inte höga vattentemperaturer. År 2015 var vattentemperaturerna i maj lägre och juli markant lägre än 2014. Under 2016 var vattnet kallare i juli och augusti än 2014. Efteranalys visade att modellerna inte var optimala, men omvandling av **temperatur och annan omvandling än ”Ln”** för vattenföring gjorde inte data mer normalfördelade.

Det fanns ingen trend mot ökade vattentemperaturer mellan 2006–2016. 2007, 2008 och 2015 hade lägre medeltemperatur än 2006 och även lägre medeltemperatur än 2014. Även om problemåret 2014 inte hade allmänt högre medeltemperaturer var vattentemperaturen i juli signifikant högre jämfört med samma månad under alla föregående år utom 2011. I juli 2014 översteg

Figur 5. A) Graf över vattentemperaturer 2006 samt 2014 – 2016 och B) Utjämnad graf över flöden under perioden 2009 – 2015 i Kukkolaforsen, Torneälven. A) Veden lämpötila 2006 ja 2014 – 2016 ja B) Virtaama vuosina 2009 – 2015 (Lowess-tasoitettu käyrät) Tornionjoen Kukkolankoskessa. A) Graph of water temperatures during 2006 and 2014 – 2016 and B) Lowess smoothed plot of water flow during 2009 – 2015 at Kukkolankoski, Torne river.



temperaturen 20°C under totalt tjugo dessutom var den högsta under alla ja hade inte höga vattentemperaturer. År 2015 var vattentemperaturerna i maj lägre och juli markant lägre än 2014. Under 2016 var vattnet kallare i juli och augusti än 2014.

Dygnsmedelvattenföringen i Figur 5 motsvarar utjämnade värden, dvs. linjerna är justerade för att ge en mer lättläst graf när de dagliga variationerna kan vara så stora upp och ner att det bara blir en gröt av sicksacklinjer.

I Torneälven var vattenföringen 2011 – 2015 högre än referensåret 2009. 2014 var vattenföringen jämförbar med 2013, medan vattenföringen 2015 var högre än 2014.

Månadsvis var vattenföringen i Torneälven 2014 lägre i maj men högre i juni, augusti och september jämfört med 2013. Under 2015 var vattenföringen högre än 2014 under maj, juli, september och oktober.

En mycket grov skattning av smittryck gjordes genom att beräkna kvoten av det totala steget per år och medelvattenföringen samma år. Beräkningen indikerade ett kraftigt ökat smittryck under 2014, med en kvot på 236 fiskar \times s/m³, jämfört med en siffra på 136 för 2013. Kvoten sjönk dock till 102 för 2015, när problemen fortsatte med oförminskad styrka (se även Tabell 6 i ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).

DISKUSSION

Många teorier och enkla sanningar om orsaken till problemen de senaste åren har lagts fram. Utifrån resultaten i projektet kan vi konstatera att vi har att göra med en multifaktoriell etiologi. **Det är dock oklart om de ”sårskador” som rapporterats från Torneälven 2014 - 2015 enbart representerar verkliga sårskador eller om det även inkluderar röda blemmor liknande de som observerats i Mörrumsån (se ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).** I det senare fallet skulle minskningen i sjuklighet 2016 sannolikt representeras av att förekomsten av hudblödningar minskat.

Sjuklighet på nystigen lax indikerar att problemen uppstått innan eller direkt efter det att fisken når älven. En del av problemen som observerades vid obduktion samt genom rapportportalen var äldre skador från sålangepp och möjligen att fisken suttit fast i nät eller fällor, vilket då skett ute till havs. Enligt yrkesfiskare var också vanligaste skadan på fångst bit- och rivskador. Det beräknas att gråsälstammen i Östersjön består av 40 – 53 000 individer, och den har ökat med ca 8 % per år under de sista åren (*S. Königson, SLU, pers. komm.*). Även vikare har ökat med ca 4.5 % per år (7). Att yrkesfiskare beskriver att mängden sålskadad lax i fällorna har ökat är därför en naturlig trend. Flera misstänkta felkrokningskador observerades också, vilket indikerar att ryckfiske, catch and release och tappad fisk bidrar till sjukligheten.

Hudsjukdom hos laxfiskar är ett ökande problem, och det är ofta svårt att avgöra etiologin (*dr Stephen Feist, CEFAS, Weymouth, pers. komm.* (8)). Här var sår av olika etiologi den främsta orsaken till att fisken bedömdes som sjuk/skadad. Ett flertal olika bakterier är associerade med sårbildning och sekundära sårinfektioner, men även hudblödningar kan orsakas av bakterieinfektioner. Isolering av bakterier från njuren lyckades hos sju fiskar, och visar att fisken har en systemisk infektion och inte bara sårinfektion. Att så få individer hade bakterieinfektion talar emot att en bakterie är orsak till problemen men för att de är en del av problemen, antingen som primärpatogen eller som sekundärinfektion, vilket ger allvarligare följder än om fisken förblir fri från infektion. *Vibrio anguillarum*, *Y. ruckeri*, *P. salmonis*, *ASA*, *F. psychrophilum* och *F. columnare* som påvisades i denna studie är alla associerade med hudproblem, där framför allt de första tre ger symptom med hudblödningar. *Yersinia ruckeri*, som påvisades hos en fisk, är en anmälningspliktig sjukdom som kan orsaka hög sjuklighet och dödlighet i fiskodlingar. Den kallas även Enteric red mouth disease (ERM) eftersom fisken kan ha blödningar i munnen. Blödningar ses även på hud och inre organ samt bukhinnor. I denna studie var det fråga om en snällare variant, s.k. biotyp 1, som i Finland och Sverige mycket sällan orsakar kliniskt sjukdom hos laxfiskar. *Flavobacterium psychrophilum* och *ASA* är associerade med allvarliga utbrott i odlingsanläggningar, främst på yngre fisk, och orsakar vävnadsdöd och sår i hud och på fenor. *Flavobacterium psychrophilum* är den vanligaste produktionssjukdomen hos regnbåge i Sverige och Finland. *Iodobacter fluviatilis*, *A. dhakensis* och *A. sobria* är opportunister och kan orsaka sjukdom hos nedsatta individer, medan *Enterobacter* sp. och

Chryseobacterium sp. är förmodligen är obetydliga. De två sistnämnda isolerades också från synbart friska individer.

En vedertagen ”sanning” verkar vara att svampangrepp är samma sak som UDN. Lekmän ofta talar om UDN, när de ser svampinfekterade sjuka laxar. De flesta svampar och algsvampar är dock opportunisterna på fisk, och angrepp som förekommer på våra breddgrader är alltid sekundära till hudskador eller andra tillstånd som gör fisken nedsatt i immunförsvaret. Det är till exempel inte onormalt att utlekta fiskar drabbas av *Saprolegnia*-angrepp och dör, då immunförsvaret är kraftigt nedsatt i samband med lek. Även om atlantlaxen har förmåga att överleva leken, äta upp sig och leka igen är det få individer som verkligen gör det, vilket också avspeglas i våra data. Omfattande förekomst av svampangrepp under sommaren och på hösten ska dock inte förekomma. Det förekom både fiskar med klassiskt *Saprolegnia*-/vattenmögelutseende och fiskar med mer brunaktiga svampinfektioner i materialet. Odling och DNA-analys bekräftade att *Saprolegnia parasitica* inte var den enda svampinfektionen. Mest intressant som en potentiell ny sekundärinfektion kom fram som PCR-produkten med dubbelband som hittades i tre prover från Torneälven och Bottenviken, och som inte gick att artbestämma. Samma resultat erhöles i större **omfattning från prover i svenska älvsystem (”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).** En teori angående de utbrott med svampangrepp som skett i stor omfattning månaden innan lek de senaste åren har varit en mer aggressiv variant av *S. parasitica*, men det här skulle kunna var något helt nytt. Helgenomsekvensering för att försöka identifiera svampen pågår.

Ett flertal olika virus såsom ISAV, Viral hemorragisk septikemivirus (VHSV), Infektiös hematopoietisk nekrosvirus (IHNV), olika herpesvirus och iridovirus såsom EHNV och ISKNV, kan ge symptom liknande de hudblödningar som sågs hos några fiskar. Att virusodlingarna var negativa talar om att inget lättodlat virus finns med i problematiken. Inte heller kunde något av de specifika virus som söktes med PCR påvisas, vilket indikerar att dessa virus inte heller är inblandade, även om inte alla individer undersökts. Däremot fanns indikation på mer svårödlade virus inom grupperna herpesvirus och iridovirus hos fiskar med hudblödning enligt helgenomsekvenseringen (**se ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).**

Merparten av alla skador och sår bedömdes vid obduktion vara av kronisk natur. Det kroniska förloppet bekräftades vid histologisk undersökning, då makrofager och lymfocyter var inblandade i merparten av alla inflammationer. Den ursprungliga orsaken till uppkomst av sår (traumatisk, infektiös etc.) kan vara svår att bedöma när sårskadan är kronisk och det inte är ett uppenbart mekaniskt sår (t ex tydliga bitskador). Inflammationsprocessen urholkar såret och sekundära bakterie- eller svampinfektioner kan dölja eventuella primära orsaker. Det är därför inte omöjligt att andelen mekaniska sår är högre än vad som bedömts. Även de milda akuta hudblödningarna bedömdes vid

mikroskopering ha en kronisk inflammation i underliggande hudlager. De ytliga nekroser som observerades i många sår finns inte beskrivna i fiskpatologilitteraturen, vilket innebär att orsaken till dessa histologiska förändringar är okänd. Dessa förändringar kräver mer forskning för att klargöra etiologin.

Avseende CF avvek fisken från Ijoälven med högre CF än övriga fiskar i studien. Huruvida detta påverkar sjukligheten är oklart, men det kan tänkas att fisken ackumulerar mer fettlösliga miljögifter ju mer fett som lagras in. Data från Amcoff et al (1) indikerade att laxhonor med tiaminbrist hade lägre CF. Skillnaden var dock inte statistiskt signifikant. Balk et al (9) visade dock ett tydligt samband med lägre CF hos honor som producerade M74-drabbad avkomma. I vårt material fanns det inte någon successiv nedgång i CF från maj till oktober, trots att laxen inte äter under den observerade perioden, utan det förefaller som om kroppens resurser enbart omfördelas till gonaderna, vilket inte borde vara fallet. CF för de enskilda individerna har dock inte följts och därför kan det inte avgöras om det varit från början fetare individer som överlevt till de senare provtagningarna.

De fiskar med hudblödningar som sågs i Torneälven stämmer överens med de huvudsakliga symptom som observerats vid provtagningarna i Mörrumsån och Umeälven. Detta talar för en delvis gemensam etiologi orsakad av faktorer i **uppväxtområdena (se ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”)**.

Data avseende steg, flöden och temperatur användes för att bedöma smittrycket på populationen oaktat eventuella patogener (sjukdomsalstrare), eftersom infektionssjukdomar alltid innebär ett samspel mellan värdjur, miljön och patogen. En tätare population innebär ett högre smittryck. Det innebär inte per automatik att populationen är sjukare, däremot finns större potential för spridning av smittor som introduceras i populationen. Höga flöden för snabbare bort och späder ut eventuella patogener samt ger mer volym för fisken att vistas på. Låga flöden gör att fisken får tränga ihop sig mer vilket skapar ett högre smittryck. Temperaturvariationer kan påverka smittrycket genom att alla sjukdomsalstrare (bakterier, virus, parasiter, svampar) har temperaturzoner där de är mer respektive mindre aggressiva. Temperaturen påverkar också fiskens immunförsvar genom att höga temperaturer är stressande för fisken.

Under 2014 var det ett högt smittryck på fisken i Torneälven med avseende på antal uppvandrande fisk och ovanligt höga vattentemperaturer. Eftersom vattenflödet var ungefär detsamma som de närmaste åren innan kan det anses inte ha påverkat smittrycket jämfört med åren innan. Under 2015 minskade smittrycket avseende alla tre inräknade faktorer genom att mängden uppvandrande fisk minskade drastiskt samtidigt som temperaturen var lägre och flödena högre. Problemen nådde dock liknande omfattning som 2014. Smittrycket avseende uppvandrande fisk steg återigen drastiskt under 2016 och temperaturen var jämförbar med 2014 (även om toppnoteringen var några grader lägre) men samtidigt har problemen minskat. Detta blir dock en extremt

grov skattning av smittrycket, eftersom vattenföringen inte är direkt jämförbar med den totala volymen vatten som fisken kan fördela sig på. För att göra en ordentlig bedömning skulle en skattning av avrinningsområdets area eller volymen av de laxförande delarna av älvsystemen behövas. Det har dock inte funnits möjlighet att göra detta inom ramen för projektet.

Kalixälven togs med i stegsbeskrivningarna eftersom det finns ett samflöde med Torneälven via bifurkationen Täreändöälven. Här har smittrycket varit relativt konstant sedan 2014, och det har inte varit några omfattande problem på nystigen fisk efter den sommaren. I Simoälven skedde en drastisk ökning i smittryck år 2012, och nivån har sedan dess legat stadigt utom i år då ytterligare en stegring skedde. Det ökade smittrycket i år har inte reflekterats i ökad sjuklighet.

Det går alltså inte att se någon tydlig trend i smittryck när fisken väl är i älven. Detta sammanslaget med obduktionsfynd, virus- och bakterieanalyser talar för att det i dagsläget inte härjar någon infektionssjukdom i Torneälven. Helgenomsekvenseringarna indikerar dock att det finns tidigare oidentifierade virus i populationen. Analys av prover från fiskar med hudblödningar i Mörrumsån och Ume-/Vindelälven gav samma resultat (**"Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016"**) vilket ytterligare talar för en delvis gemensam etiologi, och både iridovirus och herpesvirus är associerade med hudblödningar och sårbildning. Det går i dagsläget inte att uttala sig om huruvida de okända virus som finns där är virulenta (sjukdomsframkallande) och i så fall hur virulenta de är. Vi vet inte heller om symptombilden i Torneälven varit liknande den i år eller om det varit mer hudblödningar under 2014 – 2015. Förloppet talar dock för att en infektionssjukdom kan ha introducerats, och som populationen nu börjat utveckla immunitet mot.

Det observerade muskelsönderfallet kan ske av flera olika orsaker. Laxfiskar utsätts under sin lekvandring för stor metabolisk ansträngning (10), vilket kan leda till degenerativa vävnadsförändringar. Dessa är emellertid dåligt beskrivna i fiskpatologilitteraturen. Någon bakterieinfektion eller något specifikt symptom har dock inte kunnat associeras med muskelsönderfallet hos fiskarna från Torneälven. Andra orsaker till muskelsönderfall kan vara toxiner, brist på E-vitamin eller selen. I det senare fallet brukar man dock se muskelfibrer i olika stadier av sönderfall, från akut till inflammation. Det faktum att alla fiskar befann sig i ett stadium – antingen akut eller med inflammation – talar för att påverkan skett vid en specifik tidpunkt.

Hjärtmuskelinflammation av lindrig grad har bedömts som normalvariation då vild fisk utsätts för parasiter och lokala inflammationer i hjärtmuskeln eller hjärthinnan kan tänkas vara associerade med parasitangrepp. Orsaken till de mer omfattande förändringarna har inte kunnat klargöras. Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI) som orsakas av ett reovirus (piscint reovirus, PRV) är en tänkbar orsak till skadorna både i hjärtmuskel och vit muskel. PCR för detta virus finns dock inte på SVA eller Evira. Närvaron av bindvävsknutor talar för att laxen lätt får lokala inflammationer i hjärtat, och att dessa kan hanteras.

Hög förekomst av makrofager och/eller lymfocyter i hjärtblodet eller på blodutstryken indikerar ett aktivt immunförsvar och att inflammationsprocessen är kronisk eller orsakad av virus. Neutrofiler är leukocyter som är associerade med bakteriella infektioner. En snabb uttömning av neutrofiler i blodet kan också ske när individer stressas. Då inga sjukdomsframkallande bakterier påvisats på de fiskar som bedömts för ha en hög förekomst av neutrofiler i blodutstryk har neutrofilin därför tolkats som orsakad av stress i samband med fångsten.

Leverförfettning av varierande grad är normalt när fisken ätit upp sig ordentligt. Fettdepåerna kan sedan användas som energikälla under svältperioder, som vid lekvandring. Fynd av parasiter i levern hos vild fisk är inte heller onaturligt. Celldöd kan uppstå när parasiterna rör sig genom levern, och man ser då **klassiska "brandgator"**. **Blödning kan inte anses normalt men orsaken till fynden har inte kunnat identifieras.**

Mjälten är hos fisk viktigare för bildandet av erythrocyter än leukocyter. Ökad förekomst av hemosiderin i mjälte (och lever) indikerar en ökad nedbrytning av erythrocyter, och om mjälten reagerat på detta för att producera nya erythrocyter brukar vävnaden vara väldigt tät vid histologi. Få mjältar undersöktes, men på blodutstryk kunde omfattande nedbrytning av erythrocyter ses i många fall. En ökad förekomst av omogna erythrocyter visar att kroppen försöker svara på nedbrytningen.

En ökad nedbrytning av erythrocyter kan ha många orsaker. Ett exempel är "water logging", vilket drabbar fiskar med allvarliga hudskador som t ex. utbredd svampinfektion, där hudbarriären mot vattnet är förstörd och kroppen suger åt sig vatten. Även erythrocyterna tar då upp vatten och svullnar och exploderar till slut. Parasitinfektioner i erythrocyterna gör att dessa i cykler sprängs (när de nya parasiterna ska ta sig ut). Kroppens immunförsvar kan också aktivt ta hand om och bryta ner erythrocyter som upplevs som konstiga, till exempel vid virusinfektioner. När tillräckligt många erythrocyter förstörts uppstår blodbrist (anemi) och såvida det inte är någon malign process i blodbildande organ som orsakar nedbrytningen brukar kroppen svara med nyproduktion av erythrocyter, s.k. regenerativ anemi. Ökad nyproduktion av erythrocyter sågs hos 10 fiskar.

Svensk och finsk lax och öring är inte ensamma om att ha drabbats av hudproblem, svampangrepp och UDN-misstankar de senaste åren. Omfattande svampangrepp, med misstanke om underliggande UDN-infektion sågs till exempel på Kolahalvön under 2015. Även under 2016 sågs problem på laxen (*pers. komm. Sergey Prusov, Head of Freshwater Resources Laboratory. PINRO*).

Till skillnad från den problematik som setts de senaste åren är tiaminbrist på Östersjölax inte något nytt (1, 9). Vore tiaminbrist orsaken borde problem ha setts långt tidigare under de skov med M74-år som förekommit sedan 1970-

talet, framför allt i början av 1990-talet när förekomsten av M74 var som värst ((11) samt figur S5 t, u, supplement till (9)). Att framhålla tiaminbrist som grundorsak till problemen är därför en alltför enkel utväg. Vi har inte kunnat identifiera några vetenskapliga rapporter avseende andra sjukdomssymptom än svaghet och vinglighet hos vuxen lax, drabbad av tiaminbrist. Vetenskapliga rapporter som kan identifiera ett samband mellan tiaminbrist och ett allmänt försvagat immunförsvar hittades inte. Det kan inte uteslutas att tiaminbrist har en viss del i problematiken eftersom det kommit ett fåtal rapporter per år om svag fisk utan yttre symptom. Svagheten kan dock även bero på andra saker, som t ex att laxen varit krokad och drillningen varit utdragen, eller att den varit krokad i en gälbåge och därmed förlorat mycket blod. Under 2015 undersökte Evira lax som varit mycket svag men utan yttre symptom vid fångst, och dessa hade likadana tiaminnivåer i lever och muskel som normala laxar. Fisk producerar inget eget tiamin utan är beroende av att få vitaminet genom födan. En hög andel ung skarpsill i födan har framförts som en orsak till tiaminbrist, eftersom ung skarpsill innehåller mindre tiamin än vuxen skarpsill (11, 12). En hög andel strömning har också framhållits som potentiell orsak, då strömning innehåller mer tiaminas (ett enzym som bryter ner tiamin) än skarpsill (6). Förutsättningarna för laxen som vandrat 2014 – 2016 avseende strömning och skarpsill har varit liknande (Figur 3B), men hälsoläget för Torneälvs laxen har varit klart bättre 2016 än de två föregående åren. Nya och äldre mätningar på strömning i egentliga Östersjön visade inte på tiaminbrist (9, 13). Det saknas dock data avseende skarpsill. Det finns studier som visar att M74-drabbade yngel och vinglande honor lider brist på även andra vitaminer och antioxidanter, och att en oxidativ stress till följd av denna brist bidrar till att sänka tiaminhalterna (11). I ett pågående doktorandprojekt vid SLU, Institutionen för akvatiska resurser, undersöks kopplingar mellan Östersjö laxens diet och hälsostatus. Vi ser det arbetet som en viktig del i det framtida arbetet med att övervaka och kartlägga sjukligheten hos våra laxbestånd, och att man behöver göra en bredare screening av vitaminer och antioxidanter hos frisk respektive sjuk fisk för att titta på populationens hälsa i stort. För att avgöra huruvida en låg halt av olika ämnen hos sjuk fisk är orsak till infektionssjukdom eller en följd av detta behöver man dock göra infektionsstudier med mätningar både före och under infektionen.

Miljögifter och tungmetaller kan påverka immunförsvaret. Kadmium har visats kunna påverka laxens immunförsvar både så att det blir mindre och mer aktivt (14). Halterna av kadmium i strömning i Östersjön har dock minskat eller ligger stadigt, och samma trend gäller de flesta undersökta ämnena. Perfluoroktansulfonsyra (PFOS) ökar dock i strömning i både egentliga Östersjön och Bottenhavet. (7). PFOS är levertoxiskt (15, 16), men ingen referens om påverkan av immunförsvaret har identifierats. Den ökade aktiviteten som sågs i fiskarnas leverceller är ett ospecifikt symptom som kan vara en indikation på kemisk påverkan likaväl som på infektion. En undersökning av miljögifter i lax från drabbade liksom icke drabbade älvsystem kan därför vara på sin plats.

Vi ser också att fiskarna har ett mycket aktivt immunförsvar genom kraftig tillströmning av leukocyter till olika typer av skador, något som talar emot att de

skulle ha ett nedsatt immunförsvar. Skulle en ny sjukdomsframkallande organism introduceras i en population kommer individer att bli sjuka oavsett immunstatus, eftersom de inte tidigare varit utsatta för viruset eller bakterien. Däremot kan immunstatus, tillsammans med infektionsdos, den sjukdomsframkallande organismens virulens och sekundärinfektioner och påverka sjukdomsförloppet och individernas chans att överleva. Det handlar alltid om ett samspel mellan individ, sjukdomsframkallande organism och miljö.

Avseende rapportering från lokala fiskare är det noterbara skillnader från olika grupper i Torneälven. Trollingfiskarna i Pello rapporterade en mycket högre skadefrekvens än turistfiskeorganisationen i samma område samt håvfiskarna i Kukkolaforseen. Information för hela laxfiskeperioden avseende normala och onormala laxar finns bara från turistfiskeorganisationen. Enligt den rapporten var andelen skadade/sjuka laxar högst i juli. Det förefaller som att tillresta fiskare i Pello-Kolaritrakten har haft svårare att bedöma skada/sjukdom jämfört med erfarna fiskare i samma område. De mer erfarna lokala fiskarnas rapportering stämmer mer överens med vad veterinär Perttu Koski noterade vid flytnätsfisket i Karunki.

Det är uppenbart att informationsinsatser avseende rapportportalen nått fram tidigt under säsongen och att lokalbefolkning och fiskare i området haft intresse av att rapportera sjuk, skadad och död fisk. Med tanke på skillnaderna mellan olika rapportörer till Evira enligt stycket ovan finns dock en indikation på att det kan vara en underrapportering via rapportportalen. Rapporteringen från Torneälven under senhösten har inte speglat den omfattande förekomsten av svampangripen fisk. När det i slutet av oktober, via kontakt från Länsstyrelsen i Norrbotten, blev uppenbart att det fanns omfattande svampdödighet i Torneälven, hann SVA inte samordna insatser innan isen lade sig. Evira hann dock göra en värdering om lekens framgång i Pello-Kolari-trakten och såg, att trots kraftiga svampangrepp hade fiskarna lek. Vi vill påpeka, att svampinfektionen och påföljande dödlighet vid lektiden är det inte frågan om samma mönster som vid mortalitet på nystigen fisk. De två situationerna och måste därför behandlas separat. Vi vill här påpeka att det är viktigt att rapportera eftersom det sker en kontinuerlig övervakning av portalen. Även om inga akuta utbrott sker kan också upprepade rapporter indikerande en låg men under en längre tid pågående sjuklighet och dödlighet utgöra ett incitament för att planera för insatser i vattensystemet.

Vi är medvetna om att rapportportalen inte kan ses som en absolut sanning avseende sjukdomsläget i våra svenska och finska vattensystem. Kunskap om portalen, en vilja att rapportera sitt fynd samt möjlighet att observera sjuk/skadad/död fisk måste finnas. Det sistnämnda utesluter per automatik fisk som dör ute till havs, längs sträckor i vattensystemen där folk inte rör sig, och fisk som fastnar på botten långt ut i älven eller där det är djupt. Möjligheten att samma fisk rapporteras av flera observatörer eller av samma observatör vid flera tillfällen måste också tas med i beräkningen. Hur noggrant rapporten fylls i och kunskapsläget hos den som rapporterar avgör hur bra data vi kan få in

Det kan till exempel vara svårt att avgöra om det handlar om en lax eller en öring om man inte är en van fiskare. Avstånd till den observerade fisken eller om fisken är stadd i förruttnelse och täckt av svamp påverkar också möjligheterna till bedömning av art och orsak till sjukdom och död. Här kan eventuellt bifogade foton vara till hjälp, men utan foton finns ingen möjlighet för SVA eller Evira att göra en bedömning. Data som kommer in via rapportportalen ger alltså en grov uppskattning av sjukdomsläget, men bedöms ändå som ett mycket värdefullt redskap i en vildfiskövervakning. Det är också värt att påpeka att det är viktigt att fortsätta rapportera även om man tror att inget händer eftersom vi övervakar vad som händer i portalen. SVA avser att fortsätta ha portalen öppen för sin och Eviras räkning, samt utveckla den för att bättre kunna rapportera även andra arter utöver laxfiskar. Vi strävar också efter att rapportportalen ska vara så användarvänlig som möjligt och tar gärna emot konkreta förslag på förbättringar från de som rapporterat.

För få frågeformulär besvarades för att utgöra ett statistiskt underlag men man kan ändå ana trender. Merparten av skadorna rapporteras som orsakade av säl, och det rapporteras även att förekomsten av dessa skador ökat. Detta ligger i linje med en ökande sälpopulation (17).

Avseende fjällförluster finns en markant skillnad i yrkesfiskarnas bedömning och en rapport som presenterades 2008 (18). Enligt rapporten var det markant mycket skador på den bifångst som släpptes fri under observationsperioden. Skadorna bestod främst av fjällförluster (25,7 %) samt gälblödningar (16,6 %) och det bedömdes att dessa fiskar hade små chanser att överleva. Bilder i rapporten visar att fjällförlusten kan vara omfattande (18). En finsk undersökning (19) med märkta och utsläppta laxar uppskattar att ca. 15 % av de laxar som släppts ur fångstredskapen, dog till följd av skador. Detta kan jämföras med den förekomst och omfattning som yrkesfiskarna uppskattar, där nästan hälften inte anser att det uppstår fjällförluster alls. Två fiskare uppskattar fjällförlusterna ungefär enligt vad som anges i rapporten (20 - 30 %) och två uppskattar en högre andel skadad fisk (50 %). De 50 % avser dock huvudfångst, vilket kan innebära en mer omild hantering av fisken än om den ska släppas fri. Antingen underskattar yrkesfiskarna de skador som uppstår eller så har en markant förbättring i hantering skett under åren efter rapporten, genom förfining av redskapen. Ett par fiskare som noterat nollförekomst kommenterade också att de använder särskilda metoder/tillbehör för att kunna släppa bifångst på ett för fisken skonsamt sätt. Eftersom fjällen sitter under epidermis innebär fjällavlossning inte bara att slemskiktet utan även övre hudlagret är bortskrapat. Detta gör att fiskens osmotiska barriär är borta samt att det finns en såryta som blir grogrund för sekundära infektioner med svamp och bakterier. Fjällförlust av äldre datum sågs både i rapporter via portalen (Bild 2, Bilaga 2) samt i några fall hos obducerade fiskar (Bild 5, 6 & 12, Bilaga 1). Vi bedömer därför att skador på bifångst är en av anledningarna till att vi ser kraftigt svampangripen fisk i Torneälven. Det går inte heller att utesluta att hanteringen i samband med catch and release vid trollingfiske inte är en bidragande orsak. Att få obducerade fiskar haft den typen av skador kan bero på att merparten av provtagningarna genomfördes tidigt på säsongen –

innan laxen blir bifångst. Gälblödningar kan antingen orsaka förblödning, sätta ner fisken rent allmänt eller så blir de skadade gälarna grogrund för sekundära infektioner. Utveckling av metoder för skonsammare hantering av bifångst ökar därmed fiskens chanser att överleva. Reglering av fisket för att, om möjligt, minska bifångsten av vild lax skulle också kunna bidra till minskad mängd skador.

SLUTSATSER

Problemen i Torneälven och finska vattensystem i övrigt har olika etiologi. Mekaniska skador från säl och fiskeredskap samt sårskador bidrar till en ökad sjuklighet med sekundära bakterie- och svampinfektioner. Hudblödningarna kan vara associerat med de okända herpes- och/ eller iridovirus som vi påvisat spår av vid helgenomsekvensering. UDN är inte en framträdande del av problematiken. En hög förekomst av symptom som inte tidigare associerats med tiamin tillsammans med låg M74 på årskullen efter det att utbrotten startade, normala tiaminvärden hos undersökta svaga fiskar och avsaknad av större eller liknande sjukdomsutbrott under M74-puckeln på 1990-talet talar mot att tiaminbrist är en viktig grundorsak. Fortsatt övervakning och möjlighet till akuta insatser för att utreda orsakerna till de ytliga hudnekroser av okänd etiologi behövs. Försök att isolera de okända virus som hittats bör göras, för att bedöma virulens och deras bidrag till Östersjölaxens sjuklighet. Pågående forskning vid SLU avseende laxens diet och hälsa bör ge ett allsidigt perspektiv på hur eventuella bristtillstånd bidrar till ohälsa och sjukdom hos Östersjölaxen.

FÖRSLAG PÅ ÅTGÄRDER

SVA och Evira kommer att fortsätta sitt samarbete avseende Torneälven och på diskussionsbasis även för andra älvsystem.

Inför säsongen 2017 önskar vi genomföra vidare undersökningar av laxpopulationen med:

- Fortsatt provtagning av hud för att beskriva histopatologin vid ytliga hudnekroser mer ingående
- Undersökning av en panel av de viktigaste vitaminerna och antioxidanterna – Vit A, B, C, E, astaxantin för att göra en mer komplett bedömning av eventuell bristsjukdom hos fisken. Både friska laxar och laxar med blödningar eller svampinfektion bör provas.
- Undersökningar avseende miljögifter hos samma fiskar
- Fortsatt undersökning för virus – försök att definiera vad de indikationer som helgenomsekvenseringen ger.
 - Elektronmikroskopi av vävnader från fisk med hudblödningar och ytliga hudnekroser för att se om viruspartiklar kan identifieras
 - Odling på ASK-celler för att försöka hitta och identifiera virus
- Portalen upprätthålls för att bidra till kontinuerlig övervakning och möjlighet till akuta insatser. Här är informationsinsatser av fiskare, fiskevårdsförbund, länsstyrelser mm av fortsatt stor vikt.

- SVA har redan skickat organprover till EU:s referenslaboratorium för fisksjukdomar i Köpenhamn för undersökning av PRV som kan orsaka den typ av muskel- och hjärtmuskelskador som identifierades.
- Vi anser inte att resultaten ger anledning att fundera över att ändra regeln om frisättning av ej fettfeneklippt lax som bifångst. Däremot borde ansvariga myndigheter och sakägare arbeta för åtgärder som kan minska de mekaniska skador som orsakas av redskap och hantering vid frisläppning. Ett välutjat fiskestopp, utveckling av fiskeredskap och -praxis är därför saker som bör prioriteras.



Charlotte Axén
T.f. statsveterinär, fisk
Valtioneläinlääkäri
SVA



Perttu Koski
Erikoistutkija
Specialforskare
Evira

TAUSTA

TILANNE ERI VESISTÖISSÄ VIIMEISTEN VUOSIEN AIKANA

Vakavien tarttuvien kalatautiin suhteen tilanne Ruotsissa on hyvä. Koko maa on vapaa viruskulkutaudeista tarttuva verta muodostavan kudoksen kuoliotauti (IHN), kirjolohen verenvuotoseptikemia (VHS), karpin kevätviremia (SVC) ja tarttuvan haimakuoliotaudin Sp-tyyppi (IPNSp). Sisävesialueen katsotaan olevan vapaa IPN:n lievemmästä tyyppistä IPNAb. Syksyllä 2016 löydettiin kuitenkin sisämaasta IPN-viruksen uusi tyyppi, jonka taudinaiheuttamiskykyä ei tunneta. Bakteeriperäistä munuaistautia (BKD) on Itämeressä ja satunnaisesti sisävesistöissä. Sen varalta Ruotsilla on EU:n komission vahvistama lisävakuus. Suomen kalaterveystilanne ei ole aivan yhtä hyvä. Sisävesistöt ovat vapaita IPN-viruksen Sp-tyypistä, mutta lievempää tyyppiä Ab on kalanviljelylaitoksilla useilla päävesistöalueilla. Sp-tyypin virusta todetaan jokseenkin vuosittain Suomen rannikon kalanviljelylaitoksilla. Ruotsissa Sp-tyyppiä ei ole todettu vuoden 2005 jälkeen, jolloin sitä löydettiin villiltä emokalalta. Ab-tyypin IPN-virusta sen sijaan todetaan harvakuusi rannikon kalanviljelylaitoksilta. Suomella on EU:n myöntämä vapaa asema verta muodostavan kudoksen kuoliotaudista (IHN) karpin kevätviremiasta (SVC), tarttuvasta lohianemiasta (ISA) ja Ahvenanmaata lukuun ottamatta kirjolohen verenvuotoseptikemiasta (VHS). VHS-virusta ei kuitenkaan ole todettu Ahvenanmaalla vuoden 2012 jälkeen. Lohikalojen alfavirustartuntojen (SAV) varalta Suomella on EU:n komission vahvistama lisävakuus. Eteläisellä Itämerellä ja Kattegatin/Skagerrakin alueella on todettu VHS-viruksen ns. merellisiä tyyppisiä yksittäistapauksina viimeisten vuosien aikana. Suomessa bakteeriperäinen munuaistauti (BKD) on viime vuosina yleistynyt siinä määrin, että viranomaistoimin tapahtuva taudin vastustus on korvattu vapaaehtoisella valvontaohjelmalla. Kaikki elävää kalaa laitokselta istutuksiin myyvät sisämaan kalanviljelylaitokset kuuluvat ohjelmaan. Villikaloiden tautitilannetta BKD:n ja virustautien osalta seurataan istutustoimintaan ja emokalakasvatukseen tulevien villien emokaloiden pakollisin tutkimuksin sekä Ruotsissa että Suomessa. Ruotsissa otetaan näytteitä kaikista velvoiteistutuksiin käytettävistä lohi- ja taimenemoista lypsyt yhteydessä. Viime vuosina Suomessa on toteutettu lohien ja meritaimenten ylisiirtoprojekteja, joiden tarkoituksena on antaa siirtokalaille mahdollisuus luonnolliseen lisääntymiseen patojen yläpuolisissa vesistöjen osissa. Näiden projektien yhteydessä on tehty tautien otantatutkimuksia esimerkiksi Kemi- Ii- ja Oulujokien suualueilta pyydystetyistä kaloista. Suomessa tehdään myös tiettyjen siika- ja harrikantojen tuki-istutuksia ja siinä yhteydessä tutkitaan osa emoista. Villikaloiden tutkimukset tehdään mereisten kalatautiin sisämaahan siirtymisen ehkäisemiseksi. SVA:lla tai Eviralla ei ole resursseja jatkuvaan villikaloiden tautiseurantaan tai villikaloiden tautitapausselvityksiin.

Vuosien 2014 ja 2015 aikana oli Itämeren lohijoissa merilohen ja -taimenen vastanousseissa emokaloissa korkeaa sairastavuutta ja kuolleisuutta. Mörrumjoella ilmiö alkoi jo toukokuussa ja heinä-elokuuhun mennessä ongelma havaittiin useissa Pohjanlahden Ruotsin puoleisissa joissa. Tornionjoessa ilmiö

raportoitiin ensimmäisenä heinäkuun alussa 2014, mutta sairaita lohia oli havaittu jo kesäkuun lopussa. Raportoitiin haavaisista kaloista, joissa oli sienitartunta tai haavoja ilman sienitartuntaa. Ongelman syistä on ollut runsaasti spekulaatiota. Vuonna 2015 havaittiin myös ensimmäiset sairaat lohet, joissa ei havaittu silmämääräisiä muutoksia. Kesien 2014-2015 aikana tuli SVA:han ja Eviraan vain harvoja sairaita lohia tai sairaista kaloista otettuja näytteitä (SVA:han kolme lohta 2014, neljä näytettä 2015; Eviraan neljä lohta 2014 ja yksi lohi 2015). Näiden näytteiden tutkimuksista ja yleisön lähettämien valokuvien ja kontaktien perusteella voitiin päätellä, että sairailta kaloilla oli ihohaavoja, joihin toissijaisesti iskivät sienet. Kulkutaudinomaisia bakteeri- tai virustartuntoja ei kaloista voitu osoittaa. Eviraan ei tullut lohia, joiden vauriot olisivat olleet Ulcerative Dermal Necrosis -taudille (UDN) tyypillisiä, mutta SVA osoitti kahdesta Tornionjoen kalasta otetuissa näytteissä UDN-taudin vuonna 2015.

Ennen vuotta 2016 keskusteltiin SVA:n ja Eviran välillä sekä kansallisesti Ruotsissa SVA:n, Havs- och vattenmyndighet -viranomaisen ja Norrbottenin lääninhallituksen ja Suomessa Eviran ja Lapin Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus) välillä, kuinka laajempi selvitys ongelman syistä voitaisiin tehdä. Suomessa työn suunnittelussa oli mukana myös Luonnonvarakeskus Luke. Koska kahden edeltäneen kesän aikana vastanousseiden lohien ongelma oli koskenut eniten Mörrum- ja Tornionjokea, päätettiin, että pääpaino tutkimuksissa kohdistettaisiin Ruotsissa näihin kahteen jokeen ja Suomessa Tornionjokeen. Päätettiin myös, että tutkimukset Tornionjoella tehtäisiin rajan ylittävänä yhteistyönä. Tämä raportti käsittää SVA:n ja Eviran Tornionjoella tehdyn tutkimuksen, mutta Suomen puolella myös Perämeren ja muiden jokien näytteitä on mukana. Ruotsin Itämeren aluevesien kalastusta koskevia tietoja on myös sisällytetty. Tiedot Ruotsin muiden jokien osalta on kuvattu raportissa ”**Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016**”.

Tornionjoen vesistö mukaan lukien Lainio- ja Muonionjoki sekä Könkämä- ja Lätäseno

Tornionjoki on Itämeren tärkein villilohien lisääntymisjoki. Ympäristöviranomaiset, kalastajat ja muut yksityiset havainnoitsijat kertoivat lohien laajasta poikkeavasta käyttäytymisestä, sairastamisesta ja kuolleisuudesta erityisesti kesäkuun puolivälistä elokuun puoliväliin 2014. Sen jälkeen sairaus ja kuolleisuus alenivat. Havainnot koskivat haavaisia tai sienten vioittamia lohia, mutta myös päällepäin oireettomia lohia, jotka käyttäytyivät laiskasti ja joilla oli vaikeuksia vaeltaa kohti ylävirtaa. Sairaita lohia kuvattiin olleen erityisesti Tornionjoen keskiosissa (Pajalassa ja siitä ylävirtaan). Kesällä 2014 vedenpinnan alennuttua kesäkuun lopulla havaittiin monin paikoin myös valkeita muodostumia pitkin joen rantoja. Nämä vyöt olivat kuitenkin todennäköisesti kaloille harmittomia leviä (*S. Stridsmanin, Norrbottenin lääninhallitus, henkilökohtainen tiedonanto*). Suomesta raportoitiin paljon sairaita ja kuolleita lohia jopa Muonionjoelta asti. Lapin ELY-keskus arvioi, että Tornionjoen

Suomen puolella kuoli vuonna 2014 vähintään 1000-2000 lohta. Tapahtumien kulku oli samankaltainen vuonna 2015. Tuolloin havaittiin Pajalan Antinsillalla monia nousulohia, joilla oli vaaleita läikkiä pään ja pyrstön iholla.

Muut vesistöt

Myös muista vesistöistä kuten Kainuun- ja Luulajanjoista raportoitiin suurella osalla kaloja vastaavia ongelmia, erityisesti vuonna 2014. Mörrumjoella eteläisessä Ruotsissa on ollut ongelmia sekä 2014 että 2015. (katso raportti ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar under 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”). Tornionjoen lisäksi on Suomessa yksi rakentamaton Itämeren lohijoki, Simojoki. Sen enempää Simo- kuin valjastettujen Kemi-, Ii- tai Oulujoen sualueilla ei ole havaittu normaalista poikkeavaa sairastavuutta tai kuolleisuutta. Virus- ja BKD-tautien kantajien prevalenssi (taudinaiheuttajia kantavien osuus koko nousevasta lohikannasta) on näillä alueilla ollut Eviran seurantatutkimuksissa hyvin alhainen. Kalastajat ovat kuitenkin raportoineet haavaisista kaloista Perämerellä. Monissa Itämereen laskevissa joissa on syksyinä 2013-15 havaittu runsaasti kalojen sienitartuntaa. Sienitartuntaa on havaittu myös esimerkiksi siassa jo kalanpyydyksissä Perämerellä. Ruotsin länsirannikon vesistöissä, esimerkiksi Rönneä, Stenså, Lagan ja Nissan havaittiin voimakkaita sienitartuntoja ja kuolleisuutta ennen kalojen kutua 2015.

TUTKIMUKSEN TOTEUTUS

Näytteenotto

Näytteenoton yhteydessä kerättiin runsaasti tietoja: pyydystyspaikka, kalalaji, sukupuoli, kalan villi tai istutusalkuperä (Ruotsissa kaikilta lohiistutuspoikasilta leikataan rasvaevä), pituus, paino (punnittu tai arvioitu), oliko kyseessä kirkas vai tumma kala. Sen lisäksi kaikki kaloissa havaitut ulkoiset tai ruumiin-avauksessa todetut poikkeavuudet kirjattiin. Vammat, esimerkiksi pyydystyksen yhteydessä tapahtunut suomujen irtoaminen ja iskukoukun aiheuttamat vammat kirjattiin myös, mutta niitä ei ole käsitelty tässä raportissa. SVA teki ruumiinavauksia Tornionjoella 21.-24.6. Vitsaniemessä kulkuverkkopyynnissä ja 28.-29.6. Kengisbrukissa sekä 30.6. Seskarössä mereltä pyydetyille lohille. Ruumiinavaukset tehtiin saaliiksi saaduille kaloille 5 tunnin kuluessa kalojen kuolemasta, paitsi Seskarössä, jossa 28.-29.6. (viimeisinä lohen kalastuspäivinä) saadut lohet, jotka oli mahdollista tutkia 30.6. Nämä kalat jäitettiin pyydystyksestä tutkimukseen. Ruotsissa kaikki tutkitut kalat valokuvattiin. Suomessa pyrittiin valokuvaamaan kiinnostavat löydökset. SVA:n tutkimuksissa otettiin näytteitä tietyn protokollan mukaan:

- **Munuainen, sydän, perna viruseristyskokeisiin. 10 kalan näytteet yhdistettiin.**
- **Munuaisesta – ja joistain kaloista ihonäytteestä – näyte bakteriologiseen tutkimukseen.**
- **Histologiseen tutkimukseen näytteet eri elimistä. Normaalisti sydäimestä, luurankolihaksesta ja munuaisesta. Tämän lisäksi otettiin näytteet**

mahdollisista ihomuutoksista ja sekä sisäelimissä havaituista silmämääräisistä muutoksista.

- Suorasivelypreparaatti sydäimestä otetusta verestä (yksittäisissä tapauksissa munuaisesta)
- Näytteitä ihosta, munuaisesta, sydäimestä ja pernasta mahdollista kokogenomisekvensointia varten. Elimet otettiin RNA-lateriin (säilöntäaine) ja säilöttiin SVA:han saapumisen jälkeen välittömästi -70° pakastimeen.
- rasvaevä ja suomuja geneettistä tutkimusta ja ikämääritystä varten.
- Lihasta ja maksaa mahdollista ympäristömyrkkyanalyysejä varten.

Osasta tutkittuja yksilöitä otettiin lisäksi näytteitä

- Sienitutkimuksiin infektoituneesta ihosta tai kiduksesta
- Munuaista BKD (renibakteeri) -tutkimuksiin
- Kidusta, sydäntä ja munuaista tutkimuksiin tarttuvan lohianemian (ISA) varalta
- Sydäntä tutkimuksiin kalan reoviruksen (PRV) varalta
- Yksittäisiä loisia tai muita kiinnostavia löydöksiä

SVA jätti lisäksi näytteenottovälineitä ja ohjasi näytteenottoa Lainiojoella ja Tornionjoella Pajalassa. Näytteenottovälineitä jätettiin myös Övertorneälle Juoksengiin kulkuverkkokalastuksessa sekä Seskarössä merikalastuksessa sivusaaliina varsinaisen kalastuskauden jälkeen saatavia sairaita lohia ja taimenia varten.

Eviralla oli 2016 tavoitteena saada paikallisia lohenkalastajia ja kalastusmatkailuyrittäjiä aikaisempia vuosia tiiviimmin mukaan havainnointiin ja sairaiden kalojen näytteenottoon. Kokeneita lohenkalastajia perehdytettiin histologisten näytteiden ottoon – erityisesti haavaisia lohia koskien. Tähän koulutettiin pari kymmentä kalastajaa Pello-Kolari-alueelta, Tornion ja Kemistä ja Simosta. Monet kalastajat pitivät lisäksi päiväkirjaa saaliistaan sairaiden ja normaalien saaliskalojen lukumäärineen.

Evira oli mukana Karungin kulleapajan kulkuverkkokalastuksessa 22.-23.6. ja 9.-10.7. Saaliiksi saatujen lohien iho ja kidukset tarkastettiin ja poikkeavista kaloista otettiin näytteitä histologisiin, bakteriologisiin, virologisiin ja sienitutkimuksiin. Lisäksi kiintoisista ihomuutoksista otettiin näytteitä mahdollisia elektronimikroskooppi- ja kokogenomisekvensointitutkimuksia varten. Perämeren, Tornion, Pellon ja Kolarin kalastajien yhteydenottojen perusteella käytiin lisäksi paikan päällä ottamassa näytteitä sairaista lohista myös muina aikoina. Karungissa ruumiinavaus ja näytteenotto alkoi ½ tunnin kuluessa kalan kuolemasta, muissa tapauksissa viimeistään seuraavana päivänä. Eviran laboratoriossa Oulussa tutkittiin Kemi- Ii- ja Oulujoen ylisiirtoprojektien yhteydessä runsaasti lohiohoja. Kalat, joissa todettiin vammoja, sisällytettiin tähän projektiin. Lokakuussa tuli tietoon runsas sienitartunnan esiintyminen kutulohissa Tornionjoella. 10.-31.10. tutkittiin 20 lohta etenkin Pellon alueelta, jotta voitiin selvittää kalojen kuteminen ja ottaa niistä sieninäytteitä. Kuntokerroin (CF) määritettiin seuraavasti: $CF = 100 \times \text{paino (g)} / \text{pituus}^3 \text{ (cm)}$ (1). Muutamassa tapauksessa käytettiin punnitun painon puuttuessa arvioitua painoa.

Analyysit

Histologia ja sytologia

Formaliinifiksaation jälkeen kudoksenäyte leikattiin ja valmistettiin histologista tutkimusta varten. Verisively ilmakeivattiin ennen sytologisen preparaatin valmistusta. Rutiinivärjäyksessä käytettiin hematoksyliini-eosiinivärjäystä (HE). Sen lisäksi tehtiin tarvittaessa erikoisvärjäyksiä esimerkiksi sienirihmastojen ja sidekudoksen osoittamiseen. May Grünwald Giemsa on verisolusivelyjen rutiinivärjäys ja sitä käytettiin sytologisten preparaattien värjäyksessä.

Tavallisimpien virusinfektioiden osoittaminen

Kalojen virustutkimuksissa SVA:ssa ja Evirassa käytetään rutiinisti soluviljelyä. Laboratoriot noudattavat Euroopan komission päätöstä 2001/189/EC (<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001D0183&qid=1483918483597&from=EN>). Kudoksenäyte (munuainen, sydän ja perna, yhteisnäyte korkeintaan 10 kalasta) viljellään kahdessa solulinjassa 14 päivän ajan. Osa näytteistä kasvatettiin vielä kahdessa muussa solulinjassa, jotta tutkittavien viruslajien määrää voitiin laajentaa rutiinista. Soluviljelyssä voidaan osoittaa vain näytteen sisältävän jotain virusta ja viruksen tarkempi tyyppaus on tehtävä ELISA tai PCR-tekniikalla.

Sairaista kaloista peräisin olevista ja terveinä rannikkopyynnistä saaduista lohista tehtiin yhteisnäytteet erikseen. Kaloista, joissa oli muista eroavat muutokset, tehtiin virusviljely yksittäisnäytteenä. Myöskään eri päivinä tutkittujen kalojen näytteitä ei yhdistetty, koska laboratorioanalyysi on aloitettava 48 tunnin kuluessa näytteenotosta. Ruotsin puolella viikolla 25 Tornionjoella otetut virusnäytteet pakastettiin, koska niitä ei ollut mahdollista saada näytettä laboratorioon saman viikon aikana. Tehtyjen virusviljelyiden määrä ja käytetyt solulinjat selviävät Taulukosta 1.

Eriyiset virustutkimukset

Tietyt virukset eivät kasva tai ovat vaikeasti viljeltävissä ja vaativat erikoisia solulinjoja. Näiden diagnostiikassa käytetään tavallista PCR-tekniikkaa tai ns. reaaliaikaista PCR-tekniikkaa (qPCR). Tarttuva lohianemiavirus (ISAV), lohikaloiden alfavirus (SAV) ja Onchorhyncus masou-virus (OMV) ovat esimerkkejä viruksista, joita tutkittiin osasta näytteitä.

Taulukko 1. Eri solulinjoissa virusten varalta tutkittujen näytteiden määrät pyydystyspaikoittain ja kuukausittain. Antalet prover odlade på olika cellkulturer fördelat på provtagnings-lokal och månad. Number of samples cultured on different cell lines, sorted by sampling location and month.

Solulinja/Cellkultur/Cell line Paikka/Lokal/Location	BF-2	FHM	RTG-2	CHSE-214
<i>Tornionjoki/Torneälven/Torne river</i>				
Kesäkuu/Juni/June	4	4	-	1
Heinäkuu/Juli/July				
Elokuu/Augusti/August				
Syyskuu/September/September				
Lokakuu/Oktober/October				
<i>Perämeri/Bottenviken/Bothnian Bay</i>				
Kesäkuu/Juni/June	2	2	-	1
Heinäkuu/Juli/July				
Elokuu/Augusti/August				
Syyskuu/September/September				
Lokakuu/Oktober/October				
<i>Kemijoki/Kemiälven</i>				
Heinäkuu/Juli/July	2	2	1	1
<i>Iijoki/Ijoälven</i>				
Lokakuu/Oktober/October	3	3	3	-
<i>Oulujoki/Uleälven</i>				
Lokakuu/Oktober/October	2	2	-	-

Bakteeritutkimukset

Bakteerinäyte viljeltiin suoraviljelynä tai kuljetuselatusaineeseen, jossa ollut näyte viljeltiin sen saavuttua laboratorioon. Kaikki näytteet viljeltiin verilevyille, Suomessa lisäksi Shotts-Waltmann-agarille. Tietyissä tapauksissa käytettiin myös erityisagareita vaikeammin kasvaville bakteereille. Levyjä inkuboitiin viikko ennen viimeistä lukua ja epäilyttävät bakteerit tunnistettiin biokemiallisilla testeillä ja Maldi-TOF –tekniikalla. Tutkimukset renibakterioosin (BKD) varalta tehtiin rutiinisti antigeeni-ELISA-menetelmällä (positiiviset reaktiot varmistettiin reaaliaikaisella PCR-menetelmällä). Evirassa osa kaloista tutkittiin BKD:n varalta viljelymenetelmällä. Bakteerin hidaskasvuisuuden vuoksi tutkimus viljelymenetelmällä kestää yleensä kuusi viikkoa.

Sienitutkimukset

Sieniviljely tehtiin erityisille sienimaljoille, yksittäistapauksissa verimaljoille. Alustava määrittäminen vesiekosysteemissä elävien leväsienten (onko kyseessä *Saprolegnia*-laji vai ei?) tehtiin suoramikroskooppisesti rihmastoja tarkastelemalla. SVA:ssa ja Evirassa ei ruutiniagnostiikassa tehdä sienten tarkempaa lajimäärittäystä, koska ihosieniä pidetään lähinnä sekundaarisina taudinaiheuttajina. Kirjallisuudessa keskitytään *Saprolegnia*-suvun sieniin,

koska ne aiheuttavat tyypillisiä vaaleita läikkämäisiä kasvustoja kalojen iholle. SVA:ssa ryhdyttiin projektin yhteydessä kehittämään PCR-tekniikkaan perustuvaa lajimääritystä (2). Kaikki projektissa eristetyt sienet testattiin tällä menetelmällä.

Kokogenomisekvensointi

Kokogenomisekvenssoinnissa (MiSeq, Next generation sequencing/NGS) monistetaan kudoshäytteen kaikkea DNA:ta tai RNA:ta, jotta voitaisiin löytää esimerkiksi bakteereita tai viruksia, joita ei onnistuta eristämään tavanomaisilla menetelmillä. Monistettuja DNA/RNA-sekvenssejä verrataan eri patogeenien (sairautta aiheuttavien organismien) julkaistuihin sekvensseihin. Jotta voidaan varmistaa, että monistus ja sekvenssointi on onnistunut, verrataan sekvenssejä myös kalalajin (tässä tapauksessa merilohen ja taimenen) julkaistuihin **sekvensseihin. SVA käytti lisäksi ”state-of-the-art”** –ohjelmistoja SPAdes, DIAMOND ja MEGAN6 sekvenssianalysissa (3-5). Toistuvia sekvenssejä ei analysoitu, vaan analyysit keskitettiin niihin osiin DNA/RNA:ta, jotka koodaavat proteiineja. Sisäelin- ja kolmen ihovertymiä omanneen kalan ihonäytteitä käytettiin kokogenomisekvenssointiin.

Raportointiportaali

SVA:ssa pantiin pystyyn havaintojen ilmoittamista varten nettiportaali ja se otettiin käyttöön 15.5.2016. Portaalista on kaksi kieliversiota, ruotsin- ja suomenkielinen. Kieli määräytyy ilmoittajan selaimen kieliasetuksen mukaan. Kirjautuessaan kännykällä saa käyttöönsä tälle tarkoitettua versiota. Portaalista tiedotettiin SVA:n ja Eviran lisäksi myös Ruotsin Sportfiskarnas riksförbundin, lääninhallitusten, suomalais-ruotsalaisen rajajokikomission, Lapin elinkeino-, liikenne ja ympäristökeskuksen (ELY-keskus), Luonnonvarakeskuksen (Luke) sekä monien suomalaisten urheilukalastustoimijoiden sivuilla, joilta oli linkki portaaliin <https://rapporterfisk.sva.se>. Portaalissa oli mahdollisuus tiedottaa muun muassa löytöpaikasta, kalastustavasta tai siitä, että kala vain oli havaittu heikkona tai kuolleena, vaurion tyypistä ja paikasta kalassa. Löytöpaikan koordinaatit kirjautuivat automaattisesti, jos raportointi tehtiin löytöpaikalta ja puhelimesta oli GPS aktiivisena. Muussa tapauksessa koordinaatit vietiin portaaliin manuaalisesti SVA:ssa sen mukaan kuin oli annettu portaalin **kohdissa ”vesistö” ja ”löytöpaikka”**. **Koordinaatteja käytettiin havaintojen esittämiseen kartalla.** Portaalissa oli myös mahdollisuus ladata kuva havainnosta. Nykyversiossa ei ole kohtaa nimi- ja yhteystiedoille. Jos halusi saada suoraa palautetta tai antaa SVA:lle tai Eviralle mahdollisuuden lisätietojen saantiin, täytyi nämä tiedot antaa portaalissa **vapaan tekstin ”Muut tiedot”** –kohdassa.

Muut tiedot

Kalastajien havainnot

Lippokalastajia, kokeneita lohensoutajia, kulkuverkkokalastajia ja kalastusoppaita pyydettiin kirjaamaan havaintojaan vahingoittuneista lohista ja raportoimaan tästä Eviraan.

Kysely ruotsalaisille ammattikalastajille

Rannikon kalastuksen yhteydessä havaittuja vaurioita varten laadittiin kyselylomake. Kysymykset laadittiin erikseen pää- ja sivusaalishavaintoja varten. Kysymykset käsittelivät ennen pyydystystä tulleita vaurioita sekä pyydyksestä päästämisen yhteydessä syntyneitä suomuvaurioita. Lomake lähetettiin touku-kuussa 107 kalastajalle, jotka ovat olleet Havs- och vattenmyndighetenin listalla ammatinharjoittajina ja ilmoittaneet saaliista 2015. Elokuussa lähetettiin muistutus kalastajille, jotka eivät olleet siihen mennessä vastanneet.

Lohen nousu, virtaama ja lämpötila joessa

Kalan nousutiedot Tornionjoesta (Kattilakoski), Simojoesta (jokisuu) ja Kainuunjoesta (Jokkfall) saatiin Norrbottenin lääninhallituksesta. Tornion- ja Simojoen tiedot on alun perin koontanut Luke. Päivittäiset virtaamatiedot 1.4.-31.10. vuosilta 2009 – 2015 ja vedenlämpötiedot touko-lokakuulta 2006 – 2016 Tornionjoen Kukkolankoskesta saatiin SMHI:sta (Sveriges hydrologiska och meteorologiska institut) <http://vattenwebb.smhi.se>, vastaavia tietoja tarjoaa Suomen ympäristökeskus (SYKE). Vuoden 2016 tiedot eivät olleet vielä julkaistuja 11.1.2017. Virtaamatietojen alkuvuodeksi valittiin 2009, koska lohen nousutietoja alettiin laskea tuolloin. Lämpötilatietojen alkamisajankohdaksi valittiin aikaisempi (2006).

Silakka ja kilohaili

Silakka ja kilohaili ovat lohen pääruokaa syönnösalueilla. Tiedot niiden kannoista toimitti Michele Casini Ruotsin maatalousyliopistosta (SLU). ICES-alueet, joiden tietoja tarkasteltiin olivat 25 (Bornholminallas), 26 (Gdanskian lahti), 28 (Gotlannin syväne) ja 30 (Selkämeri), jotka ovat Ikosen (6) mukaan pääasialliset Itämeren lohien pohjoisimpien jokien syönnösalueet.

Tilastollinen käsittely

Tilastolliset käsittelyt tehtiin STATA 13.1 – ohjelmalla. Kuntokertoinvertailut (CF) tehtiin T-testillä (yhtä- tai erisuurten varienssien t-testi) tai Wilcoxonin testillä (Wilcoxon rank sum test) riippuen vertailussa olevien yksilöiden lukumäärästä ja jakaumien normaalisuudesta. Wilcoxonin testiä käytettiin, jos jossain vertailtavassa ryhmässä oli vähemmän kuin 5 yksilöä. Sitä käytettiin myös vertailussa T-testiin, jos jommassakummassa vertailtavassa ryhmässä oli vähemmän kuin 10 yksilöä.

Virtaama- ja lämpötilatietoja mallinnettiin regressioanalyysillä, jossa selittävinä muuttujina oli vuosi, kuukausi ja näiden kahden välinen yhdysvaikutus (interaktio). Vertailut tehtiin lämpötilan suhteen vuoteen 2006, virtaaman 2009 sekä vuosien 2014 – 2016 välillä. Mallien kykyä selittää tiedoissa olevaa varianssia analysoitiin jälkikäteen.

TULOKSET

Havainnot ja tilanne vuonna 2016

Tautitilanne oli vuonna 2016 rauhoittunut selvästi aikaisemmista vuosista. Tämä havaittiin paikallisten kalastajien ja matkailukalastusyrittäjien kanssa

käydyissä keskusteluissa sekä internetportaaliin kertyneistä vain 101 havainnosta. Se on vähemmän kuin aikaisempina vuosina työläämpien ilmoitustapojen, puhelinoitojen ja sähköpostiviestien kautta tietoon tullut määrä. Näytteenottojen jälkeenkin on sekä SVA:han että Eviraan tullut tietoja siitä, että sairaita lohia oli vähemmän kuin 2014-2015.

Ruotsissa todettiin myös monissa muissa lohijoissa suurta nousulohikuolleisuutta vuonna 2016. Tästä on julkaistu erillinen raportti (katso ”**Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016**”). Suomessa laskee Tornionjoen lisäksi koko Pohjanlahteen vain yksi lohijoki, Simojoki. Vaikka lohennousu Simojoessa oli ennätyksellinen, ei sieltä otettu Eviraan yhteyttä kuolleita tai sairaita lohia koskien. Perämeren merialueelta ja Kemi-, Ii- ja Oulujokien terminaali-kalastusalueilta kalastajat raportoivat haavaisista tai punoittavaihoisista lohista saaliissa, mutta eivät merkittävästä lohikuolleisuudesta. Muutamit kalastajat raportoivat kuitenkin, että haavaisten tai punoittavaihoisten lohien määrä saaliissa oli huolestuttavan suuri, erityisesti Perämeren pohjoisosissa ja Kemijoen terminaalikalastusalueella.

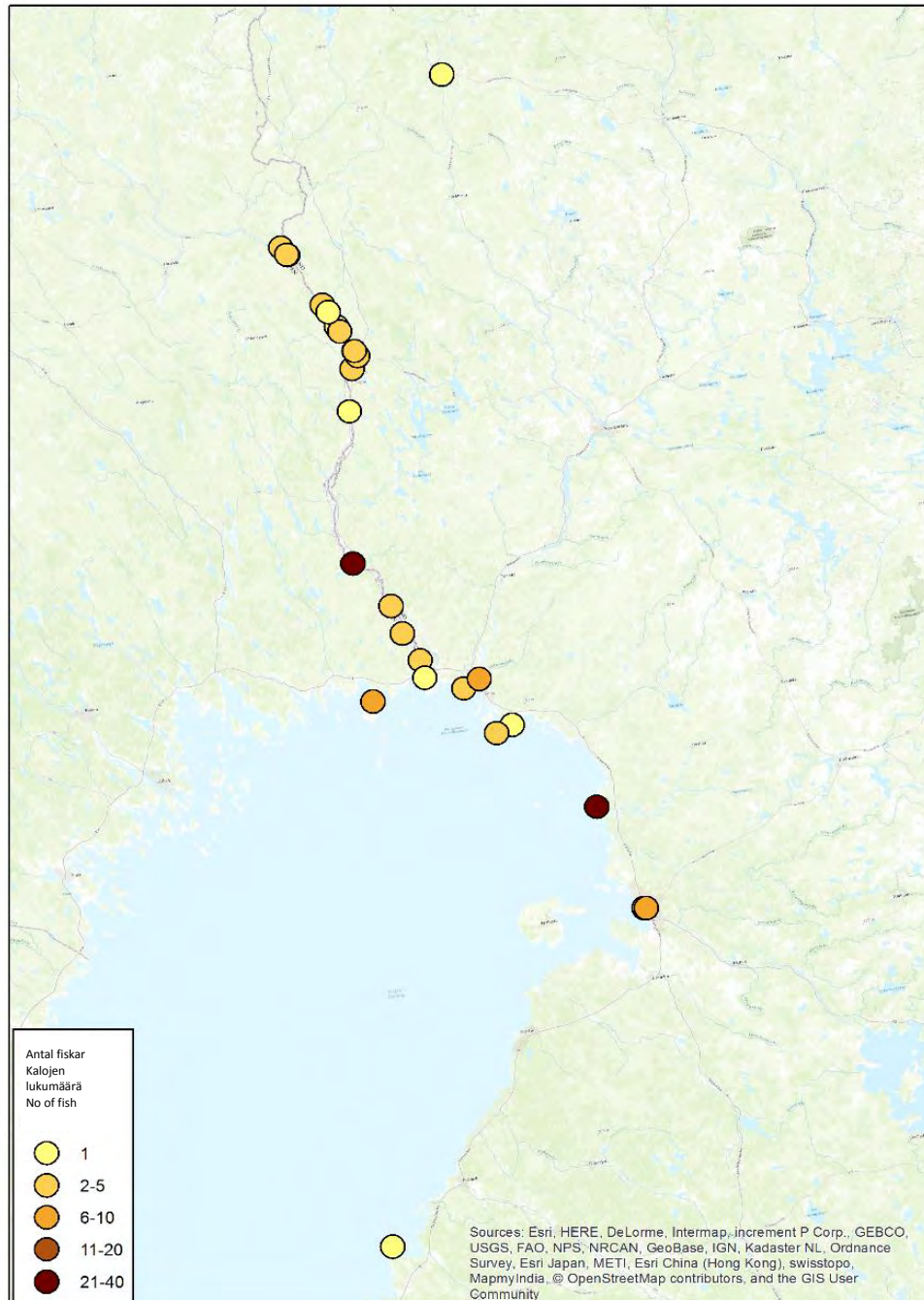
Syksyllä 2016 tavattiin edellisvuosien tapaan yleisesti sienitartuntaa Tornionjoen kutukaloissa sekä myös muissa Ruotsin ja Suomen joissa. Todennäköisesti se ei estänyt merkittävästi lohia laskemasta mätiä ja maitia Tornionjoella.

Näytteenotto

Kaikkiaan tutkittiin 131 kalaa. Maantieteellinen jakauma käy ilmi Kuvasta 1. Näistä 96 kalalle tehtiin ruumiinavaus, kuudelle naaraalle tehtiin vain tutkimus siitä, ovatko ne kuteneet (lokakuussa). Lopuista 29 kalasta olivat paikalliset kalastajat tai matkailukalastusyrittäjät ottaneet näytteitä. Karungin kulkuverkkokalastuksessa otettiin näytteitä 10 sellaisesta lohesta, joilla todettiin ihovaurioita. Eviran kontrollitutkimuksissa Kemi-, Ii- ja Oulujoen lohien ylisiirtojen yhteydessä otettiin näytteitä 40 lohesta, joilla todettiin ihovaurioita. SVA teki ruumiinavauksen 22 lohelle Vitsaniemen kulkuverkkokalastuksessa pyydystetyille ja kahdelle vapakalastetulle kalalle Kengisforssenilla sekä 10 push-up -ryssä Perämeren pohjukan rannikolla kalastetulle lohelle. SVA:n tutkimuksissa näytteitä otettiin riippumatta siitä, oliko lohissa vaurioita vai ei. Kalastajilta tai kalastusmatkailuyrittäjiltä ei SVA:han tullut näytteitä, Eviraan näitä toimitettiin 29 kalasta. Lajeittain näytteitä saatiin 123 lohesta, 4 taimenesta 2 siasta ja yksi harjus ja salakka. Tornionjoelta näytteitä tuli 67 kalasta (62 lohesta, 2 taimenesta sekä siika, harjus ja salakka), Perämereltä 15 kalasta (14 lohesta, 1 taimenesta), Kemijokisuusta 21 kalasta (20 lohta, 1 taimen), Iijokisuusta 21 ja Oulujokisuusta 7 lohta. Kemi-, Ii- ja Oulujokisuun lohet ovat todennäköisesti kasvatusalkuperää, kun kaikki Tornionjoen sekä Perämeren lohet olivat rasvaevällisiä.

Kaloista 88 oli naaraita, 30 uroksia, 13 kalan sukupuolesta ei ollut merkintää. 75 kalan (73 lohta ja kaksi taimenta) merivuodet vaihtelivat 1-5, lohien mediaani oli 2 merivuotta (62 kpl, 83 %). Taimenet olivat olleet meressä 2 ja 3 vuotta. 96 %

Kuva 1. Näytteenottoaikat Tornion- ja Kemijoessa sekä Ii- ja Oulujoki-suissa ja Perämerellä. Provtagningspunkter i Torneälven, Kemiälven, Ijoälven, Uleälven och Bottenviken. Sampling locations in Torne river, Kemijoki, Iijoki, Oulujoki and the Bothnian Bay.



kaloista oli ensimmäistä kertaa kudulle nousevia. Poikkeuksena olivat kaksi naaraslohta, jotka olivat olleet meressä 3 ja 5 vuotta, sekä yksi 5 vuotta merivaelluksella ollut uroslohi. Jokipoikasvaiheen pituus voitiin määrittää 32 villiltä lohelta ja se vaihteli 2 ja 4 vuoden välillä. Suurin osa (24 kpl, 75 %) oli tullut vaellusvalmiiksi (smoltifioitunut) 3 vuoden iässä. Paino, pituus, kuntokerroin (CF) ja merivuosien määrä käy ilmi Taulukosta 2.

Yksi Perämerestä saatu lohi oli laskulohi (CF=0,46) eikä se edustanut kudulle palaavia lohia. Yksi Oulujokisuusta peräisin ollut lohi oli rakenteellisesti epänormaali (CF=1,28). Näitä ei otettu mukaan kuntokerroin- ja sukupuolianaalyyseihin. Niinä kuukausina, kun molempia sukupuolia oli mukana näytteissä, ei sukupuolten välillä ollut eroa kuntokertoimessa. Tornionjoesta, Kemi- ja Oulujokisuista ja Perämerestä pyydystetyissä lohissa ei myöskään ollut eroja kuntokertoimessa, joten niitä käsiteltiin yhtenä populaationa. Iijoen lohilla oli muiden pyydystysalueiden lohia selvästi korkeampi kuntokerroin, usein sekä naaraita että uroksia koskien niinä kuukausina, kun Iijoen lohia oli mukana materiaalissa (Taulukko 3). Kuntokertoimen kuukausittaiseen vertailuun ei Iijoen lohia sen takia otettu mukaan. Koska kuukausittaiset havainnot olivat harvahkoja, yhdistettiin kesä- ja heinäkuun tulokset. Lokakuussa näytteeksi otetuilla lohilla oli merkitsevästi alempi kuntokerroin kuin kesä-syyskuussa otetuilla, mutta kesäkuusta syyskuuhun ei kuntokertoimissa ollut merkittäviä eroja (Taulukko 3). Koska muita kalalajeja oli vain vähän, ei kuukausittaisia kuntokerrointutkimuksia tehty. Merivuosien määrä ei vaikuttanut kuntokertoimeen (Wilcoxonin testi, $p > 0,05$).

Taulokko 2: Merivuosisien lukumäärä, pituus, paino ja kuntokerroin (keskiarvo, keskihajonta, vaihteluväli). Arvioon perustuvat tiedot on kirjoitettu *kursiivilla*. Data (medelvärde, standardavvikelse, spann) avseende havsvintrar, längd, vikt och konditionsfaktor per art, vattendrag och kön. Uppskattade vikter och konditions-faktorer anges i *kursiv stil*. Data (average, standard deviation, range) on sea winters, length, weight and condition factor per species and water system, separated by sex. Estimated weights and condition factors are written *in italics*

Laji/Art/Species Pyydystys-paikka/ Fångstplats/Location	Honor/Naaraat/Females				Hanar/Urokset/Males			
	<i>Merivuosisia/ Havsvintrar/ Sea Winters</i>	<i>Pituus/Längd/ Length (cm)</i>	<i>Paino/Vikt/Weight (kg)</i>	<i>CF*</i>	<i>Merivuosisia/ Havsvintrar/ Sea Winters</i>	<i>Pituus/Längd/ Length (cm)</i>	<i>Paino/Vikt/Weight (kg)</i>	<i>CF*</i>
<i>Lohi/Lax/Salmon</i>								
Tornionjoki/Torneälven/ Torne river (N=61; 46/10/5) ²	2 (n=23) 3 (n=3) 5 (n=1)	88.2 ± 8.23 (74 – 107)	6.9 ± 2.3 (4.4 – 12.7) <i>4.6 ± 0.1 (4.5, 4.6)</i>	0.95 ± 0.14 (0.61 - 1.13) <i>1.00 ± 0.04 (0.97 – 1.03)</i>	2 (n=2) 3 (n=1)	93.8 ± 5.1 (86 – 100)	8.8 ± 3.6 (5.5 – 18.2)	0.96 ± 0.11 (0.81-1.13)
Perämeri/Bottenviken/ Bothnian bay (N=12; 5/7/2) ²	2 (n=2)	90.7 ± 6.7 (85 – 98)	7.2 ± 1.6 (5.7 – 9.5)	0.98 ± 0.04 (0.93 – 1.01)	1 (n=1) 2 (n=4)	73.9 ± 17.5 (52 – 96)	4.5 ± 3.0 (0.7–8.5)	0.93 ± 0.21 (0.47 – 1.06)
Kemijoki (N=20; 14/2/4) ²	2 (n=11) 3 (n=1)	90.5 ± 5.8 (77 – 104)	7.0 ± 1.7 (4.4 – 11.5)	0.93 ± 0.08 (0.73 – 1.03)	2 (n=2) 3 (n=1)	94.5 ± 0.7 (94, 95)	8.5 ± 0.1 (8.4, 8.6)	1.01 ± 0.04 (0.98 – 1.04)
Iijoki (N=21; 14/7) ²	1 (n=1) 2 (n=13)	88.3 ± 7.7 (66 – 97)	7.8 ± 1.7, (3.5 – 9.9)	1.12 ± 0.07 (1.00 – 1.23)	1 (n=2) 5 (n=1)	86.1 ± 18.1 (60.5 – 104)	8.1 ± 4.3 (2.1 – 12.8)	1.11 ± 0.11 (0.95 – 1.29)
Oulujoki (N=7; 5/2) ²	2 (n=5)	88.3 ± 6.2 (81 - 97)	6.7 ± 1.5 (5.3 – 8.9)	0.96 ± 0.06 (0.88 – 1.03)	1 (n=1)	75.5 ± 24.7 (58 – 93)	5.8 ± 6.3 (1.3 – 10.3)	0.97 ± 0.43 (0.66 – 1.28)
<i>Taimen/Öring/Trout</i>								
Tornionjoki/Torneälven/ Torne river (N=2; 2/0)	-	59 ± 8.5 (53, 65)	2.1 ± 1.3 (1.2, 3.0)	0.93 ± 0.22	-	-	-	-
Perämeri/Bottenviken/ Bothnian Bay (N=1)		64	2.8	1.05				
Kemijoki (N=1)	-	-	-	-	3	66	2.5	0.87
<i>Siika/Sik/Whitefish</i>								
Tornionjoki/Torneälven/ Torne river (N=2; 1/1)		36	0.36	0.77		38	0.38	0.70

* Kuntokerroin/Konditionsfaktor/Condition factor = 100 x weight (g)/(length (cm))³

Taulokko 3. Näytteeksi otettujen lohien kuntokerroin (CF) kuukausittain ja vesistöittäin. Konditionsfaktor (CF) hos provtagna laxar per månad och vattensystem samt för friska vs. sjuka laxar. Condition factor (CF) in sampled salmons per month and water system, and in healthy vs. diseased salmons.

Kuukausi/Månad/Month Kalavedet/Fångstplats/ Location	Kuntokerroin/Konditionsfaktor/Condition factor			Terveet vs. vaurioituneet /Friska vs sjuka/Healthy vs diseased
	<i>Kaikki lohet/ Alla laxar/ All salmon</i>	<i>Naaraat/ Honor/ Females</i>	<i>Urokset/ Hanar/ Males</i>	
Toukokuu/Maj/May				
<i>Perämeri/Bottenviken (0/1)¹²</i>	0.46	-	0.46	<u>akuutit vammat / akuta skador/acute injuries (n=11)</u>
Iijoki (3/1)	1.11 ± 0.11	1.09 ± 0.12	1.17	
Kesäkuu/Juni/June				
Tornionjoki (30(32)/6)	0.99 ± 0.09 ^a	1.00 ± 0.08 ^p 1.00 ± 0.04	0.98 ± 0.12	<u>terveet/ friska /healthy (n=24)</u>
Perämeri/Bottenviken (3/6)	0.99 ± 0.05 ^b	0.98 ± 0.04 ^e	1.00 ± 0.05	
Kemijoki (1/1)	0.99 ± 0.02 ^β	1.01	0.98	<u>kroonisia vammoja /kroniska skador/ chronic injuries (n=28)</u>
<i>Oulujoki (0/1)²</i>	1.28	-	1.28	
Tornionjoki, Kemijoki, Perimäri (34/ 13)	1.00 ± 0.09 ^c	1.00 ± 0.08 ^{hq}	1.00 ± 0.08 ^t	
Iijoki (10/5)	1.12 ± 0.08 ^{abc β}	1.12 ± 0.04 ^{pq e}	1.11 ± 0.13 ^t	
Juli/Heinäkuu/July				
Torne (2/1)	0.95 ± 0.15	0.98 ± 0.20	0.88	<u>terveet sis. akuutit vammat/ friska inkl. akuta/healthy incl. acute (n=35)</u>
Kemijoki (10/1)	0.96 ± 0.07 ^γ	0.95 ± 0.07	1.04	
Torne, Kemi (12/2)	0.95 ± 0.09 ^δ	0.95 ± 0.09 ⁱ	0.95 ± 0.11	
Iijoki (1/1)	1.17 ± 0.07 ^{γδ}	1.22	1.12	
Kesäkuu + heinäkuu/Juni+juli/June + July				
Tornionjoki (32/7)	0.99 ± 0.09 ^d	1.00 ± 0.09 ^j	0.96 ± 0.11 ^u	<u>0.98 ± 0.16</u>
Perämeri (3/6)	0.99 ± 0.05 ^e	0.98 ± 0.04 ^ζ	1.00 ± 0.05 ^v	
Kemijoki (11/2)	0.96 ± 0.07 ^f	0.95 ± 0.07 ^k	1.00 ± 0.04	
<i>Oulujoki (0/1)²</i>	1.28	-	1.28	
Tornionjoki, Kemijoki, Perimäri (46/15)	0.98 ± 0.08 ^g	0.98 ± 0.08 ^{lm}	0.99 ± 0.08 ^r	
Iijoki (11/6)	1.12 ± 0.07 ^{defg}	1.13 ± 0.05 ^{JKI ζ}	1.11 ± 0.11 ^{ruv}	
Elokuu/Augusti/August				
Tornionjoki (2/0)	0.98 ± 0.05	0.98 ± 0.05	-	<u>1.03 ± 0.08</u>
Kemijoki (2/0)	0.88 ± 0.00	0.88 ± 0.00	-	
Tornionjoki, Kemijoki (4/0)	0.93 ± 0.06	0.93 ± 0.06 ^α	-	
Syyskuu/September/September				
Oulujoki (5/1)	0.96 ± 0.06	0.96 ± 0.06 ⁿ	0.67	
Lokakuu/Oktober/October				
Torne (6/0)	0.68 ± 0.06	0.68 ± 0.06	-	
Kemijoki (1/0)	0.73	0.73	-	
Tornionjoki, Kemijoki (7/0)	0.69 ± 0.05	0.69 ± 0.05 ^{himn α}	-	

¹(naaraiden/koiraiden lukumäärä), ²jätetty pois tilastollisesta analyysistä; ^{a-q} samalla kirjaimella merkityt arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi, p<0.001, t-testi; ^r samalla kirjaimella merkityt arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi, p<0.01, t-testi; ^{t-v} samalla kirjaimella merkityt arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi, p<0.05, t-testi; ^α samalla kirjaimella merkityt arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi, p<0.01, Wilcoxonin testi; ^{βγδεζ} samalla kirjaimella merkityt arvot eroavat toisistaan tilastollisesti merkittävästi, p<0.05, Wilcoxonin testi

Ruumiinavausmuutokset

24 lohta 131:stä arvioitiin terveiksi, näistä kahdeksalla kuitenkin parantuneiden vaurioiden arpia (Taulukko 4). Samalla kalalla saatettiin havaita useita erilaisia muutoksia. Haavat olivat tavallisia, monet näistä mekaanisia ja esimerkiksi kourun tai hylkeen aiheuttamia (Kuvat 1, 3-6 ja 8, Liite 1). Kuudella kalalla haavat olivat osittain tai kokonaan parantuneet (Kuvat 2 ja 9-10, Liite 1). Kuudella kalalla haavat olivat syviä, lihakseen ulottuvia ja lisäksi yhdellä ne ulottuivat vatsaonteloon. Kahdella lohella pidettiin mahdollisena, että haavat olivat nahkiaisien aiheuttamia (Kuva 11, Liite 1).

Vaurioiden ikää arvioitaessa kaksikymmentä yksi kalaa arvioitiin akuutisti, viisi sekä akuutisti että kroonisesti ja 41 lohta kroonisesti sairaaksi tai vaurioituneeksi. Vaurioiden iän arvio puuttuu 40 kalan kohdalla. Vertailussa sairaiden ja terveiden lohien kuntokertoimen välillä havaittiin akuutisti vaurioituneiden lohien kertoimen olleen hieman korkeampi kuin terveiden (Taulukko 3). Kroonisia vaurioita omanneiden (mukaan lukien kalat, joilla oli sekä akuutteja että kroonisia vaurioita) kuntokerroin oli samaa luokkaa terveiden kalojen kanssa, mutta alempi kuin akuutisti vaurioituneiden lohien. Koska akuutisti vaurioituneiden lohien kuntokerroin ei eronnut tilastollisesti terveiden vastaavasta, yhdistettiin nämä ryhmät, mutta tilastollisesti merkittävää eroa kroonisesti vaurioituneisiin ei ollut tässä tapauksessa. (Taulukko 3). Jotkut kaloista poikkesivat muista selvästi. Edellä mainittu laskulohi oli erittäin huonossa kunnossa (CF=0,46) ja sillä oli sienitartuntaa haavoissa ja kiduskuolioissa sekä loistartunta (*Ichthyobodo necator*). Kesäkuussa pyydystetyllä naaraskalalla oli laajoja kroonisia suomujen irtoamisalueita, iho värjäytynyt keltaiseksi ja laajoja ihoverenvuotoja vatsapuolella, repaleiset evät ja sienitartuntaa (Kuva 12 ja 13, Liite 1). Ruumiinavauksessa todettiin selvä infektio/verenmyrkytyskuva (suurentunut perna, verenvuotoja herakalvoilla ja nestettä vatsaontelossa, vaalea munuainen). Muilla 94 kalalla ei havaittu systeemiseen infektiin viittaavia sisäelinmuutoksia. Kidusten kunto oli yleensä moitteeton, yhdellä kuitenkin runsaasti limaa kiduksilla ja toisella kiduskuolioita. Sisäelimissä ei havaittu selkeitä muutoksia. Heisimatoa (*Eubothrium* spp.) löydettiin runsaasti, mutta tämä on normaalia vastanousseella lohella. Yhdellä oli yksittäisiä valkoisia pilkkuja sydämen pinnalla. Neljällä havaittiin jossain määrin pyörästynyt perna. Kolmella lohella oli selvä maksan rasvoittuminen (keltainen väri), kahdella voimakas verentungos ja yhdellä vaaleita pilkkuja maksan pinnalla. Nämä todettiin parasiittipesäkkeiksi. Yhdellä kalalla oli laaja verenvuoto uimarakon ja munuaisen seudussa ja toisella lihasverenvuoto, joka ulottui lihaksiston läpi munuaiseen ja vatsaonteloon. Nämä tulkittiin aiheutuneiksi pyydystyksen yhteydessä syntyneestä tylpistä väkivallasta. Yhdellä olivat lisäksi suonet normaalia selvemmin esissä ja melanisaatio, joka ulottui läpi koko vatsaontelon seinämän. Oudoin oli kala, jolla oli tulehtunut uimarakko, jonka sisästä löytyi kaksi suurta toisen kalan eväruotoa.

Taulukko 4. Ruumiinavauksissa todettuja silmämääräisiä muutoksia. Utvändiga fynd vid obduktion. External findings at necropsy

Muutos/Förändring/ Finding	Kaloja yhteensä/ Totalt antal fiskar/Total number of fish	Tornionjoki/Torne- älven/Torne river (n=67)	Perämeri/Botten- viken/Bothnian Bay (n=15)	Kemijokisuu/ Kemiälvens mynning/Estuary of Kemijoki (n=21)	Iijokisuu/Ijoälvens mynning/Estuary of Iijoki (n=33)	Oulujokisuu/Uleälvens mynning/Estuary of Oulujoki (n=7)
Ei muutoksia/Inga symptom/No symptoms	24/131 (18 %)	15	8	0	0	1
”UDN”	4/131 (3 %)	0	2	0	2	0
Verenvuoto, punoitus/ Blödning, rodnad/ Hemorrhage, erythema	29/131 (22 %)	14	2	0	6	1
Haavoja/Sår/Wounds	62/131 (47 %)	32	3	15	9	3
- joista traumaattisia/varav mekaniska/of which traumatic	19/62 (31 %)	12	0	1	5	1
- ei mekaanisesti syntyneitä/ej mekaniska/ulcerations	35/62 (56 %)	13	3	13	4	2
Sekä traumaattista alkuperää että muita haavoja/Både mekaniska och andra sår/ Both traumatic wounds and ulcerations	8/62 (13 %)	7	0	1	0	0
Suomujen irtoamista/ Fjällförlust/Scale loss	5/131	1	2	0	1	1
Sienikasvustoa/Svamp/ Fungus	13/131 (10 %)	8	1	1	2	1
Paise/Böld/Abscess	2/131 (2 %)	0	2	0	0	0
Muutos pigmentaatiossa/ Pigmentförändring/ Pigment change	6/131 (5 %)	2	0	0	2	2

Tutkimustulokset

Histologia ja sytologia

Seitsemän silmämääräisesti akuutteja verenvuotoja tai punotusta omanneen kalan (Kuvat 7 ja 8, Liite 1) ihossa todettiin histologisesti krooninen tulehdus, jossa oli makrofaageja ja lymfosyytteja syvemmissä ihokerroksissa. Kolmella kaloista nahanalaisen rasvakudoksen alapuoliseen lihaksistoon ulottui tulehdus, jossa oli havaittavissa verenvuotoa ja alkavaa kuolioitumista (Kuvat 23 ja 24, Liite 1).

Ihon avohaavoissa oli usein vastaavia epäspesifisiä tulehduksen merkkejä ihossa, ihonalaiskudoksessa sekä lihaksessa. Monesti havaittiin sienirihmoja, todennäköisesti merkinä haavautumisen myöhäisvaiheesta (Kuva 18, Liite 1). Sienitartunta on usein toissijainen, mutta kun sienet ovat infektoineet haavan, ei haavan alkuperäistä aiheuttajaa pystytä määrittämään. Sienirihmat peittävät kudusrakenteessa aikaisemmin näkyneet alkuperäiset muutokset. Tämä vaikeuttaa ei-akuuttien vaurioiden diagnostiikkaa. 14:ssä tutkituista 88 ihoaavasta (16 %) voitiin avohaavan ympäristössä havaita hyvin pinnallinen, epidermiksessä oleva kuoliomuutos, joka vaikutti olevan avohaavan muodostumisen alku (Kuvat 19 – 22, Liite 1). Muutosta ei ole kuvattu kalapatologiassa ja sen synty on tuntematon. Muutos eroaa selvästi UDN-taudin muutoksista ja niitä esiintyi näytemateriaalissa huomattavasti useammin. UDN-diagnoosi tehdään histologisesti ja jotta se voidaan asettaa, täytyy täyttyä kolme kriteeriä: 1) Limasolut puuttuvat ihon pintakerroksesta (epidermis) vaurion ympäriltä, 2) solukuolioiden seurauksena on tyhjiä, ns. pemfigusta muistuttavia vakuoleja epidermiksen syvissä (suprabasaalisissa) solukerroksissa ja 3) epidermiksen alla olevat pigmenttisolut hajoavat (katso Kuva 16, Liite 1).

Sisäelimiä tutkittiin 55 sydän-, 33 munuais-, 10 perna- ja 14 maksaleikettä. Sen lisäksi tutkittiin silmämääräisesti normaalia luurankolihasta 24 kalalta. 23 sydämessä ei ollut muutoksia. Lievä sydänlihastulehdus havaittiin 9 kalalla. 3 sydämessä todettiin voimakas tulehdus, näistä yhdellä osittain tuhoutunut mato, jonka ympärillä voimakas granulaatiokudos sydämen kammiossa (Kuva 25, Liite 1). Useimmilla kaloilla havaitut tulehdussolut olivat makrofaageja ja lymfosyytteja. 7 sydämessä oli havaittavissa sidekudosmuodostusta merkinä aikaisemmasta tulehduksesta. Yhdellätoista kalalla oli sydänveressä runsaasti makrofaageja ja lymfosyytteja ilman että varsinaisessa sydänkudoksessa havaittiin tulehduksen merkkejä. 11 kalalla sydämen pintakalvo oli vähäisessä määrin tulehtunut, 3:lla kohtalaisesti ja yhdellä voimakkaasti. Kahdella havaittiin sydämen pitakalvolla verenvuoto. Kuudella kalalla havaittiin tulehdusmuutoksia sekä sydämen pintakalvolla että -lihaksessa, useimmissa tapauksissa kroonisia (makrofaageja ja lymfosyytteja). Kahdessa pernassa oli punaisten verisolujen ja niiden esiasteiden määrä normaalia pienempi ja yhdessä pernassa todettiin kohtalaisesti hemosideriinipigmenttiä. Kahdeksassa maksassa todettiin histologisia muutoksia: kolmessa perivaskulaarisia solukeräymiä, kahdessa verentungosta ja kolmessa erilaisia muutoksia

(kohtakaista rasvoittumista kahdessa, verenvuotoa yhdessä, solukuolemaa kahdessa, verentungosta yhdessä ja loispesäke kahdessa). Selviä sairaalloisia muutoksia havaittiin muutamissa munuaisleikkeissä. Kolmella kalalla oli merkinä alentuneesta veren virtauksesta pöhöä munuaiskeräsessä. 31 kalalla havaittiin kohtalainen tai suuri määrä valkosoluja munuaisen vesisuonissa. Yhdellä kalalla oli pesäke merkinä aikaisemmasta paikallisesta munuaistulehduksesta.

15 kalassa todettiin luurankolihasleikkeessä rappeumamuutoksia, näistä neljässä hyvin vähäistä, kahdeksassa kohtalaista ja kolmessa voimakasta. Vauriot olivat pääosin hyvin akuutteja, vain kolmessa oli rappeuma sen verran iäkäs, että kuolioon menneissä lihassoluissa oli havaittavissa tulehdussoluja (Kuva 27, Liite 1). Yhdessä kalassa havaittiin tulehdussoluja lihaskudoksen välisessä sidekudoksessa (myomeerien välissä). Vesipöhöä tai tulehdusnestettä havaittiin näistä kaloista kuudessa. Yhdeksässä kalassa ei havaittu lihaskudoksen muutoksia. Sytologisissa preparaateissa havaittiin kaikissa tutkituissa kaloissa (33 kpl) punaisissa verisoluissa vaihtelevassa määrin hyvin pieniä, useimmiten yksittäisiä inklusioita (solusulkeumia, Kuva 26, Liite 1). Inklusiot olivat tummia, paksuissa sivelypreparaateissa hieman valoa taittavia. Neljällä kalalla havaittiin deformatuneita (ameebamaisia) punasoluja. Kuolleita punasoluja havaittiin vähäisessä määrin 10 kalan preparaateissa, kohtalaisesti 18 kalalla ja runsaasti 5 kalalla. Seitsemällä sellaisella kalalla, joilla todettiin kohtalaisesti kuolleita punasoluja, havaittiin myös kohtalaisesti tai runsaasti epäkypsiä (vastamuodostuneita) punasoluja. Lisäksi yhdellä kalalla oli vähäiseen kuolleiden punasolujen esiintymiseen liittyneenä runsas epäkypsien punasolumuotojen esiintyminen. Seitsemällätoista kalalla oli valkosolujen määrä normaalia suurempi, näistä neljällä neutrofiilien, kahdella monosyyttien/ makrofaagien ja kahdella molempien valkosolutyypin suhteellinen osuus normaalia suurempi. Verihiutaleiden tuman fragmentoitumista havaittiin 26 kaloista (Kuva 26, Liite 1).

Virustutkimukset

Soluviljelyissä ei todettu viruksia. ISA-virus tutkittiin kolmesta Tornionjoen ja Perämeren (Seskarö) lohesta, joissa todettiin ihoverenvuotoa. Lohikalojen alfaviruksen (SAV) varalta tutkittiin 9 näytettä Tornionjoesta ja 2 Perämerestä, 16 Kemi-, 21 Ii- ja 6 Oulujokisuusta. *Oncorhynchus masou* -virustutkimus tehtiin kahdesta Iijokisuusta pyydystetystä lohesta. Myös PCR-tutkimukset virusten varalta olivat kaikki kielteisiä.

Bakteeritutkimukset

Tutkituista 87 lohesta bakteereja voitiin osoittaa vain muutamista. Todettuja bakteereita olivat *Yersinia ruckeri* biotyypin 1 (1 lohi), *Flavobacterium psychrophilum* (4 lohta), epätyypillinen *Aeromonas salmonicida* (ASA) sekä *Iodobacter fluviatilis* (1 lohi), *Aeromonas sobria* (1 lohi), *Enterobacter* sp. (1 lohi), *Chryseobacterium* sp. (1 lohi). Kahdessa tapauksessa eristys tehtiin

haavasta (toisessa ASA ja *I. fluviatilis*, toisessa *F. psychrophilum*), lopuissa seitsemässä munuaisesta. BKD-tutkimukset 41 kalasta olivat kaikki kielteisiä.

Sienitutkimukset

21 tapauksessa 38 tutkitusta kalasta todettiin sienikasvua. Alustavassa tutkimuksessa *Saprolegnia*-lajeja löydettiin 16 näytekalasta, *Saprolegnia*- ja toisen sienien sekaflooraa yhdestä ja neljästä kalasta muita sieniä. PCR-tutkimuksissa näistä 21 lohesta todettiin *Saprolegnia parasitica* seitsemässä ja *Phoma*-tyyppinen sieni kolmessa. Kahdessa sienieristyksessä PCR-tutkimuksissa todettiin kaksoisjälki, kolmannessa *Phoma*-tyyppinen ja em. kaksoisjälki, neljännessä tuloksena oli DNA-tuote, joka ei sopinut yhteen minkään geenipanikissa olevan sienien kanssa. Seitsemässä tapauksessa ei saatu tutkimuksissa mitään PCR-tuotetta.

Kokogenomisekvensointi

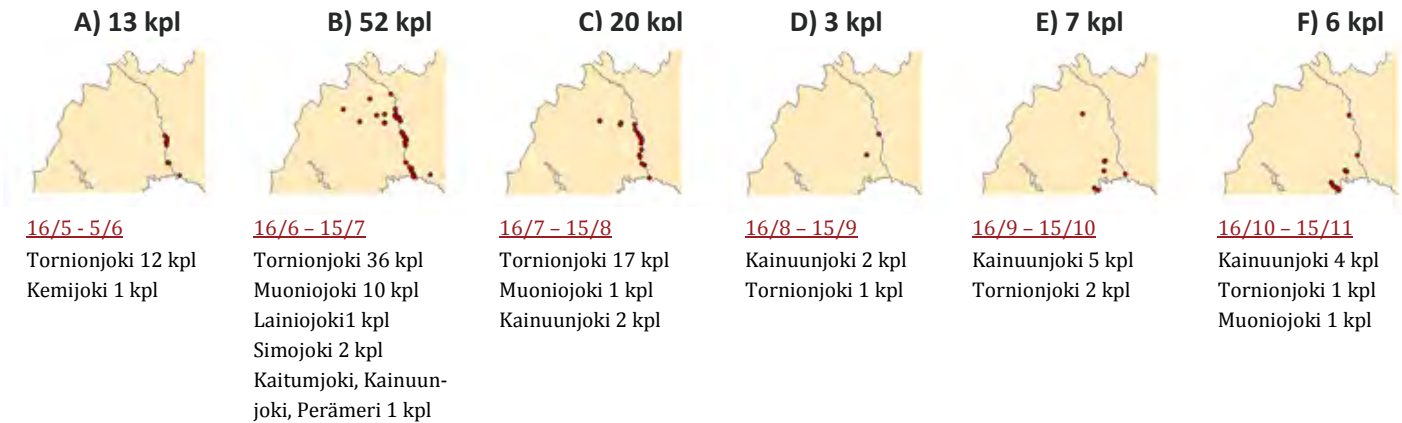
Kokogenomisekvensoinnissa löydettiin sekä viruksiin että bakteereihin sopivia sekvenssejä. Proteiineja, joita tuottavat Herpesviridae- ja Iridoviridae-heimojen virukset, löydettiin kaikista kolmesta tutkitusta lohesta. Näistä kaikista kolmesta löytyi iridovirukselle Infectious Spleen and Kidney Necrosis (ISKNV) ja koiherpesvirukselle (CyHV-3) sopivia, kahdessa karpin herpesvirukselle-1 (CyHV-1), lohikalajien herpesvirus-1:lle (Salmonid HV-1) ja sampien herpesvirus-2:lle (Acipenserid HV-2) sopivia ja yhdessä Ictalurid HV-1:lle sopivia sekvenssejä. Bakteereille sopivia sekvenssejä löytyi kahdesta tutkitusta lohesta: *Aeromonas dhakensis* molemmista ja tämän lisäksi toisesta sekvenssejä bakteerilajeista *Flavobacterium columnare*, *F. psychrophilum* ja *Piscirickettsia salmonis*.

Internetin raportointiportaalin tiedot

Kaikkiaan portaaliin rekisteröityi Tornionjoelta ja lähivesistöistä 15.5.-15.11.2016 101 ilmoitusta (Kuva 2). Kahdeksassa ilmoituksessa kerrottiin, että ilmoitettujen lisäksi oli muitakin sairaita kaloja, seitsemässä ilmoitettiin lukumäärä ja yhdessä ”useita taimenia”. Viime mainittu laskettiin kolmeksi kalaksi, joten kaikkiaan ilmoituksia tuli Tornionjoelta 122 kalasta. Joidenkin ilmoitusten kalalaji on muutettu, kun mukaan liitetystä valokuvasta on pääteltävissä olleen kyseessä toinen laji kuin ilmoituksessa on sanottu. Kaikkiaan raportteja tuli 112 lohesta, 6 taimenesta, 2 epävarmasta – lohi vai taimen, 1 siasta ja 1 harjuksesta. Useimmat kalat oli havaittu kuolleina tai sairaina joessa (68 kpl), vaapulla tai lusikkauistimella kalastettuja oli 45 kpl. Näiden lisäksi 2 oli pyydystetty perholla, kaksi verkolla ja yksi loukulla. Neljässä tapauksessa ei pyyntitapaa ollut ilmoitettu. Vaurion tyyppi oli ilmoitettu 101 kalalle, näistä 58:lle (57 %) yksi ja lopuille 43 kalalle kaksi tai useampia vammoja. Yleisimpiä olivat sienet tai vaaleat läikät (37 kalalla). 21:llä kaloista, joista oli ainoastaan raportoitu valkoisia iholäikkiä, suurin osa (16 kpl) oli havaittu lokakuussa. Kaloja, joilla oli sienillä infektioituneita vammoja, oli raporteissa ilmoitettu koko kauden ajan paitsi lokakuun puolivälistä marraskuun puoliväliin. 30 kalalla oli punoitusta tai verenvuotoa iholla, 28 kalalla mekaanisesta tai muusta syystä johtuvia, 14:lla ”muun tyyppisiä läikkiä”, 13:lla suomujen irtoamista, 11:lla repaleisia eviä. Yhdellä Kemijokisuusta raportoidulla ei ollut ulkoisia vammoja, mutta perattaessa oli havaittu paise evän tyvessä. Esimerkkejä raportoiduista

vammoista on Liitteessä 2. Raportointiportalissa ilmoitettuja pituuksia ja painoja ei ole analysoitu, koska niiden kohdalla virhemahdollisuus on suuri.

Kuva 2: Tornionjoesta ja läheisiltä vesialueilta internetin raportointiportaaliin ilmoitetut havainnot kuukausittain 16.5.-15.11.2016. Månadsvis registrering av 101 observationer avseende Torneälvsystemet och närliggande vattensystem i rapportportalen under perioden 16 maj – 15 november 2016. Monthly registrations of 101 observations for the Torne river system and nearby river systems in the web based report system during 16 May – 15 November 2016.



Muut tiedot

Kalastajien havainnot

Kukkolankosken Suomen puolen (noin 18 km jokisuulta) lippokalastajat havaitsivat ulkoisia vammoja neljässä (2,7 % saaliista) 15.-30.6.2016 pyydystämässään lohessa. Yhden pääteltiin olevan hylkeen, toisen nostokoukkuyrityksen vahingoittama, kahdella muulla oli muita ihovaurioita. Kuusi paikallista lohenvetouistelijaa Pellossa (noin 150 km jokisuulta) saivat 1.-21.6.2016 saaliiksi kaikkiaan 79 lohta. Näistä 14:lla (18 %) havaittiin ihovaurioita. Paikallinen matkailukalastusyritys samalla seudulla ja samana aikana raportoi asiakkaidensa havainneen 1,9 %:ssa saaliistaan (11 lohta kaikkiaan 628:sta) vaurioita. Kuukausittainen jakauma matkailukalastusyritykselle ilmoitetuissa oli koko kesältä seuraava: kesäkuussa 2,1 % (16 vahingoittunutta 750 lohesta), heinäkuussa 5,8 % (5/86 lohta) ja elokuussa 2,2 % (2/91 lohta).

Karungin kulleapajan Suomen puoleisessa kalastuksessa oltiin mukana havainnoimassa lohien terveydentilaa kahteen otteeseen. 22.-23.6.2016 kaikki tutkitut lohet olivat kirkkaita, vähintään kahden merivuoden lohia. Kuudellatoista (22 %:lla) tutkituista 74 lohesta oli ihovaurioita. 9.-10.7.2016 saaliiksi tuli sekä yhden merivuoden kossija että useamman merivuoden lohia. Ihovaurioita havaittiin 3:lla tutkituista 80 kossista (4 %) ja 5:llä tutkituista 28 (18 %) useamman merivuoden kalalla.

Kysely ruotsalaisille ammattikalastajille

Kaikkiaan 50 Itämeren kalastajaa (47 % kattavuus) palautti kaavakkeen. Neljä ilmoitti lopettaneensa kalastuksen, mutta yksi heistä vastasi kuitenkin kyselyyn. Tulokset perustuvat siten 47 rannikon kalastajan vastauksiin. Perämereltä kalastaneiden lukumäärä ei ole selvillä, koska vastauslomake oli anonymi. Push-up –rysä – joko lohen- tai siiankalastukseen – oli tavallisin käytetty pyydys. Muita olivat erilaiset loukut, lohisiima tai rysä.

Neljä kalastajaa ilmoitti kalastavansa muille kalalajeille tarkoitetulla pyydysellä, esimerkiksi turskasiimalla. Kolmekymmentäkahdeksan kalastajaa antoi tiedon pääsaaliina saamastaan lohimäärästä (vaihtelu 20-1000 lohta, mediaani 150 kpl). Kolmekymmentäkolme kalastajaa raportoivat sivusaaliinaan saamansa lohen (vaihtelu 1 lohi joka 3-4 vuosi -500 vuodessa, mediaani 20 lohta vuodessa). Viisitoista kalastajaa vastasi kyselyyn pääsaaliina saadun lohen vaurioista. Neljätoista sivusaaliina saadun, näistä 11 oli ilmoittanut vaurion tyypin ja 12 vaurion paikan (Taulukko 5).

Vain kaksi 15 pääsaaliina ja vastaavasti 11 sivusaaliina lohia saaneista ilmoitti, että vaurioita ei tapaa näkyä. Selvästi yleisin raportoitu vauriotyyppi oli mekaaninen vaurio, joka sopii pureman tai repimisen aiheuttamaksi. Monet ovat lisäksi kommentoineet, että he näkevät paljon hylkeiden aiheuttamia vaurioita ja että ne ovat viime vuosina lisääntyneet. Pari kalastajaa oli ilmoittanut, että jopa 20-25 % saaliista on hylkeiden aiheuttamia vaurioita. Yksi kalastajista ilmoitti, että juksapyynnin kaltaisen kalastuksen aiheuttamat vauriot ovat selvästi yleisimmät ja niitä esiintyy noin 30 %:ssa saaliista.

Pyydysten kokemisen yhteydessä syntyneen suomujoen irtoilemisen esiintyminen (sivusaaliissa 12 vastausta, pääsaaliissa 31 vastausta) vaihtelee 0-30 % sivusaaliissa, 0-50 % pääsaaliissa, vastaavien mediaanien ollessa 0,5 % ja 1 %. Näin ollen 50 % (6 kalastajaa) sivusaaliita ja 42 % (13 kalastajaa) pääsaaliita ilmoittanutta oli sitä mieltä, että saaliina saatuja lohia vapaaksi päästettäessä ei synny suomuvaurioita. Suomuvaurioisen ihoalueen laajuus arvioitiin sekä sivusaaliissa (mediaani 0 %, 12 vastausta) että pääsaaliissa (mediaani 1 %, 27 vastausta) vaihtelevan 0-30%.

**Taulukko 5: Ruotsalaisille ammattikalastajille tehdyssä kyselyssä raportoidut vauriot lohisaaliissa.*
Rapportering av skador på laxfångst via frågeformuläret till svenska yrkesfiskare.* Injuries to salmon catches, reported through a questionnaire sent to Swedish fishermen.***

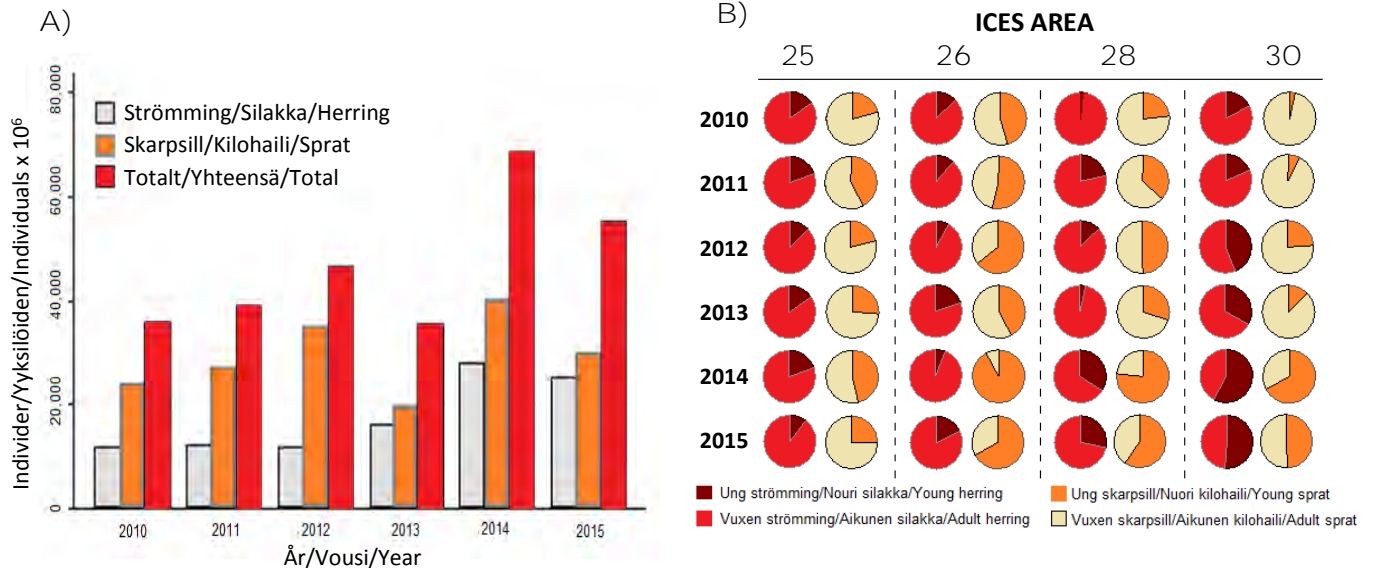
Vaurion tyyppi/ Typ av skada/ Type of injury	Pääsaalis/ Huvudfångst/ Main catch	Sivusaalis/ Bifångst/ Accidental catch	Vaurioiden sijainti/ Placering av skada/ Localisation of injury	Pääsaalis/ Huvudfångst/ Main catch	Sivusaalis/ Bifångst/ Accidental catch
Vastauksia/ Antal svar/ No of answers	15	11	Vastauksia/ Antal svar/ No of answers	15	12
Ei vaurioita/ Ingen skada/ No damage	2	2	Pään seutu/ Huvudregionen/ Head region	2	1
Ihoverenvuoto/ Hudblödning/ Skin hemorrhage	2	2	Vatsapuoli/ Buk/ Abdomen	9	7
Punoitus/ Rodnad/ Erythema	2	0	Kylki/ Sida/ Sides	7	6
Mekaaninen vamma, kalastusvälineet/ Mekanisk skada redskap/ Mechanical wounds, fishing gear	2	0	Rygg/ Selkä/ Back	2	4
Mekaaninen vamma, purema- tai viiltohaava/ Mekanisk skada bit – el. rivsår/ Mechanical wounds from bites	15	9	Pyrstönvarsi/ Stjärtspole/ Tail region	10	6
Haava, syy ei mekaaninen/ Sår, ej mekaniska/ Non- mechanical wounds	2	3	Selkäevä/ Ryggfena/ Dorsal fin	1	0
Vaaleita läikkiä/ Vita fläckar/ White spots	0	0	Pyrstö/ Stjärtfena/ Tail fin	6	1
Muita läikkiä/ Andra fläckar/ Other spots	0	1	Muut evät/ Övriga fenor/ Other fins	3	1

* Kalastajat ovat voineet ilmoittaa useita vauriotyyppejä, minkä takia yhteismäärät ovat suuremmat kuin raportoineiden lukumäärä. Samma fiskare kan ha kryssat i olika typer av skador. Därför uppgår totala antalet skadenoteringar till mer än antalet som besvarat frågorna. The same fisherman might have reported several types of injuries; thus, the total number of injuries is higher than the number of answered questionnaires.

Silakka ja kilohaili

Silakka- ja kilohailikantojen vaihtelu Itämeren ICES-ruuduissa 25, 26, 28 ja 30 on esitetty Kuvassa 3. Silakan osuus on kasvanut vuoden 2010 jälkeen ja nuorien silakoiden osuus ruuduissa 28 ja 30, nuorien kilohailien ruuduissa 26, 28 ja 30. Lohet, jotka nousivat kudulle 2014, olivat siis mahdollisesti syöneet enemmän nuoria silakoita kuin aikaisemmin ruudun 30 alueella, ja nuorien kilohailien saatavuus ravinnoksi oli hieman aikaisempaa suurempi ruutujen 26, 28 ja 30 alueella. Vuosien 2015 ja 2016 nousulohilla on ollut suuri nuorien silakoiden saatavuus ruuduissa 28 ja 30 ja suuri nuorien kilohailien saatavuus kaikissa neljässä ruudussa.

Kuva 3. A) Silakka- ja kilohailikannat Itämeren ICES-alueilla 25, 26, 28 ja 30. Total förekomst av strömming och skarpsill i Östersjöns ICES-zoner 25,26, 28 och 30*. Total populations of herring and sprat in Baltic Sea ICES areas 25,26, 28, 30 and 32. B) Silakan ja kilohailin jakautuminen nuoriin (<1 vuotta) ja aikuisiin ikäluokkiin Itämeren ICES-alueilla 25, 26, 28 ja 30. Fördelningen av ung (<1 år) och vuxen strömming och skarpsill inom Östersjöns ICES-områden 25,26, 28 och 30. Distribution of young (<1 year) and adult herring and sprat within Baltic Sea ICES areas 25,26, 28 and 30.

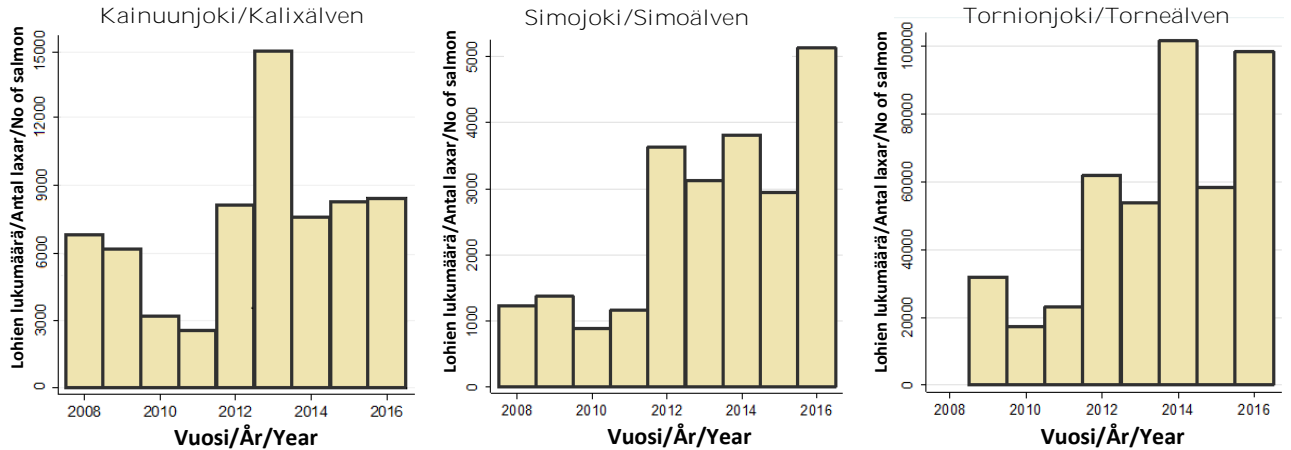


Lohen nousu, virtaama ja lämpötila joessa

Vuonna 2016 oli Tornionjoen nousulohien määrä lähes vuoden 2014 tasolla (98 309 verrattuna 101 387 yksilöön vuonna 2014), missä on nousua 68 % vuoteen 2015 nähden. Simojoessa nousulohimäärä suureni 74 %:lla vuodesta 2015 vuoteen 2016 (2 950:stä 5 125:een). Simojoella vuoden 2016 lukumäärä oli myös vuonna 2003 alkaneen laskennan ennätys (Kuva 4). Joella on vuoden 2011 1 167 yksilön määrä noussut voimakkaasti, vuonna 2012 3 630:een ja oli ensimmäisen kerran sen jälkeen alle 3 000 vuonna 2015. Kainuunjoella nousulohimäärät kasvoivat aallonpohjan jälkeen voimakkaasti sekä vuosina 2012 (8 162 yksilöä) että 2013 (15 039 yksilöä). Sen jälkeen on vuosittainen nousijoiden määrä ollut melko tasainen - lievää nousua vuoden 2014 7 638:sta vuoden 2016 8 439 loheen (Kuva 4).

Tornionjoen veden lämpötilan (2014-16 sekä pitkän ajan vertailukäyrä) ja virtaaman (2014-15) vuosittaiset kuvaajat on esitetty Kuvassa 5. Veden lämpötilatiedot olivat jokseenkin normaalisti jakautuneet, mutta virtaamatiedoille täytyi mallinnusta varten tehdä logaritmuunnos (luonnollinen logaritmi Ln). Mallilla voitiin selittää 82 % lämpötilan vaihtelusta ja virtaaman osalta 80 % (katso myös taulukko 5 raportissa ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”). Muuttujien kuukausi ja vuosi välillä oli mallissa voimakas interaktio. Tutkimuksessa ei havaittu merkkejä nousevasta veden lämpötilasta niinä kuukausina, jotka analysoitiin vuosina 2006-16. 2007, 2008 ja 2015 oli alempi veden lämpötila kuin vuosina 2006 ja 2014.

Kuva 4. Lohen nousumäärät Kainuun-, Simo- ja Tornion-jokeen 2008 – 2016. Huomaa, että y-akselin asteikko on erilainen eri jokien tiedoissa. Uppsteg av lax i Kalixälven, Simoälven och Torneälven 2008 – 2016. Notera att skalorna på y-axeln är olika för älvsystemen. Number of returning salmons in Kalix river, Simo river and Torne river 2008 – 2016. Note that the y-axis scale differs between the river systems.



Kainuunjoki/Kalixälven: Laskenta Jockfallin lohikor- taassa noin 100 km jokisuusta ylävirtaan / Räkning i laxtrappan vid Jockfall 10 mil uppströms älvmyningen / Counting in the fishladder at Jockfall 100 km upstream from the river estuary

Simojoki/Simoälven: Kaikuluotaus lähellä jokisuuta vuodesta 2003 alkaen / Akustisk räkning nära älvmyningen sedan 2003 / Hydroacoustic counting near the river estuary since 2003

Tornionjoki/Torneälven: Kaikuluotaus noin 100 km jokisuusta ylävirtaan vuodesta 2009 alkaen / Akustisk räkning vid Kattilakoski 10 mil uppströms älvmyningen sedan 2009 / Hydroacoustic counting at Kattilakoski 100 km upstream from the river estuary since 2009

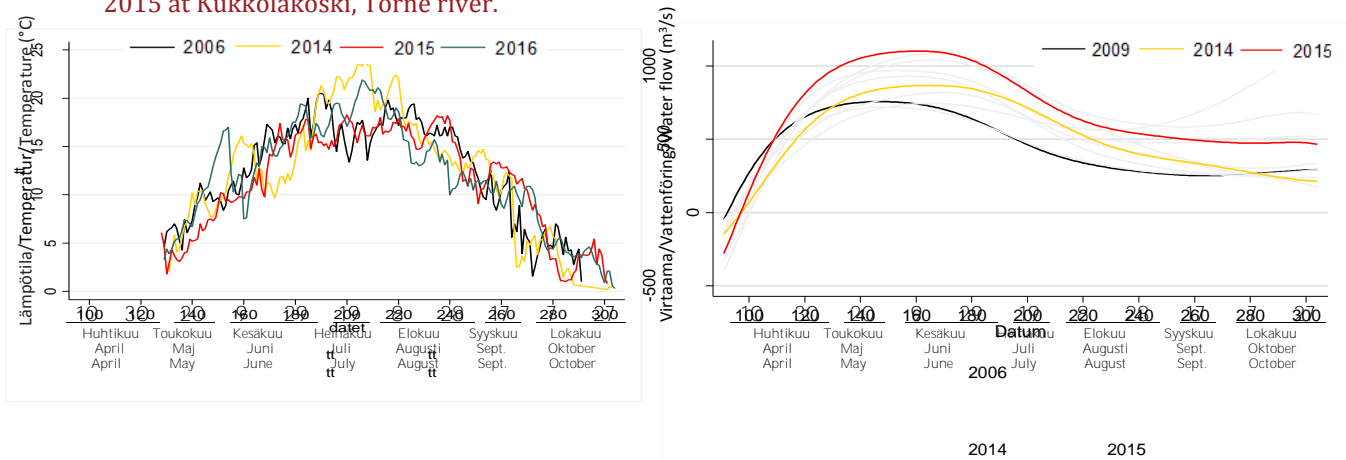
Lohikuoleman ensimmäisenä vuonna 2014 ei keskimääräinen veden lämpötila ollut korkeampi kuin edellisenä vuonna. Sen sijaan heinäkuun keskimääräinen veden lämpötila oli korkeampi kuin minään aikaisempaan vuonna tarkasteluajana lukuunottamatta vuotta 2011. Heinäkuussa 2014 nousi veden lämpötila yli 20 asteen 20:nä päivänä. Huippulukema 23,9°C oli korkeampi kuin minään vertailuvuonna. Kesäkuussa 2014, jolloin ongelma alkoi, ei ollut korkea veden lämpötila. Vuonna 2015 veden kuukausittaiset lämpötilat olivat touko- ja heinäkuussa selvästi alhaisemmat kuin 2014. Vuonna 2016 oli kuukausittainen veden lämpötila heinä- ja elokuussa kylmempi kuin 2014. Jälkikäteistarkastelu osoitti, että mallit eivät olleet optimaalisia. Muut muunnokset kuin virtaamatietojen logaritmuunnos (luonnollinen logaritmi Ln) eivät kuitenkaan parantaneet mallia.

Kuvassa 5 esitetyt vuorokausivirtaamien kuvaajat on tasoitettu, koska raakatietoihin nojautuvista kuvaajista tulisi vaikeasti luettavaa siksaklinjojen puuroa. Tornionjoen virtaamat vuosina 2011-2015 olivat suuremmat kuin vertailuvuonna 2009. Vuoden 2014 virtaamat olivat verrannollisia vuoteen 2013 nähden, mutta vuonna 2015 virtaama oli voimakkaampaa kuin 2014.

Tornionjoen kuukausittainen virtaama vuonna 2014 oli edellisvuotta suurempi kesä ja elo- ja syyskuussa. Vuonna 2015 kuukausivirtaama oli vuotta 2014 suurempi touko-, heinä-, syys- ja lokakuussa.

Jotta saataisiin karkea arvio mahdollisesta tartuntapaineesta, jaettiin vuoden nousulohien lukumäärä saman vuoden keskivirtaamalla. Tuloksena oli tartuntapaineen voimakas nousu vuoden 2013 136 kalaan x s/m³ seuraavan vuoden 236 kalaan x s/m³. Laskettu paine aleni kuitenkin 102 kalaan x s/m³ vuonna 2015, jolloin lohikuolema jatkui heikentymättä edellisestä vuodesta (katso myös taulukko 6 raportissa ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).

Kuva 5. A) Veden lämpötila 2006 ja 2014 – 2016 ja B) Virtaama vuosina 2009 – 2015 (Lowess-tasoitettut käyrät) Tornionjoen Kukkolankoskessa. A) Graf över vattentemperaturer 2006 samt 2014 – 2016 och B) Utjämnad graf över flöden under perioden 2009 – 2015 i Kukkolaforsen, Torneälven. A) Graph of water temperatures during 2006 and 2014 – 2016 and B) Lowess smoothed plot of water flow during 2009 – 2015 at Kukkolakoski, Torne river.



POHDINTA

Viime vuosien ongelmien syistä on esitetty lukuisia hypoteeseja ja yksinkertaisesti totuuksia. Projektin tuloksista voidaan päätellä, että ongelmassa on kyse **monisyisestä syykimpusta. On epäselvää, missä määrin ”haavat”, joista Tornionjoelta 2014-15 on raportoitu, edustavat pelkkiä haavoja vai sisältykö niihin myös punoittavia ihomuutoksia, joiden kaltaisia on todettu myös Mörrumjoella (katso ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”).** Jos kysymys on jälkimmäisestä, on lohien sairastavuuden alenemisessa vuonna 2016 todennäköisesti kyse ihoverenvuotojen vähenemisestä.

Vastanousseiden sairaiden lohien esiintyminen osoittaa, että ongelma on alkanut ennen tai välittömästi kalojen jokeen nousun jälkeen. Osa ruumiinavauksissa ja raportointiportaalin ilmoituksissa havaituista tapauksista koski hylkeiden ja mahdollisesti havaspyydyksissä kiinni olon aiheuttamista vanhemmista vaurioista. Niiden on täytynyt tapahtua merialueella. Ammattikalastajille tehdyn tiedustelun mukaan myös saaliissa todetuista vahingoista olivat repimis- ja puremavammat yleisimpiä. Itämeren harmaa-hyljekannan arvioidaan olevan 40-53 000 yksilöä ja se on kasvanut viime vuosina noin 8 % vuodessa (*S. Königson, SLU, henkilökohtainen tiedonanto*). Myös norppakanta on kasvanut noin 4,5 % vuodessa (7). Ammattikalastajien raportoima hylkeiden vahingoittamien lohien määrän kasvu on suoraa seurausta

tästä. Haavojen joukossa todettiin myös useita todennäköisesti koukku-pyydyksestä irtipääsyn tai epäonnistuneen koukkukalastuksen aiheuttamia vammoja. Tämä osoittaa, että koukkuvammat, pyydystä ja päästä -kalastus ja pyydyksistä irtipääsy vaikuttavat sairastumiseen.

Lohikalojen ihosairaudet ovat kasvava ongelma, jonka syitä on usein vaikea selvittää (*tohtori S. Feist, CEFAS, Weymouth, Englanti, henkilökohtainen tiedonanto; (8)*). Tässä tutkimuksessa olivat eri syistä syntyneet haavat yleisin syy siihen, että kala luokiteltiin sairaaksi tai vahingoittuneeksi. Monet bakteerit ja sienet ovat yhteydessä haavautumiseen ja toissijaisia tulehduksen aiheuttajia, mutta jopa ihoverenvuodot saattavat olla bakteeri-infektioiden aiheuttamia.

Seitsemältä kalalta eristettiin bakteereita munuaisesta, mikä osoittaa, että näillä kaloilla oli yleisinfektio eikä ainoastaan haavainfektio. Koska vain harvoilla kaloilla oli bakteeri-infektio, eivät ne ole ongelman varsinainen syy. Toisaalta eristykset osoittavat, että bakteerit ovat osa ongelmaa, joko ensi- tai toissijaisina taudinaiheuttajina. *Vibrio anguillarum*, *Y. ruckeri*, *P. salmonis*, ASA, *F. psychrophilum* ja *F. columnare*, jotka todettiin tässä tutkimuksessa, voivat kaikki olla mukana iho-ongelmissa, ja varsinkin kolmen ensin mainitun oireena voi olla ihoverenvuodot. *Y. ruckeri*, joka todettiin yhdellä kalalla, on ilmoitettava kalataudin aiheuttaja, joka voi aiheuttaa sairautta ja kuolleisuutta kalanviljelylaitoksilla. Tautia kutsutaan nimellä Enteric red mouth disease (ERM), koska kaloilla voi olla verenvuotoja suussa. Verenvuotoja on myös iholla, sisäelimissä ja niiden herakalvoilla. Tornionjoen lohikuoleman yhteydessä oli kyseessä bakteerin lievempi muoto, niin sanottu biotyypä 1, joka Suomessa ja Ruotsissa on harvoin aiheuttanut lohikaloilla oireellista sairautta. *F. psychrophilum* ja ASA ovat osallisina vakavissa tautitapauksissa kalanviljelylaitoksilla, erityisesti kalojen nuorissa ikäluokissa. Ne aiheuttavat kudostuhoa ja haavoja ihoon ja eviin. *F. psychrophilum* on Ruotsissa ja Suomessa tavallisin kirjolohilaitosten sairaus. *Iodobacter fluviatilis*, *A. dhakensis* ja *A. sobria* ovat opportunistisia taudinaiheuttajia ja voivat aiheuttaa sairautta vastustuskyvyltään alentuneilla yksilöillä. *Enterobacter*- ja *Chryseobacterium*-sukujen bakteereilla ei todennäköisesti ole merkitystä. Kaksi viime mainittua eristettiin silmämääräisesti terveistä kaloista.

Lukuisat virukset kuten ISAV (tarttuva lohianemia), VHSV (kirjolohen verenvuotoseptikemia), IHNV (tarttuva verta muodostavan kudoksen kuolio), eri herpesvirukset kuten EHNV ja ISKNV voivat aiheuttaa sen kaltaisia verenvuotoja kuin joissain lohissa todettiin. Koska viruseristyskokeet olivat kielteisiä, eivät normaalissa virusviljelyssä esille saatavat virukset todennäköisesti ole olleet mukana lohikuolemassa. Myöskään pcr-menetelmällä osoitettavia viruksia ei todettu, mikä puhuu niiden osallisuutta vastaan. Kaikkia kaloja ei kuitenkaan tutkittu. Sitä vastoin kokogenomisekvensoinnin tulokset voivat viitata herpes- ja iridovirusryhmiin kuuluviin viruksiin (katso raportti ”**Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016**”).

Suurin osa ruumiinavauksessa todetuista vaurioista ja haavoista olivat kroonisia. Muutosten kroonisuus vahvistui histologisessa tutkimuksessa, jossa makrofaageja ja lymfosyyttejä havaittiin suurimmassa osassa kaikista tulehduksista. Haavojen alkuperäinen aiheuttaja (traumaattinen, tartunnallinen jne.) voi olla vaikea määrittää kroonisissa tapauksissa silloin kun aiheuttaja ei ole selvästi mekaaninen (esimerkiksi selkeät puremavammat). Tulehdusprosessissa haava suurenee ja toissijaiset bakteeri- ja sienitulehdukset voivat peittää alkuperäisille aiheuttajille tyypilliset muutokset. Onkin todennäköistä, että mekaanisten syiden osuus on suurempi kuin raportin materiaalin perusteella näyttäisi. Jopa pienten verenvuotojen yhteydessä havaittiin mikroskooppisesti kroonisia tulehdusmuutoksia ihon syvemmissä kerroksissa. Pinnalliset epidermiskuoliot, joita havaittiin monien haavojen yhteydessä, ovat kalatautikirjallisuudessa tuntemattomia eli niiden aiheuttajaa ei tiedetä. Niiden yleinen esiintyminen monien äskettäin syntyneiden haavojen yhteydessä vaatisi jatkotutkimuksia.

Lijoen lohien kuntokerroin oli korkeampi kuin raportin muiden kalojen. Vaikutus sairastavuuteen on epäselvää, mutta on ajateltavissa, että mitä enemmän rasvaa on, sitä enemmän kala voi kerätä rasvaliukoisia myrkkyyjä itseensä. Amcoff et al (1) totesivat, että tiamiinin puutetta poteneilla lohinaarilla oli alentunut kuntokerroin. Balk et al (9) osoittivat yhteyden lohinaaraiden alentuneen kuntokertoimen ja niiden M74-poikasia tuottamisen välillä. Materiaalissamme ei todettu vähittäistä kuntokertoimen alenemista toukuusta lokakuuhun, vaikka lohi ei kyseisenä aikana syö mitään. Vaikuttaisi siltä, että ruumiin kudokset vain olisi muutettu kehittyväksi mädiksi, minkä ei pitäisi olla mahdollista. Yksittäisten kalojen kuntokertoimen seuranta ei ole tehty, joten on mahdollista, että nimenomaan alun perin korkeamman kuntokertoimen yksilöt ovat eläneet myöhäisempiin näytteenottoihin.

Tornionjoesta havaittujen ihoverenvuotolohien muutokset sopivat yksiin Mörrum- ja Uumajajokien näytteenottojen pääasiallisimpien muutosten kanssa. Tämä puhuu osittain yhteisen, syönnösalueilta peräisin olevan etiologian puolesta (katso raportti ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrappport avseende utredning genomförd 2016”).

Lohien nousu- ja Tornionjoen veden virtaus- ja lämpötilatietoja tarkasteltiin yleisen tartuntapaineen arvioimiseksi. Kalojen tartuntatautien esiintymistä määräävät nimittäin isäntä, taudinaiheuttajaorganismi ja ympäristö yhdessä. Tiheässä populaatiossa on suurempi tautipaine riippumatta aiheuttajasta. Tiheä populaatio ei automaattisesti johda sairaaseen kalapopulaatioon, mutta taudinaiheuttajat pääsevät tiheässä kalakannassa leviämään helpommin. Suuri veden virtaama laimentaa taudinaiheuttajien pitoisuuksia, vie niitä kohti merta ja antaa lohille väljemmän elinympäristön. Alhaisessa virtaamassa kalat joutuvat ahtaammalle, josta seuraa suurempi tautipaine. Eri taudinaiheuttajilla on omat lämpötilaoptiminsä ja veden lämpötilan vaihtelut voivat vaikuttaa eri taudinaiheuttajien (bakteerit, virukset, loiset, sienet) aikaan saamaan tautipaineeseen eri tavoin. Lämpötila vaikuttaa myös kalojen immuunivasteeseen, korkeat lämpötilat ovat kaloille stressaavia.

Kesällä 2014 kohdistui nousulohiin korkea yleinen tautipaine, koska nousulohia oli paljon ja veden lämpötila oli epätavallisen korkea. Koska veden virtaama oli jokseenkin samalla tasolla kuin edeltävinä vuosina, ei virtaamaolosuhteista koitunut suurentunutta yleistä tautipainetta aikaisempiin vuosiin nähden. Vuonna 2015 yleinen tautipaine hellitti kaikkien kolmen tarkastellun tekijän osalta, koska nousulohien lukumäärä oli alhaisempi, veden lämpötila alhaisempi ja virtaama suurempi. Lohikuolema oli kuitenkin samaa luokkaa kuin 2014. Nousulohien lukumäärän suuruuden voidaan ajatella nostaneen yleistä tautipainetta vuonna 2016 samalla, kun veden lämpötila koko kesää ajatellen oli verrannollinen vuoteen 2014 nähden. Heinä-elokuun huippulämpötilat vuonna 2014 toki puuttuivat 2016. Lohikuolema kuitenkin hellitti vuoteen 2014 nähden.

Edellä oleva on toki karkea yleisen tautipaineen tarkastelu, koska virtaama ei kerro kalan käytettävissä olevasta veden määrästä. Jotta voitaisiin tehdä tarkempi arvio, tarvittaisiin tietoja valuma-alueen laajuudesta tai vesimäärästä lohien nousualueilla. Sellaisen tekeminen ei kuitenkaan ollut tässä projektissa mahdollista.

Kainuunjoki on mukana nousukalanäynteissä, koska sillä on Tärännönjoen kautta bifurkaatioyhteys Tornionjokeen. Siinä on nousijoiden lukumäärästä johtuva yleinen tautipaine ollut vuoden 2014 jälkeen melko vakio eikä joessa ole havaittu suurempia tautiongelmia sen jälkeen. Simojoessa tautipaine suureni huomattavasti vuonna 2012 ollen sen jälkeen melko tasainen, kunnes vuonna 2016 tapahtui taas yleisen tautipaineen huomattava nousu. Joessa ei ole kuitenkaan havaittu tätä vastaavaa sairastumisen nousua.

Tautipaineessa ei siis ole selvää lohien hyvinvointiin vaikuttavaa trendiä. Kun tämä yhdistetään patologisten, bakteriologisten ja virologisten tutkimusten tuloksiin, voidaan todeta, ettei tartuntatautiepidemia selitä Tornionjoella todettua lohikuolleisuutta. Kokogenomisekvensointien tulokset viittaavat kuitenkin siihen, että populaatiossa on aikaisemmin identifioimattomia viruksia. Mörrum- ja Uumajan/Vindeläl-v-joilta peräisin olevien ihoverenvuotoisten lohien tulokset olivat samanlaisia (**katso raportti ”Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar 2014 – 2016/Slutrapport avseende utredning genomförd 2016”**). Tämä viittaa osittain yhteiseen taudinsyyhyn ihoverenvuotoisten ja haavaisten lohien kohdalla ja herpes- ja iridovirusten yhteyteen näihin vaurioihin. Tällä hetkellä herpes- ja iridovirusten mahdollisesta taudinaiheuttamiskyvystä ei kuitenkaan ole tietoa. Täyttä varmuutta ei ole myöskään siitä, onko vuonna 2016 todettujen ihovaurioiden yleisyys ollut samaa suuruusluokkaa vuosina 2014-2015. Taudinkulku voisi kuitenkin olla osoitus tartunta-taudista ja lohipopulaation alkavasta immuniteetista tartuntaa vastaan.

Histologisessa tutkimuksessa havaittu lihaskudoksen tuho voi johtua useasta tekijästä. Lohikalat joutuvat kutuvaelluksellaan suuren metabolisen rasituksen kohteeksi, joka voi johtaa lihas- ja sydänkudosten muutoksiin (10). Muutosten kuvaukset ovat kuitenkin vähäiset kalatautikirjallisuudessa. Mitään bakteeri-

infektiota tai muuta spesifistä taudinaiheuttajaa ei voitu näihin Tornionjoen lohissa todettuihin muutoksiin yhdistää. Muita mahdollisia syitä ovat toksiinit ja E-vitamiinin tai seleenin puute. Jälkimmäisessä tapauksessa histologisissa tutkimuksissa löytyy yleensä sekä akuutin kudostuhon että tulehduksellisen vaiheen muutoksia. Tutkimissamme lohissa kalakohtaiset muutokset olivat yhdessä vaiheessa - joko akuutissa tai tulehduksellisessa - mikä viittaisi siihen, että vaurio on syntynyt tiettyä ajankohtana. Lieviä sydänlihaksen tulehduksia ei pidetty normaalista poikkeavina, koska ne villoilla kaloilla ovat usein liittyneenä paikallisiin loisten aiheuttamiin sydänlihaksen- ja sydämen kalvon tulehduksiin. Syitä havaittuihin, laajempiin tulehduksiin ei saatu selville. Reovirus-tartunta (**piscine reovirus, PRV**) ”**heart and skeletal muscle inflammation**” (HSMI) saattaisi olla syy sydän- ja luurankolihasvaurioihin. Pcr-tutkimusta tämän viruksen osoittamiseksi ei kuitenkaan ole käytettävissä SVA:ssa tai Evirassa. Tutkimuksissa havaittiin sydänlihaksessa myös paikallisia sidekudostumia, jotka osoittavat, että niitä syntyy helposti ja lohi pystyy niistä yleensä selviämään. Makrofaagien ja/tai lymfosyyttien yleinen esiintyminen sydänveressä ja verisivelypreparaateissa ovat osoitus aktiivisesta immuunipuolustuksesta joka johtuneet kroonisesta tulehdustilasta tai siitä, että sen aiheuttaja on virus. Neutrofiilisiä valkosoluja esiintyy bakteeritulehduksissa, mutta myös, kun kalaa rasitetaan. Koska tauteja aiheuttavia bakteereita ei juuri löydetty, tulkittiin neutrofiilien runsas esiintyminen johtuneen kyseisten kalojen rasittumisesta pyynnin yhteydessä.

Maksan eriasteinen rasvoittuminen on normaalia, kun kala on syönyt runsaasti. Kertyneitä rasvavarastoja voidaan sitten käyttää nälkätilanteissa kuten kutuveluksen aikana. Myöskään loisten löytyminen villikaloiden maksasta ei ole epäluonnollista. Loisten kulkemisesta maksakudokseen jää usein mikroskoopilla havaittavia jälkiä. Verenvuodot maksassa eivät ole normaaleja, mutta niiden esiintymiseen joissakin tutkimuslohissa ei onnistuttu löytämään syytä.

Perna on kaloilla tärkeämpi puna- kuin valkosolujen tuotannossa. Hemosideriinin runsas esiintyminen pernassa (ja maksassa) johtuu punasolujen lisääntyneestä hajoamisesta ja pernan ryhtyessä kompensatona tuottamaan lisää punasoluja, vaikuttaa pernakudos olevan hyvin täynnä soluja histologisessa tutkimuksessa. Vain muutamia pernaleikkeitä tutkittiin, mutta verisivelyissä nähtiin yleisesti punasolujen hajoamismuutoksia. Epäkypsien punasolujen runsas esiintyminen puolestaan osoittaa, että elimistö pyrkii vastaamaan lisääntyneeseen punasolujen hajoamiseen.

Punasolujen lisääntynyt hajoaminen voi johtua monista syistä. Yksi on ”water logging”, jonka kohteeksi kalaa joutuu kärsiessään vakavista ihovaurioista kuten esimerkiksi laajasta ihon sienitartunnasta. Ihon muodostama este veden kehoon siirtymiseen häiriytyy ja ruumiiseen virtaa vettä. Myös punasolut imevät vettä, pullistuvat ja lopuksi hajoavat. Joissain veriloistartunnoissa punasoluja ajoittain hajoaa, kun solunsisäiset loismuodot vapautuvat. Ruumiin immuunipuolustus saattaa myös hajottaa punasoluja, jotka se tunnistaa poikkeaviksi, esimerkiksi virusinfektioiden yhteydessä. Kun riittävästi punasoluja hajoaa, on seurauksena

anemia, johon ruumis vastaa lisääntyneellä uusien punasolujen tuotannolla, ellei kyseessä ole vertamuodostavien kudosten pahanlaatuinen sairaus. Lisääntynyttä punasolujen tuotantoa havaittiin 10 lohella.

Myös muualla kuin Ruotsissa ja Suomessa on lohia ja taimenia kohdannut iho-ongelmat, sienitartunnat ja epäillyt UDN-tapaukset. Näin esimerkiksi Kuolan niemimaalla vuonna 2015. Myös vuonna 2016 havaittiin siellä lohella ongelmia (*Sergey Prusov, Head of Freshwater Resources Laboratory, PINRO, henkilökohtainen tiedonanto*).

Erotuksena sille ongelmalle mitä viimeisinä vuosina on lohijoissamme havaittu, ei tiamiinin puute ole mikään uusi asia (1, 9). Jos lohikuolemat olisivat seurausta tiamiinin puutteesta, olisi kudulle nousevien lohien kuolemia pitänyt havaita M74-oireyhtymän esiintymisen vuosina 1970-luvulta lähtien ja erityisesti 1990-luvun alkuvuosina, kun M74-oireyhtymä oli yleisimmillään. Tiamiinin puutteen pitäminen lohikuoleman perussyynä on liiallinen yksinkertaistus. Emme ole onnistuneet löytämään tieteellisiä artikkeleita, joissa olisi osoitettu, että aikuisten lohien tiamiinin puutteeseen liittyisi muita sairauden oireita kuin yleinen heikkous ja vaappuva uinti. Emme myöskään tieteellisiä raportteja, joissa olisi osoitettu yhteys tiamiinin puutteen ja yleisen immuunipuolustuskyvyn heikkouden välillä. Tiamiinin osuutta lohikuolemassa ei ole kuitenkaan syytä sulkea kokonaan pois, koska vuosittain on tullut muutamia tietoja heikoista lohista, joissa ei ole havaittu muita oireita. Heikkous voi toki johtua muistakin syistä, esimerkiksi vapauttamisesta pitkittyneen väsytyksen jälkeen tai kiduksessa olleen kourun aiheuttamasta suuresta verenhukasta. Vuonna 2015 Evira tutki yhteensä 10 Tornionjoen nousulohen lihaksen ja maksan tiamiinipitoisuuksia eikä havainnut eroja normaalien ja kalastuksessa epänormaalin laiskasti käyttäytyneiden kalojen välillä. Kala ei tuota itse tiamiinia, vaan on riippuvainen ruuan mukana saamastaan vitamiinista. Nuoren kilohailin korkea osuus ravinnossa on esitetty olevan yhteydessä lohien tiamiinin puutteeseen, koska nuorena kilohailissa on vähemmän tiamiinia kuin aikuisessa (11, 12). Korkeaa silakan osuutta on myös pidetty mahdollisena syynä, koska silakka sisältää enemmän tiaminaasia (tiamiinia pilkkova entsyymi) kuin kilohaili (6). Vuosina 2014-2016 ylösnousseen lohien edellytykset saada syönnösvaelluksellaan kilohailia tai silakkaa ravinnokseen ovat vuosittain olleet jokseenkin samanlaiset, mutta vuonna 2016 terveystilanne Tornionjoessa oli selvästi kahta aikaisempaa parempi. Itämeren pääaltaalla tehdyt silakan tiamiinimääritykset eivät ole osoittaneet puutetta aikaisemmin eivätkä viime aikoina (9, 13). Tiedot kilohailista kuitenkin puuttuvat. On olemassa tietoja, joiden perusteella M74-oireyhtymästä kärsivät lohienpoikaset sekä vaappuvasti uivat naaraat kärsivät myös muiden vitamiinien ja antioksidanttien puutteesta - ja että oksidatiivinen stressi vielä sinänsä laskee tiamiinitasoa (11). Meneillään olevassa tohtoriopinnoissa Ruotsin Maatalouskorkeakoulun (SLU) laitoksella ”**Akvatiska resursser**” tutkitaan **Itämeren lohien terveydentilan ja ravinnon välisiä yhteyksiä**. Näemme työn merkittävänä osana lohikantojemme terveydentilan tutkimusta ja valvontaa tulevaisuudessa. Tarvitaan sairaiden ja terveiden lohien vitamiini- ja antioksidanttitasojen laajempaa kartoitusta, jotta

populaatioidemme terveydentilasta saadaan laajempi kuva. Jotta voidaan päätellä, onko erilaisten aineiden alentuneella tasolla merkitystä sairaiden lohien infektiotautisairauksille vai ovatko ne seurausta taudista, tarvitaan kuitenkin infektiokokeita sekä pitoisuusmittauksia sekä infektioita ennen että jälkeen.

Ympäristömyrkyt ja raskasmetallit voivat vaikuttaa vastustuskykyyn. Kadmiumista on tietoja, joiden mukaan se alentaisi tai nostaisi immuunijärjestelmän aktiiviteettia (14). Kadmiumin pitoisuudet ovat kuitenkin laskeneet tai olleet melko vakioita Itämeren silakassa, ja sama koskee useimpia tutkittuja aineita. Pentafluorooktaanisulfonihapon (PFOS) tasot nousevat silakassa sekä Itämeren pääaltaalla että Pohjanlahdella (7). PFOS on maksatoksinen (15, 16), mutta emme ole löytäneet artikeleita sen vaikutuksesta immuunipuolustukseen. Histologisessa tutkimuksessa osassa maksaleikkeitä havaittu maksatumien pleomorfisuus voi yhtä hyvin olla osoitus kemiallisesta tekijästä kuin infektiosta. Ympäristömyrkyjen tutkiminen sekä lohikuolemajokien että sellaisten, joissa kuolleisuutta ei ole esiintynyt, lohista voikin sen takia olla paikallaan.

Kaloilla havaittiin olevan hyvin aktiivinen tulehdussolujen infiltraatio erilaisille vaurioalueille, mikä puhuu yleistä immuunipuolustuksen alentumista vastaan. Jos kyse on uudesta taudinaiheuttajaviruksesta tai -bakteerista, sairastuvat kalat siihen, koska niillä ei ole spesifistä vastustuskykyä, vaikka yleinen immuunipuolustus olisikin kunnossa. Sen sijaan kalan yleinen vastustuskyky, taudinaiheuttajan taudinaiheuttamiskyky ja toissijaiset taudinaiheuttajat voivat vaikuttaa kalan mahdollisuuksiin selviytyä tartunnasta. Kalojen sairastumisessa on aina kyse kalayksilön, taudinaiheuttajaorganismien ja ympäristön yhteisvaikutuksista.

Eri kalastajaryhmien raportoinnissa sairaiden lohien osuudesta saaliissa Tornionjoelta on huomattavia eroja. Pellon seudun paikalliset uistelukalastajat raportoivat huomattavasti korkeampia vahingoittuneiden kalojen osuuksia kuin saman alueen turistikalastajat ja Kukkolankosken lippokalastajat. Koko lohienkalastuskauden käsittävä vahingoittuneiden ja normaalien lohien tilasto saatiin vain yhdeltä matkailukalastusyritykseltä. Sen mukaan vahingoittuneiden (ja muuten sairaiden) lohien kuukausittain tarkasteltu osuus oli korkeimmillaan heinäkuussa. On kuitenkin ilmeistä, että turistikalastajien raja sille, mikä on sairas tai normaali, on johtanut alempaan arvioon sairaiden kalojen osuudesta kuin kokeneiden pellolaisten kalastajien tai Perttu Kosken Karungin kulkuverkkokalastuksessa tekemä. Molemmat luokittelivat noin viidesosassa nousulohia olleen ihohaavoja. Tämä antaa myös perusteita olettaa raportointiportalissa ilmoitetun vahingoittuneiden lohien määrän olleen todellista alemman.

On ilmeistä, että tiedotus raportointiportalista saavutti kalastuskauden alkuvaiheessa Tornionjoen paikallisväestön ja kalastajat. Näillä oli suuri halu ilmoittaa sairaita, vahingoittuneita ja kuolleita lohia koskevista havainnoistaan. Syksyn loppuvaiheen ilmoitukset eivät kuitenkaan heijasta suurta sienten infektoimien lohien määrää. Kun lokakuun loppuvaiheessa Norrbottenin

läänihallituksen kautta tuli SVA:n tietoon suuri sieni-infektioon kuolleiden lohien määrä Tornionjoessa, ei SVA ehtinyt enää järjestää tutkimuksia ennen jäiden tuloa. Evira tutki lohien kudun onnistumista Pello-Kolari -alueella ja havaitsi, että huolimatta voimakkaasta sieni-infektiosta ja kuolleisuudesta kutuaikaan, olivat kalat onnistuneet laskemaan sukutuotteensa jokeen. Haluamme huomauttaa, että kutu- ja nousuaikojen kuolleisuuksissa ei ole kysymys samasta asiasta, vaan niitä on käsiteltävä erillisinä. Haluamme myös painottaa raportoinnin tärkeyttä, koska raportointia seurataan jatkuvasti. Vaikka akuutteja taudinpurkauksia ei esiintyisikään, voidaan jatkuvan, alhaisen kuolleisuuden raportoinnista saada virike tutkimuksille.

Ymmärrämme hyvin, ettei raportointiportaalin tietoja voida pitää ruotsalaisten ja suomalaisten vesistöjen tautitilanteen absoluuttisena mittarina. On kuitenkin oltava tieto portaalista ja mahdollisuudesta ilmoittaa havaintonsa sairaista/vaurioituneista/kuolleista kaloista. Kaukana merellä ja vähän liikutuilla rannoilla kuolleet, pohjaan juuttuneet tai syvässä vedessä olevat yksilöt jäävät toki automaattisesti huomaamatta. Mahdollisuus saman kalan useampaan raportointikertaan on toki myös olemassa. Raportin täyttämisen tarkkuus ja raportoijan tiedot vaikuttavat siihen, kuinka hyviä tietoja saadaan. Voi esimerkiksi olla hankala päätellä, onko kyseessä lohi vai taimen, ellei ole kokenut kalastaja. Pitkä etäisyys kalaan tai kalan pilaantumisaste ja sienitartunnan voimakkuus vaikuttavat myös mahdollisuuksiin arvioida sairauden tai kuoleman syy. Tässä asiassa voi mukaan liitetty valokuva auttaa paljon. Ilman sitä SVA:n tai Eviran tekemä arviointi on usein mahdotonta. Raportointiportaalin kautta saadaan vain karkea arvio tautitilanteesta, mutta se tarjoaa arvokkaan keinon villikalajien seurannassa. Onkin syytä tähdentää raportoinnin jatkamista vaikka ajattelisi, ettei kukaan seuraa ilmoituksia. SVA:n aikomus on pitää portaalit auki omalla ja Eviran rahoituksella ja kehittää portaalit soveltuvammaksi myös muita kuin lohikalajia koskeviin ilmoituksiin. Pyrkimyksenä on myös pitää portaalit mahdollisimman käyttäjäystävällisenä ja otamme mielellämme vastaan parannusehdotuksia portaalin käyttäjiltä.

Ruotsalaisille ammattikalastajille tehtyyn kyselyyn tuli liian vähän vastauksia, jotta tilastollista käsittelyä voitaisiin tehdä, mutta joitain trendejä voidaan aavistella. Suurin osa vaurioista raportoitiin hylkeiden aiheuttamiksi ja kerrottiin hylkeiden aiheuttamien vaurioiden lisääntyneen. Tämä on yhden-suuntaista hylkeiden määrän lisääntymisen kanssa (17). Suomujen irtoamista koskien on ammattikalastajien ilmoituksissa ja vuonna 2008 tehdyssä arvioissa (18) selvä ero. Viime mainitussa oli vapautetussa sivusaaliissa huomattavasti enemmän vaurioita. Vauriot olivat lähinnä suomujen irtoamista (25,7 %) ja kidusverenvuotoa (16,6 %) ja siinä pääteltiin näillä kaloilla olleen vain pienet mahdollisuudet selviytyä hengissä. Raportin kuvat osoittavat, että suomujen irtoaminen voi olla hyvin laaja-alaista. Suomalaisessa, merkityillä ja vapaaksi lasketuilla lohilla tehdyssä tutkimuksessa (19) päädyttiin arvioon, että noin 15 % lohista, jotka vapautetaan pyydyksistä, kuolevat vaurioiden seurauksena. Tätä voidaan verrata ruotsalaisten ammattikalastajien esittämiin arvioihin. Lähes puolet arvioi, ettei suomujen irtoilemista esiinny lainkaan. Kaksi kalastajaa

arvioi suomujen irtoilemisesta kärsineen suunnilleen saman osuuden kuin raportissa (20-30 % lohista) ja kaksi suuremman osan (50 %). Tuo 50 % koskee kuitenkin pääsaalista, joka vopi joutua karkeamman käsittelyn kohteeksi kuin pois laskettava osuus saaliista. Joko ammattikalastajat aliarvioivat vahingoittuvan osuuden saaliista tai saaliin käsittely on selvästi hellävaraistunut pyydysten ja välineistön kehityttyä raportin ajoista. Pari kalastajaa, jotka ilmoittivat, ettei vaurioita tule, kommentoivat myös käyttävänsä erityisiä menetelmiä ja varusteita, jotta sivusaalis voidaan laskea vapaaksi säästävällä menetelmällä. Koska kalan suomut ovat ihon päällimmäisen solukon, epidermisen peittämiä, lähtee irtoavien suomujen mukana myös ihon pintakerrosta. Tämä johtaa ihon osmoottisen barriäärin alentumiseen ja avaa toissijaisille bakteeri- ja sienitartunnoille infektioportin. Vanhempia suomujen irtoamisia havaittiin paitsi internetportaaliin ilmoitetuissa (Kuva 2, Liite 2), myös ruumiinavauksissa (Kuvat 5, 6 ja 12, Liite 1). Olemme sitä mieltä, että sivusaaliin käsittelyssä syntyneet vauriot ovat osittain aiheuttamassa Tornionjoen lohien voimakkaita sieni-infektioita. Pyydystä- ja päästä -kalastus on myös osaltaan aiheuttamassa vastaavia vaurioita. Ruumiinavausten painottuminen tässä työssä lohienkalastuksen alkuaikaan voi olla vaikuttamassa siihen, että vanhoja suomuvaurioita ei havaittu kovin paljon – kalat eivät vielä olleet ennättäneet joutua pois päästön kohteiksi. Kidusverenvuodot voivat johtaa verenhukkaan, heikentyä yleisesti tai kidusvauriot muodostavat kasvualustan toissijaisille infektioille. Poislaskettavien lohien käsittelyn kehittäminen hellävaraisemmaksi parantaisi kalojen hengissä säilymistä. Voitaisiin myös ajatella rasvaeväleikkaamattomien lohien määrän pienentämistä kalastuksen säätelyn keinoin.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tornionjoen lohikuolemalla on useita syitä. Hylkeiden ja kalastusvälineiden aiheuttamat mekaaniset sekä muut ihohaavat johtavat toissijaisista bakteeri- ja sienitartunnoista johtuvaan lisääntyneeseen sairastavuuteen. Ihoverenvuodot voivat olla yhteydessä kokogenomisekvenssoinnissa todettuihin herpes- ja/tai iridovirusiin. UDN ei ole huomattava kuolleisuuden aiheuttaja. Tiamiinin puute ei todennäköisesti ole merkittävä perussyy, koska lohien oireet ovat tiamiinin puutteessa aikaisemmin havaitsemattomia ja M74-oireyhtymän esiintyminen lohikuoleman aikana syntyneissä ikäluokissa on ollut vähäistä. M74-oireyhtymän huippuesiintymisen aikaan 1990-luvulla ei vastaavaa lohikuolemaa myöskään havaittu.

Tarvitaan tarkkailun jatkamista ja pinnallisten ihokuolioiden syiden selvittelyä. Tuntemattomien virusten eristämisyrityksiä pitää jatkaa ja määrittää mahdollisten löydösten taudinaiheuttamiskyky ja niiden osuus Itämeren lohien sairauksissa. Ruotsin Maatalousyliopistossa meneillään oleva tutkimus lohien ravinnosta ja sairauksista antaa kaikinpuolisemman käsityksen erilaisten puutostilojen vaikutuksista Itämeren lohien sairauksiin.

EHDOTUKSIA JATKOTOIMIKSI

SVA ja Evira jatkavat Tornionjoen lohikuolemaa koskevaa yhteistyötään ja keskustelua ja tiedotusta myös muiden jokien osalta.

Kesän 2017 kalastuskauden osalta toivomme voivamme tutkia lohipopulaatiota tarkemmin seuraavasti:

- Jatkaa ihonäytteiden ottoa, jotta pinnallisten ihokuolioiden histopatologiaa saadaan selvitettyä tarkemmin
- Tutkia tärkeimpiä vitamiineja ja antioksidantteja - A-, B-, C- ja E-vitamiinit ja astaksantiini - jotta saadaan lohien mahdollisista puutossairauksista parempi kuva. Sekä terveitä että verenvuotoisia ja sieni-infektion vaivaamia kaloja tulisi ottaa näytteiksi.
- Em. lohien ympäristömyrkkytutkimukset
- Virusten jatkotutkimukset - tarkoituksena selvittää kokogenomitutkimusten tulosten merkitystä
 - Ihoverenvuotoja ja pinnallisia ihokuolioita omaavien kalojen kudosten elektronimikroskooppitutkimukset, jotta mahdolliset viruspartikkelit voitaisiin tunnistaa
 - virusviljelyt ASK-solulinjassa virusten löytämiseksi ja identifioimiseksi
- Internetportaalia pidetään edelleen yllä jatkuvan seurannan ja aktiivisen tilanteeseen paneutumisen mahdollistamiseksi. Kalastus- ja muiden viranomaisten, kalastajien, paikallisten kalastusmatkailuyritysten ja yhdistysten ynnä muiden apu on tässä edelleen tärkeää.
- SVA on lähettänyt elinnäytteitä EU:n kalatautien referenssilaboratorioon tutkittaviksi PRV:n (piscine reovirus) varalta. PRV saattaa aiheuttaa projektissa todetun kaltaisia lihas- ja sydänvaurioita.
- Emme esitä, että projektin perusteella lopetettaisiin rasvaevällisten lohien pyydyksistä poispäästäminen. Vastuullisten viranomaisten ja asianosaisten tulisi kuitenkin hakea mahdollisuuksia kalanpyydysten aiheuttamien mekaanisten vaurioiden vähentämiseen. Poispäästämisajankohtien parempi ajoitus ja kalanpyydysten ja kalastustapojen kehittäminen vähemmän lohia vahingoittaviksi olisivat keinoja tähän tavoitteeseen pääsemiseksi.

FINANSIERING/RAHOITUS

Projektet har finansierats via forskningsfonden från det gemensamma fiskekortet för Torneälvsystemet. Fonden disponeras av Närings-, Trafik- och Miljöcentralen i Lappland samt Havs- och vattenmyndigheten i Sverige. Fiskevårdsbidrag har erhållits från Länsstyrelsen i Norrbotten.

Projekti on saanut rahoitusta Tornionjoen vuonna 2015 kerätyistä kalastuslupatuloista. Rahoituksen on myöntänyt Lapin Elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskus Suomessa ja Havs och vattenmyndigheten Ruotsissa. Norrbottenin lääninhallitus on myöntänyt avustuksen kalastuksenhoitovaroista.

TACK/KIITOS

Ett stort tack till alla som bidragit till att projektet kunde genomföras: Provtagare och personer assisterande vid obduktioner, lokala och sportfiskare, yrkesfiskare, byalag, fisketurismföretag, guider, Länsstyrelsen Norrbotten som beviljat fiskedispenser. Ett stort tack också till alla som spridit information om rapportportalen och alla som rapporterat in till portalen och därmed bidragit till datainsamlingen. Personal vid SVA och Evira som involverats i de olika analyserna och alla som bidragit med extra data.

Esitämmе suuren kiitoksen kaikille, jotka ovat auttaneet projektin läpiviemisessä:

Näytteentottajat ja ruumiinavauksissa avustaneet, paikalliset ja urheilukalastajat, ammattikalastajat, kyläyhteisöt, kalastusmatkailuyrittäjät, oppaat, Norrbottenin lääninhallitus, joka myönsi kalastusluvan. Suuri kiitos kuuluu myös kaikille, jotka levittivät tietoa internetin raportointiportalista ja kaikille raportoijille, joiden avulla saatiin kerätyksi tietoa. Kiitokset myös SVA:n ja Eviran henkilöstölle, joka on ollut mukana eri tutkimuksissa ja kaikille, jotka ovat keränneet tietoa sairaista ja normaaleista lohista saaliissa.



Charlotte Axén
T.f. statsveterinär, fisk
Valtioneläinlääkäri
SVA



Perttu Koski
Erikoistutkija
Specialforskare
Evira

REFERENSER/VIITTAUKSET

References

1. **Amcoff P, Börjeson H, Lindeberg J, Norrgren L.** 1998. Thiamine concentrations in feral Baltic salmon exhibiting the M74 syndrome. *Am Fish Soc Symp* **21**:82-89.
2. **Thoen E, Vrålstad T, Rolén E, Kristensen R, Evensen Ø, Skaar I.** 2015. Saprolegnia species in Norwegian salmon hatcheries: field survey identifies *S. diclina* sub-clade IIIB as the dominating taxon. *Dis Aquat Organ* **114**:189-198.
3. **Bankevich A, Nurk S, Antipov D, Gurevich A, Dvorkin M, Kulikov A, Lesin V, Nikolenko S, Pham S, Pribelski A, al e.** 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. *J Comput Biol* **19**:455-477.
4. **Buchfink B, Xie C, Huson D.** 2015. Fast and sensitive protein alignment using DIAMOND. *Nat Meth* **12**:59-60.
5. **Huson D, al e.** MEGAN Community Edition - Interactive exploration and analysis of large-scale microbiome sequencing data. to appear in: *PLoS Computational Biology*.
6. **Ikonen E.** 2006. The role of the feeding migration and diet of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in yolk-sack-fry mortality (M74) in the Baltic Sea. University of Helsinki.
7. **Anonym.** 2016. Havet 2015/2016.
8. **Oidtmann B, Lapatra SE, Verner-Jeffreys D, Pond M, Peeler EJ, Noguera PA, Bruno DW, St-Hilaire S, Schubiger CB, Snekvik K, Crumlish M, Green DM, Metselaar M, Rodger H, Schmidt-Posthaus H, Galeotti M, Feist SW.** 2013. Differential characterization of emerging skin diseases of rainbow trout--a standardized approach to capturing disease characteristics and development of case definitions. *Journal of fish diseases* **36**:921-937.
9. **Balk L, Hagerroth PA, Gustavsson H, Sigg L, Akerman G, Ruiz Munoz Y, Honeyfield DC, Tjarnlund U, Oliveira K, Strom K, McCormick SD, Karlsson S, Strom M, van Manen M, Berg AL, Halldorsson HP, Stromquist J, Collier TK, Borjeson H, Morner T, Hansson T.** 2016. Widespread episodic thiamine deficiency in Northern Hemisphere wildlife. *Scientific reports* **6**:38821.
10. **Mommsen TP.** 2004. Salmon spawning migration and muscle protein metabolism: the August Krogh principle at work. *Comparative biochemistry and physiology. Part B, Biochemistry & molecular biology* **139**:383-400.

11. **Vuori KA, Nikinmaa M.** 2007. M74 syndrome in Baltic salmon and the possible role of oxidative stresses in its development: present knowledge and perspectives for future studies. *Ambio* **36**:168-172.
12. **Keinänen M, Uddström A, Mikkonen J, Casini M, Pönni J, Myllylä T, Aro E, Vuorinen P.** 2012. The thiamine deficiency syndrome M74, a reproductive disorder of Atlantic salmon (*Salmo salar*) feeding in the Baltic Sea, is related to the fat and thiamine content of prey fish. . *ICES J Mar Sci* **69**:516-528.
13. **Vuorinen P, Parmanne R, Vartiainen T, Keinänen M, Kiviranta H, Kotovuori O, Halling F.** 2002. PCDD, PCDF, PCB and thiamine in Baltic herring (*Clupea harengus* L.) and sprat [*Sprattus sprattus* (L.)] as a background to the M74 syndrome of Baltic salmon (*Salmo salar* L.). *ICES J Mar Sci* **59**:480-496.
14. **Thuvander A.** 1990. The immune system of salmonid fish: Establishment of methods for assessing effects of aquatic pollutants on the immune response. Swedish University of Agricultural Sciences.
15. **Cui Y, Liu W, Xie W, Yu W, Wang C, Chen H.** 2015. Investigation of the Effects of Perfluorooctanoic Acid (PFOA) and Perfluorooctane Sulfonate (PFOS) on Apoptosis and Cell Cycle in a Zebrafish (*Danio rerio*) Liver Cell Line. *International journal of environmental research and public health* **12**:15673-15682.
16. **Wan HT, Zhao YG, Wei X, Hui KY, Giesy JP, Wong CK.** 2012. PFOS-induced hepatic steatosis, the mechanistic actions on beta-oxidation and lipid transport. *Biochimica et biophysica acta* **1820**:1092-1101.
17. **Königson S.** 2012. Det växande sälbeståndet hotar kustfisket i Östersjön. *Fiskeritidskrift för Finland* 8-10.
18. **Jonsson S.** 2008. Observation och dokumentation av skador på lax fångad i Push- Upfälla i Byskeälvens fredningsområde 20080531-20080611.
19. **Siira A, Ikonen E, Suuronen P, Riikonen R, Lehtonen E.** 2002. Lohen eloonjäänti rysästä vapauttamisen jälkeen. Kalatutkimuksia - Fiskundersökningar, 1-26. Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos/Vilt- och Fiskeriforskningsinstitut.

Bilaga/Liite 1 – Bilder obduktion och histologi/ Kuvia ruumiinavauksista ja histologisista tutkimuksista



Bild/Kuva 1. Akut skada på buken orsakad av en höjning med lyftkrok. Akuutti nostokoukun aiheuttama vamma lohen mahassa.



Bild/Kuva 2. Äldre, delvis läkt skada orsakad av krok. Vanhempi, parantumassa oleva nostokoukun aiheuttama vamma.



Bild/Kuva 3. Lax, som fångats med nät ca. 30 minuter tidigare. Maskorna i nätet och vittjningen har orsakat en kragliknande fjällskada samt ett sår i ryggfenans framkant. Verkolla saatu lohi, ollut kiinni korkeintaan noin puoli tuntia. Verkon silmän ja päästämisen jättämät pantamaiset suomuvauriot ja selkäevän etureunan haava näkyvissä.



Bild/Kuva 4. Närbild av samma fisk. Sama kala lähempää.



Bild/Kuva 5. Mer kroniska hudskador orsakade av nät. Ögat är perforerat. Vanhempri verkossa kiinni olon aiheuttama pantamainen ihoahaava. Silmä puhki.



Bild/Kuva 6. Kronisk skada, sannolikt orsakad av nät. Öppna sår bakom huvudet och bröstfenan är delvis läkta. Melanin (mörk pigment) täcker stora ytor. Även gällocktsskadan är kronisk (melanin vid kanten). Gälarnas ytterkant är förtjockad och grå på grund av avsaknaden av skyddande gällock. Vielä kroonisempia, todennäköisesti verkossa olon aiheuttamia haavoja. Pään ja rintaevän takana olevat avohaavaumat ovat paranemassa ja suuressa määrin tumman pigmentin (melaniini) värjäämiä. Myös kiduskannen vaurio on vanha (melaniinia). Kiduslehtien reunan epiteeli paksuuntunut ja harmaa, kun kiduskannen suojaava vaikutus on puuttunut.



Bild/Kuva 7. Små fläckar av hyperemi och inflammation av huden mestadels på buken. Sådana lesioner kunde ses både hos nystigna laxar och sådana som fångats i Bottenviken. Pääasiassa lohen vatsapuolella havaittavaa verentungosta ja tulehtuneita iholäikkiä. Näitä muutoksia oli havaittavissa jo Perämereltä näytteeksi saaduissa lohissa.



Bild/Kuva 8. Den övre laxen har två mekaniska sår, som kan vara orsakade av säl. Den mellersta laxen har mer framskridna hudinflammationsområden på buken. Laxarna har fångats utanför Iijoälvens mynning. Keskimmäinen lohi: mahapuolen ihoalueen tulehdus pidemmälle edenneenä. Vasemmanpuoleisessa lohessa kaksi terävää haavaa vatsaevän seudussa. Haavat sopivat hylkeen aiheuttamiksi. Molemmat kalat Ijoen edustalta.



Bild/Kuva 9. Kronisk skada ovanför stjärtbasen. Kan ha orsakats av t ex. en säl. Krooninen haava pyrstön juuren kohdalla. Sopi esimerkiksi hylkeen aiheuttamaksi.



Bild/Kuva 10. Ärr efter mekanisk skada, som kan vara orsakad av en säl. Arpeutunut terävä haava lohen mahassa vatsaevien etupuolella. Sopi hylkeen aiheuttamaksi.



Bild/Kuva 11. Misstänkt skada efter nejonöga. Lax från Flytnätsfisket vid Risudden. Todennäköisesti nahkiaisen aiheuttama pyöreä haava. Kala on kulkuverkkopyynnin saalis Vitsaniemestä.



Bild/Kuva 12. Omfattande fjällförluster av äldre datum, fenskador samt lindriga utbredda hudblödningar. Lax fångad i Push up-fälla, Bottenviken. Laajoja, vähintään useita päiviä sitten syntyneitä suomupitteen vaurioita, evävaurioita ja laajalla alueella havaittavia ihoverenvuotoja. Lohi saatu saaliiksi push up-rysästä Perämerellä.



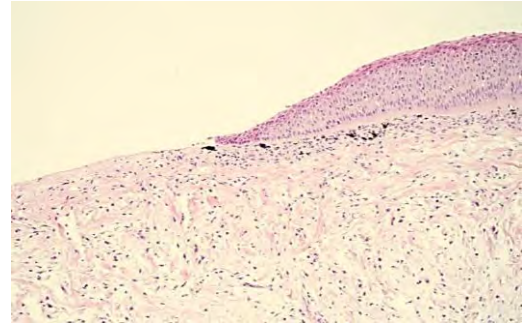
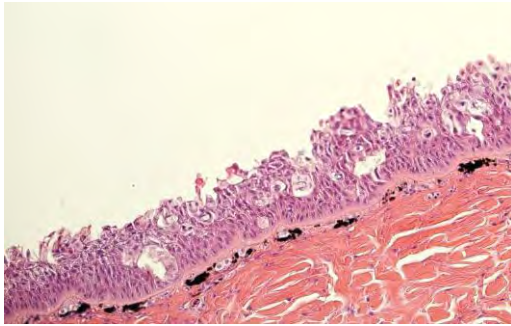
Bild/Kuva 13. Blödningar i bukhinnan indikerande systemisk infektion, fisken från bild 12. Yleisinfektioon viittaavia verenvuoto-läikkiä ruumiinontelon herakalvolla, sama kala kuin kuvassa 12.



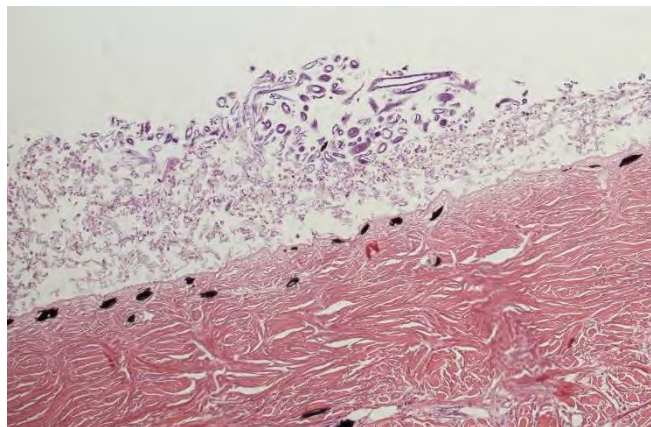
Bild/Kuva 14. Ringformiga hudsår, som är infekterade med *Saprolegnia*. Skadorna är typiska för UDN, men på denna fisk, som tagits från Iijoälvens mynning, kunde inte UDN bekräftas histologiskt. Rengasmaisia, vesihomeella infektoituneita ihohaavoja. Vauriot ovat UDN-taudille tyypillisiä. Tästä Iijokisuusta vahingoittumattomana kalanviljelylaitoksen altaaseen siirretystä naaraslohesta ei kuitenkaan histologisesti todettu UDN:lle tyypillisiä mikroskooppisia muutoksia.



Bild/Kuva 15. Lax med liknande skador som ovan: nekrotiska hudskador på huvudet, ringformiga lesioner på ryggen. Ögat är perforerat. Histologiskt sågs få förändringar som tydde på UDN. Däremot sågs mera ytliga epidermisnekroser av typen, som visas i bild 19-22. Toinen samanlaisen käsittelyn läpikäynyt lohi: Suomuttomalla pään iholla kuolioisia haavoja, rengasmaisia vaurioita myös selässä. Silmä on puhki. Histologisesti joitain mikroskooppisia muutoksia, jotka voisivat viitata UDN-tautiin. enemmän kuitenkin pinnallisia epidermiksen kuoliomuutoksia, jollaisia esitellään kuvissa 19-22.



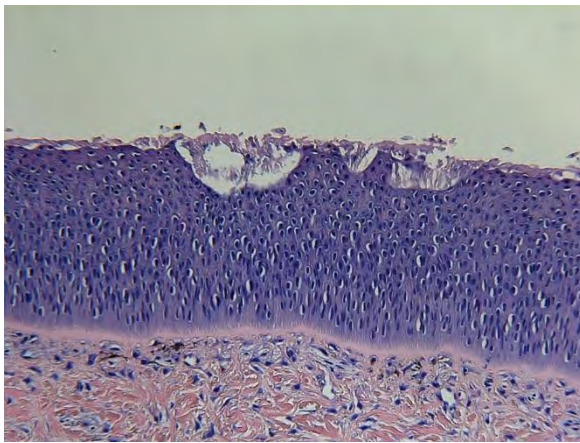
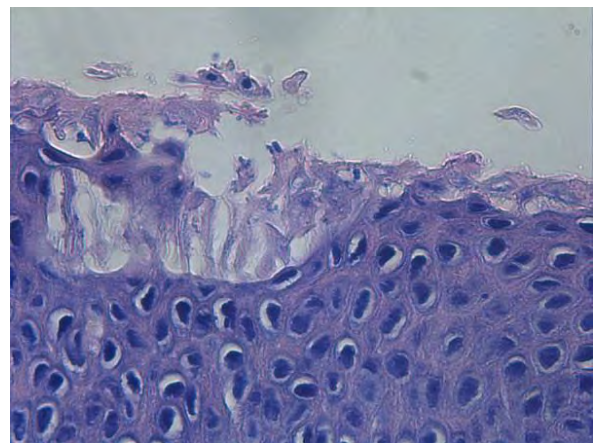
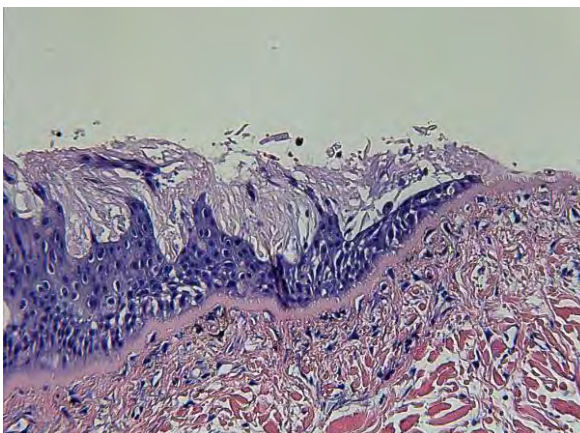
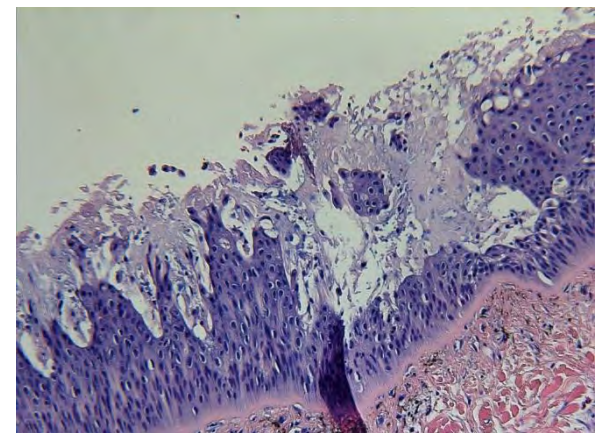
Bild/Kuva 16 - 17. Histologi från två fiskar med UDN-liknande skador vid obduktion. Överhuden (epidermis) ses som ett violett lager, det undre, djupare rosa lagret är läderhuden (dermis). Fisken till vänster har UDN med typiska hålrum i överhuden, vissa pigmentceller har lösts upp samt slemceller saknas. Fisken till höger saknar slemceller och många pigmentceller har lösts upp men nekros med hålrum saknas, och överhuden tunnare bara ut tills mellan huden blottas. Skadan klassas ej som UDN. Histologian i de två kalast, i vilka rumiitavauksessa todettu UDN:lle tyypillisiä muutoksia. Mikroskooppikuvien tumman violetina näkyvä kerros on ihon pintakerros eli orvaskesi (epidermis), alla näkyvä vaaleanpunainen kerros on osa ihon syvempää osaa, verinahkaa (dermis). Vasemmassa kuvassa UDN: orvaskedessä (epidermiksessä) solujen kuoleman aiheuttamia vakuoleita, tiettyjen pigmenttisolujen hajoamista ja limasolujen puuttuminen. Oikeanpuoleisen kuvan kalassa ei ole havaittavissa kuin kaksi jälkimmäistä muutosta. Orvaskesi ohenee vähitellen avohaavaan päin. Koska kaikkia kolmea tyypillistä UDN-vauriota ei todettu, kalalla ei diagnosoitu UDN-tautia.

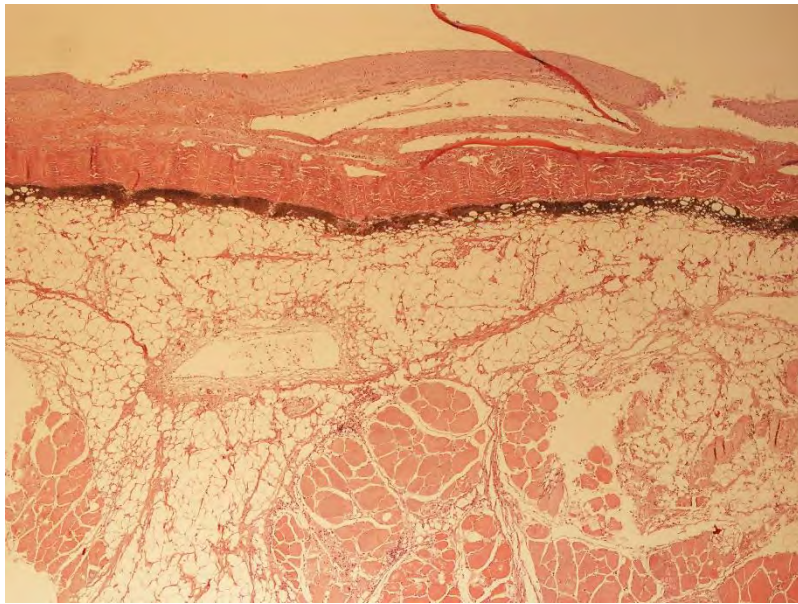


Bild/Kuva 18. Invasion med svamphyfer där överhuden dött. Basalmembranet är fortfarande intakt, så mellan huden har ännu inte drabbats. Kuolioon menneeseen orvasketeen on tunkeutunut sienirihmasto. Orvas- ja marraskeden rajalla olevassa tyvikalvossa ei ole havaittavissa muutoksia, joten marraskesi on vaurioitumaton.

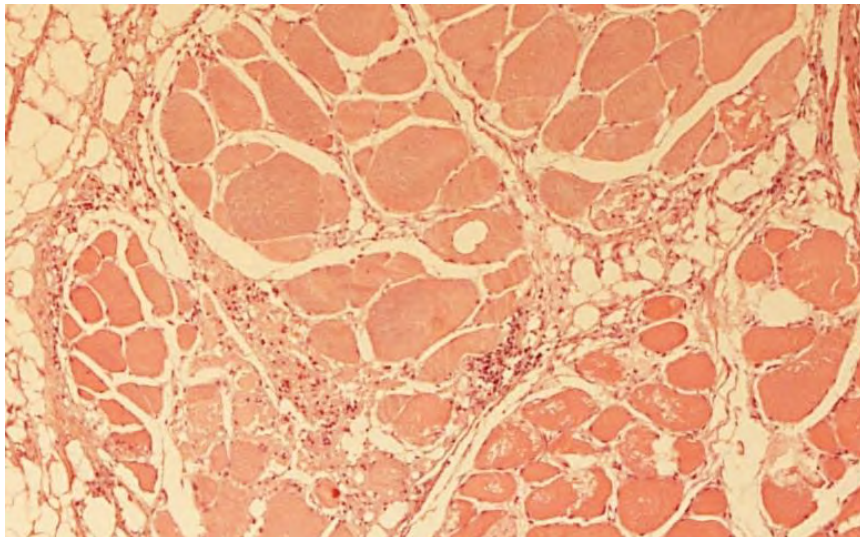
Bild/Kuvat 19 - 22. Histologibilder på ytliga hudnekroser (bilderna är från två laxar). På ytan av epidermis kan man se gropliknande nekroser (bild 19). I bild

20 ses gropen på höger sida i bild 19 med en större förstoring. Dessa ytliga hudnekroser kunde ses nära kanten av öppna sår, som kan ses i bild 21. I bilderna 21-22 kan man se hur skarp gräns de fingerformiga nekroserna hade till normal epidermis. Det förekommer inga inflammatoriska celler runt skadorna. Mikroskooppikuvia pinnallisista ihokuoliomuutoksista (kuvat kahdesta eri lohesta). Kuvassa 19 epidermiksens pinnassa on näkyvissä kuoppamaisia pinnasta alkavia kuolioita. Kuvassa 20 näkyy oikeanpuoleisin kuvan 11 muutoksista suuremmalla mikroskooppisuurennuksella. Muutokset olivat havaittavissa avohaavojen reunoilla vielä jäljellä olevassa epidermiksessä, kuten kuvasta 21 näkyy. Kuvissa 21-22 on näkyvissä muutosten tarkkarajaisuus, sormimainen tunkeutuminen normaaliin epidermikseen ja tulehdussolujen puuttuminen vaurion ympäriltä.

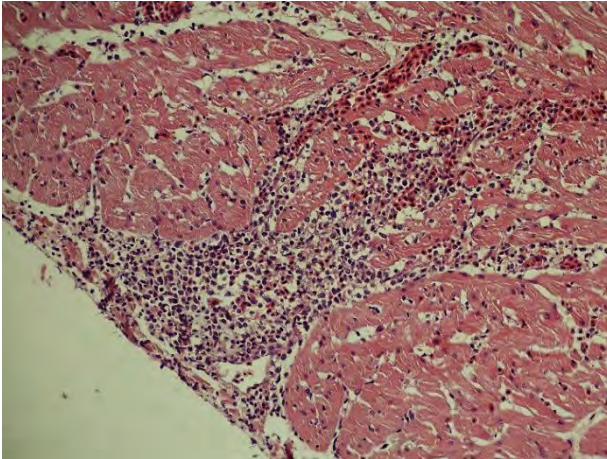
Bild/Kuva 19.**Bild/Kuva 20.****Bild/Kuva 21.****Bild/Kuva 22.**



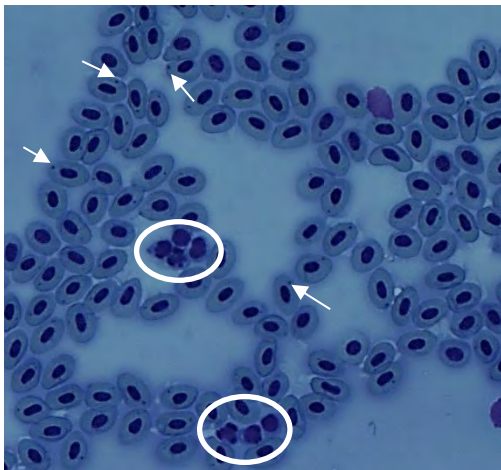
Bild/Kuva 23. Kraftig kronisk inflammation i underhud (fettväv) och underliggande muskulatur. Voimakas krooninen tulehdus ihonalaiskudoksessa (rasvassa) ja alla olevassa lihaksistossa.



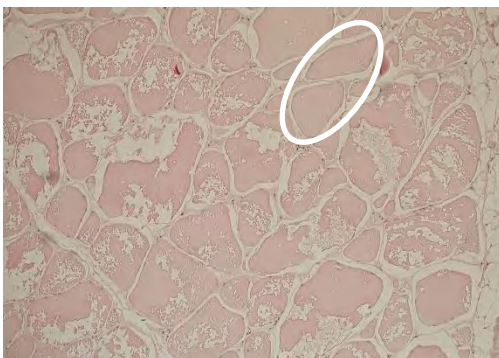
Bild/Kuva 24. Detalj från Bild 23. Kraftig inflammation med makrofager i fett- och bindväv mellan muskelfibrer, samt nekros och makrofag-infiltration i muskelfibrer. Yksityiskohta kuvasta 23. Rasva- ja sidekudoksessa lihassäikeiden väleissä voimakas makrofaageja sisältävä tulehdussolujen kertyminen (infiltraatio). Kuolioita ja makrofaagi-infiltraatiota lihassoluissa.



Bild/Kuva 25. Förgrenad lokal inflammation av kronisk natur i hjärtats yttre muskellager samt med övergrepp lokalt på hjärthinnan. Sydämen ulkokalvon ja pintakerroksen krooninen paikallinen tulehdus. Tulehdussolujen tunkeutuminen näkyy haaramaisena tummien solujen alueena muuten punaisessa sydänlihaksessa.



Bild/Kuva 26. Blodutstryk. Många röda blodkroppar har små inklusioner (vita pilar) och det förekommer fragmentering av blodplättarnas kärna (inringat). verisivelypreparaatti. Monissa punasoluissa pieniä inklusioita (solunsisäisiä jyväsiä), lisäksi esiintyy valkosolujen fragmentaatiota (rengastettu).



Bild/Kuva 27. Omfattande akut muskelsönderfall, tvärsnitt av vit muskulatur. Inringade muskelceller är normala. Laaja, akuutti luurankolihas-rappeuma. Rengastetut lihassolut ovat normaaleja.

Bilaga/Liite 2. Exempel på skador på fiskar från Torneälvs-systemet i rapportportalen. Exempel på kalastajien nettiportaaliin Tornionjoen sairaista kaloista lähettämistä kuvista.



Bild/Kuva 1. Typiskt sår efter nejonöga. Tyypillinen nahkiaisen aiheuttama haava



Bild/Kuva 2. Omfattande fjällförluster samt förändringar på huvudet som tyder på att fisken suttit fast i något. Sår på stjärtfenan som lett till att en del av fenan brutits av. Alla förändringar är av kronisk natur. Laajaa suomujen irtoamista sekä pään alueen muutoksia, jotka johtuvat kalan kiinnioloista verkossa. Pyrstössä haava, joka on johtanut pyrstövän osittaiseen murtumiseen ja irtoamiseen. Kaikki muutokset ovat kroonisia.



Bild/Kuva 3. Kvarbliven krok efter tidigare felkrokning. Kalaan aikaisemmin kiinni jäänyt koukku (koukku tyypillinen siimakalastuksessa käytettävä).



Bild/Kuva 4. Skador av olika datum. Subakut större mekanisk skada samt nästan avläkt rivskada. Eri ikäisiä, ilmeisesti koukkujen aiheuttamia vaurioita: Peräevän edessä lähes parantunut viiltohaava, mahan alimmassa kohdassa ilmeisesti rokastuksen kaltaisen koukkupyynnin aiheuttama subakuutti vaurio. Suupielessä vaappu, jolla kala on saatu.



Bild/Kuva 5. Djupa avläkta skador efter sälangrepp. Syviä, parantumassa olevia hylkeen aiheuttamia vammoja.



Bild/Kuva 6. Omfattande ytliga hudskador som avläkt med fjällregeneration. Laajoja pinnallisia ihovaurioita, jotka ovat paranemassa. Vauriossa suomujen uudelleen muodostumista.



Bild/Kuva 7. Erosion och rodnad av okänt ursprung. Pinnallista haavautumista (erosioita), aiheuttaja tuntematon.



Bild/Kuva 8. UDN-liknande skador. Omfattande ytlig vävnadsdöd med pigmentförlust. UDN:ään viittavia vaurioita. Laajoja pinnallisia ihokuolioita ja pigmenttikatoa ihossa.



Bild/Kuva 9. Rodnad under buken. Verentungosta mahanalusihossa.



Bild/Kuva 10. Lokal hudblödning på buken samt äldre, ytliga skador på sidan av kroppen. Paikallinen ihoverenvuoto vatsaevien takana sekä vanhempia pintavaurioita kyljissä.



Bild/Kuva 11. Brusten böld på ryggsidan. Selässä puhjennut paise.



Bild/Kuva 12. *Saprolegnia*-liknande svampangrepp. *Saprolegnia*-sieneen (vesihome) viittavia ihon sienitulehdusmuutoksia.



Bild/Kuva 13. Harr med tumör. Harjus, jolla on kasvain pään takana vasemmalla.