STATENS VETERINÄRMEDICINSKA ANSTALT

RAPPORT
2017-01-23 Dnr 2017/59

Havs- och vattenmyndigheten
Sofia Brockmark Håkan Carlstrand
Enheten för biologisk mångfald Enheten för Fiskereglering
Box 119 30
404 39 GÖTEBORG

Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar under 2014–2016

Slutrapport avseende utredning genomförd 2016

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

SAMMANFATTNING 3
ABSTRACT 3
BAKGRUND 4
Situationen i valda vattensystem de senaste åren 5
Mörrumsån 5
Torneälvens vattensystem inklusive Muonio-, Könkämä- och Lainioälven 5
Ume- och Vindelälven 6
Ljungan 6
Stockholm 6
Andra älvsystem 6
GENOMFÖRANDE 6
Provtagningar 6
Analyser 7
Rapportportal 9
Extra data 10
Statistik 11
RESULTAT 11
Observationer och läget 2016 11
Provtagningar 12
Analyser 18
Rapportportalen 26
Extra data 28
..... 29
DISKUSSION 30
SLUTSATSER 40
Förslag på åtgärder 40
Finansiering 41
Tack 41
REFERENSER 42
Bilaga 1. Bilder från obduktioner samt Histologi 45
Bilaga 2 Exempel på skador på fiskar från olika älvsystem i rapportportalen 55

SAMMANFATTNING

På grund av omfattande sjuklighet och dödlighet på nystigen laxfisk under två på varandra följande år fick Statens veterinärmedicinska anstalt (SVA) i uppdrag av Havs- och Vattenmyndigheten (HaV) att under 2016 utreda framför allt Torneälven och Mörrumsån. Umeälven inkluderades på grund av akuta sjukdomsutbrott i juli. Totalt provtogs 112 fiskar. I Mörrumsån sågs främst hudblödningar med påföljande svampangrepp. I Torneälven var läget relativt gott. Lindriga hudblödningar men också en hög andel sårskador sågs på den fisk som hade symptom. I Umeälven var hudblödningar och UDN-liknande förändringar vanligast förekommande. UDN-liknande förändringar såg också i relativt stor omfattning i Mörrumsån. Under hösten sågs utbrott med kraftiga svampangrepp i flera vattensystem, och fisk från Ljungan, Mälarens inlopp (Stockholms ström/ Sickla kanal) samt Moälven provtogs. Upprepad provtagning gjorde också i Mörrumsån. Fisken i Stockholm hade symptom liknande problemen i Mörrum och Umeälven sommartid, medan provtagningarna i Mörrumsån, Ljungan och Moälven med ett undantag visade på svampangrepp av naturligt nedsatt fisk. Undantaget var massdöd av sik i Ljungan, där siken möjligen var drabbad av en bakteriell epidemi. Rutinanalyser avseende virus och bakterier gav inget entydigt svar, även om bakterier som kan orsaka hudblödningar och sår påvisades os några fiskar. Helgenomsekvensering indikerade att svårodlade virus inom genus herpesvirus och iridovirus kan finnas i populationen. 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, men en utförligare genomgång behövs för att klargöra 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. Rapportprotalen kan utgöra en viktig del i en framtida vildfiskövervakning.

ABSTRACT

After two consecutive years of massive disease and mortality in returning salmon and sea trout in Swedish rivers, the National veterinary institute (SVA) was asked by the Authority of fisheries and water management (HaV) to conduct samplings during 2016 to investigate the source of the problems. The rivers of focus were Torneälven and Mörrumsån. The river Umeälven was included due to an acute outbreak in July, and during the autumn more water systems were included. In all, 112 fish were sampled. Erythemas and pethechial bleedings with concurrent fungal infections were the main symptoms in Mörrumsån. In Torneälven some fish had mild erythemas and bleedings, but a high percentage of wounds were also seen. Overall the sampled salmon in Torenälven was healthy. Bleedings, erythemas and fungal infection as well as UDN-like symptoms were the most common symptoms in Umeälven. UDN-like lesions were also quite common in Mörrumsån. During the autumn, many river systems had outbreaks of *Saprolegnia*-like infections, and fish from river Ljungan and river Moälven as

well as fish from the inlet of lake Mälaren (in Stockholm city) were included. Repeated sampling was also performed in Mörrumsån. The fish from Stockholm had mild skin erythemas and some secondary fungal infections. The samplings in Mörrumsån, Ljungan and Moälven pointed, with one exception, towards fungal infections due to spawning associated immunosuppression. The exception was a mass mortalty in Ljungan whitefish, that could have had a bacterial etiology.
Routine analyses for virus and bacteria gave no conclusive answer, although bacteria associated with skin lesions were identified in a few individuals. Next generation sequencing indicated presence of herpes- and iridoviruses, that are harder to cultivate, in the population. 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 returing fish, temperatures and water flow have been investigated as a measure of infection pressure in the rivers, but a more thorough analysis needs to be done 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 epizootiska virussjukdomarna IHN, VHS, SVC och IPNsp i hela territoriet samt IPNab, som är en mildare form av IPN på inland. En ny variant av IPN har nyligen påvisats på inland, och patogeniciteten hos denna är okänd. IPNab förekommer i Östersjön och vi påvisar också sporadiskt marina former av VHS. BKD är en bakteriesjukdom som finns i Östersjön och sporadiskt i odling på inland, och som Sverige också har garantier mot. Hälsoläget på vild fisk övervakas enbart genom virus- och BKD-kontroll i kompensationsodlingarna. Då provtas alla lax- och öringhonor som romstrukits, samt en andel av all romstruken sik. Detta görs för att undvika att smittor förs från kustzon till inlandszon med den befruktade rommen. SVA 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, där enbart lax föreföll vara påverkad, och problemen klingade av strax efter midsommar. Framåt juli – augusti uppträdde problem i flera norrländska älvar. Torneälven var den första norrländska älven som utmärkte sig i början av juli 2014. 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 allmänpåverkade fiskar utan synliga skador.

Inför 2016 fördes diskussion mellan SVA och finska livsmedelssäkerhetsverket Evira, mellan SVA, Havs- och vattenmyndigheten (HaV), SLU och länsstyrelsen Norrbotten, samt mellan Evira och finska Närings-, trafik- och miljö-centralen (NTM-centralen) 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 skulle ligga på dessa två vattendrag, där uppdraget för Torneälven skulle genomföras som ett gränsöverskridande projekt (se rapport ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”). Under sommaren 2016 blev det uppenbart att situationen i Torneälven inte var lika illa som tidigare år, medan Umeälven nedströms sammanflödet med Vindelälven fick problem under juli. Älven inkluderades därför i det svenska delprojektet. Under hösten har även ett par andra vattensystem med hög förekomst av svampangripen fisk inkluderats, nämligen Ljungan, inloppet till Mälaren (Stockholms ström och Sickla kanal) samt Moälven. I början av november kom även larm från Torneälven, men isen hann lägga sig innan någon omfattande provtagning där och i Skellefte- samt Kalixälven hann göras.

SITUATIONEN I VALDA VATTENSYSTEM DE SENASTE ÅREN

Mörrumsån

I Mörrumsån finns naturligt reproducerande bestånd av lax och havsöring. Dessutom odlas havsöring av Mörrums kronolaxfiske/Sveaskog för att stärka sportfisket. Den odlade öringen sätts ut i ån som smolt. Ån har också ett relativt stort bestånd av hybrider (laxingar), ca 10 % av det totala beståndet laxfiskar enligt bedömning av Mörrums kronolaxfiske. Under vårfisket 2014 fanns få utlekta fiskar kvar, sannolikt på grund av omfattande svampangrepp på senhösten 2013. De fiskar som fångades var i stort sett bara vårstigande öring och laxingar (hybrider). Redan under första halvan av maj observerades påverkad lax. Vissa fiskar hade svamp, andra individer som såg friska ut uppifrån hade röda blemmor på buken (pers. komm. Mörrums kronolaxfiske). Problemen kulminerade i slutet av maj – början av juni. SVA undersökte ett par laxar och isolerade bakterien *Yersinia ruckeri* (serotyp 2). Under maj-juni hanterades ca 350–450 döda fiskar. Förloppet från 2014 upprepades 2015. Dödligheten bedömdes dock som betydligt mildare än 2014.

Torneälvens vattensystem inklusive Muonio-, Könkämä- och Lainioälven

Torneälven är Östersjöns viktigaste älv för reproduktion av vildlax. Miljökontor, 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 juli 2014. 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 och dödligheten avklingade därefter för att återkomma under oktober månad. 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 (*pers. komm. S. Stridsman, länsstyrelsen Norrbotten*). Förloppet var liknande under 2015 och då iakttogs också laxsteg där många individer hade hudförändringar i form av ljusa fläckar på huvud och stjärt vid bron i Anttis i Pajala.

Ume- och Vindelälven

I Umeälven finns inget naturligt reproducerande laxbestånd på grund av att det tidigare har funnits naturliga vandringshinder i Umeälven, utan all lax som vandrar upp är av Vindelälvsursprung (pers. komm. Vattenfall AB). Vid Stornorrfors finns en laxtrappa, där vild lax ta sig vidare upp i mot Vindelälven och lekplatserna. Vattenfall AB kompensationsodlar också Vindelälvslax. 2012 var det en del svampangripen fisk i början av säsongen och mer svamp än normalt på avelsfisken under hösten, men 2013 sågs inga svampproblem. Under 2014 upplevde personal på Vattenfall AB att det var mycket svampangripen lax under ca två veckor i början av uppvandringsperioden. Som mest plockades per dag 100 – 150 kg död fisk som fastnat på styrgrindar vid fiskräknaren i laxtrappan vid Stornorrfors (pers. komm. Vattenfall AB). 2015 var det återigen en del svampangripen fisk under de första veckorna på säsongen.

Ljungan

Ljungan nedströms Viforsens kraftverk har ett naturligt bestånd av lax, havsvandrande samt stationär öring och sik. Dessutom sker kompensationsodling av havsöring. Tidigare har man även satt ut kompensationsodlad lax i Ljungan (pers. komm. J. Lundgren). Under hösten 2015 noterades en ökad förekomst av svampangripen laxfisk. Enligt uppgift skulle det enbart vara kompensationsodlad öring som drabbats.

Stockholm

I Mälaren finns inga naturligt förekommande bestånd av lax eller havsöring. Lax- och öringsmolt planteras ut på olika punkter i Mälarens inlopp enbart i sportfiskesyfte. Laxens ursprung varierar, till exempel har lax tagits från Indalsälven och Dalälven. Öringen odlas på Gålö i Stockholms skärgård och har ursprung i vildfångad lekfisk från närområdet, till exempel Åvaån. Ingen signifikant sjuklighet har tidigare observerats på öringen i området.

Andra älvsystem

Andra vattendrag som Kalixälven och Luleälven har också rapporterat hög andel fisk med liknande problem sommartid, främst under 2014. Ett flertal olika älvsystem som mynnar i Östersjön har haft hög förekomst av svampangrepp under höstarna 2014 och 2015. 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, som uppenbart uppkommit i samband med fångst noterades också men har uteslutits ur alla sammanställningar.

SVA genomförde provtagningar den 7–10/6, 8/7 samt 31/10 i Mörrumsån; 21–24/6 vid Risudden under flytnätsfisket, 28–29/6 vid Kengisforsen och 30/6 ute på Seskarö (Haparanda skärgård) på kustfångad fisk; 14/7 i Umeälven vid Stornorrfors kraftverk; och 8–9/10 i Ljungan vid Allsta fiskecamp samt vid Stångåns mynning. Fisk från Stockholmsström/Sickla kanal transporterades till SVA i två omgångar och obducerades den 26 och 28/10. En del fisk från Mörrum (4 st) och Umeälven (7 st) hade fångats innan besöket och frystes därför för att undvika förruttnelse. Två fiskar påträffades döda i Mörrumsån under det första besöket. Utöver det fångades all fisk levande och obducerades inom ett till två dygn efter avlivning. 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 omedelbart efter ankomst till SVA i -70°C 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) eller salmonid alphavirus (SAV)
- Hjärta för undersökning av Piscint reovirus (PRV)
- Enstaka parasiter eller andra intressanta fynd

I Moälven togs prover ut av Örnsköldsviks kommun. Dessa inkluderade svampprov, bakterieprov, virusprov, fettfena och fjäll, vävnad till RNAlater. Längd och vikt eller uppskattad vikt användes för att bestämma konditions-faktor (CF) hos fiskarna. Konditionsfaktorn räknades ut med formeln: CF= 100 x vikt (g)/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). Dessutom gjordes specialfärgning för att lättare identifiera t ex svamphyfer och bindvävsinväxt. May Grünewald 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 rutinmässigt odling på cellkultur, och följer då Kommissionens beslut 2001/189/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) odlades på två cellinjer under 14 dagar. En del av proverna i 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 per lokal och månad

Cellkultur **Lokal**	**Bluegill fry (BF-2)**	**Fathead minnow (FHM)**	**Rainbow trout gonad (RTG-2)**	**Chinook salmon embryo (CHSE-214)**
Mörrum				
Juni	5	5	1	2
Juli	1	1	1	-
Oktober	1	1	-	-
Torneälven				
Juni	4	4	-	1
Bottenviken				
Juni	2	2	-	1
Umeälven				
Juli	2	2	1	1
Ljungan				
Oktober	3	3	3	-
Stockholm				
Oktober	2	2	-	-

Specifika virusanalyser

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

Bakterieundersökningar

Bakteriologisk odling gjordes genom direktutstryk på agarplatta eller genom prov-tagning till culturette för utstryk vid ankomst till laboratoriet. Alla prover odlades på blodagar. I vissa fall odlades prover också på speciella agarsorter för mer svårodlade bakterier. Proverna inkuberades en vecka innan slutavläsning och verifiering av misstänkta patogena bakterier genom biokemiska tester samt Maldi-TOF. Undersökning för renibakterios/BKD gjordes med hjälp av antigen-ELISA, och påvisad infektion verifieras genom qPCR.

Svampundersökningar

Svampodling gjordes på 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 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 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 (Thoen et al., 2015). 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 (2-4). 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 åtta fiskar med hudblödningar användes för helgenomsekvensering.

Rapportportal

SVA skapade en plattform för en rapportportal och den tog 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, Lapplands Närings- trafik- och miljöcentral (NTM-centralen), Finska naturresursinstitutet (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

Frågeformulär till svenska yrkesfiskare

Ett frågeformulär avseende skador på kustfiskad lax skapades. Frågor ställdes 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 erhölls från HaV, och som innehöll 107 fiskare som varit yrkesverksamma i Östersjön och rapporterat fångst av lax 2015. En påminnelse skickades ut i augusti till fiskare som ännu inte svarat. Resultat och diskussion kring frågeformuläret finns i ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”.

Steg, vattenföring och temperaturer

Data från Torneälven härrör ursprungligen från datainsamling utförd av Luke, medan data från övriga vattensystem samlas in av den organisation som är ansvarig för fiskvägarna i respektive vattensystem. Data avseende steg av fisk i Torneälven (Kattilakoski)och Umeälven erhölls från Länsstyrelsen i Norrbotten. Data avseende steg i Mörrumsån erhölls från Mörrums kronolaxfiske/Sveaskog. För Ljungan och Stockholm saknas data på steg. Data avseende utplantering av smolt i Stockholmsområdet inhämtades från Länsstyrelsen i Stockholms län. Dagliga data från 1 april till 31 oktober för perioden 2009–2016 avseende vattenföring i Mörrumsån (Mörrum) och för perioden 2009–2015 i Torneälven (Kukkolaforsen), Umeälven (Stornorrfors kraftverk) och Ljungan (Skallböle kraftverk) hämtades från SMHI, http://vattenwebb.smhi.se/. Kompletterande data avseende Ljungan längre nedströms (vid Viforsens kraftverk) erhölls från Västernorrlands hushållningssällskap. Data avseende vattenföring 2016 för vattendrag utom Mörrumsån fanns inte publicerade 2017-01-11. Data för vattentemperaturer erhölls från Mörrums kronolaxfiske/Sveaskog (Mörrum, 2006–2016), Vattenfall AB (Umeälven vid Stornorrfors kraftverk, 2010–2016), Västernorrlands hushållningssällskap (Ljungan/Viforsen, 2007 – 2016), Stockholm Vatten (Riddarfjärden/Stockholms ström, 2006 – 2016) och data på temperaturer i Torneälven (Kukkolaforsen, 2006 – 2016) erhölls från Finlands miljöcentral (SYKE). För Torneälven och Umeälven fanns dagliga data avseende temp mellan 1 apr – 31 okt under angivna år. För Mörrum fanns medelvärden per vecka. För Ljungan fanns data för vardagar under aug-okt, för Stockholms

ström/Riddarfjärden fanns en notering per månad under hela året, det fanns dock noteringar för flera olika djup. 2009 användes som referensår för flödesberäkningarna eftersom steget i Torneälven började räknas detta år. För att undersöka eventuella temperatur-förändringar över tid valdes dock ett tidigare referensår (2006) om möjligt.

Strömming och skarpsill

Data avseende bestånden av strömming och skarpsill, laxens huvudföda i uppväxtområdena, tillhandahölls av Michele Casini, SLU Aqua. De områden som undersöktes var ICES-zonerna 25 (Bornholmsbassängen), 26 (Gdansk-bukten), 28 (östra Gotlandsbassängen) och 30 (Bottenhavet), vilket är de huvudsakliga områden lax från de nordligaste Östersjöälvarna vandrar till (5). För Mörrumslaxen finns inga bra data om vandringsmönster enligt Ikonen. Äldre data från perioden 1971 - 1995 visar dock att märkt lax från Mörrumsån i huvudsak återfångats i Bornholmsbassängen och upp till östra Gotlandsbassängen (pers. komm. S. Palm, SLU Aqua)

Statistik

Statistik gjordes i STATA 13.1 (Stata Corp, College Station, Texas). Jämförelser avseende CF gjordes med Wilcoxon rank-sum test då CF inte var normalfördelat inom populationerna. Flödes- och temperaturdata modellerades med linjär regressionsanalys avseende år, månad och interaktion mellan de två variablerna. ”År” beskriver variation i flöde (m^3/s) eller temperatur (°C) mellan olika år, medan ”månad” beskriver variationer inom samma månad mellan de olika åren. I variablerna ingår då t ex storlek på vårflod och påverkan utifrån nederbörd på vattenföringen. Jämförelser gjordes mot referensår 2006 eller 2010 (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 Mörrumsån började lax med röda blemmor och svamp dyka upp i mitten av maj och dödligheten var hög. Från början av juni började problemen klinga av och under resten av sommaren var läget lugnt. Under september-oktober började återigen svamp uppträda och lax såväl som öring och laxingar började dö innan lek.

I Torneälven hade sjukdomsläget lugnat ner sig avsevärt 2016. Detta noterades på plats i juni genom kontakter med lokalbefolkning och fiskeguider, samt att tillgången på skadad eller sjuk fisk var låg. Även efter provtagningarna har rapporter om mindre sjuklighet än 2014 - 2015 kommit både till SVA och till finska Evira, som samarbetade med SVA om provtagningarna i Torneälven.

Preliminärt bedömde Vattenfall AB:s personal att sjukligheten i Umeälven pågått ungefär två veckor i början av säsongen även 2016. En genomgång av

kamerasekvenser från fiskräknarna vid Stornorrfors visade dock att svampangripen fisk drev nedströms under en månads tid runt 24 juni – 27 juli.

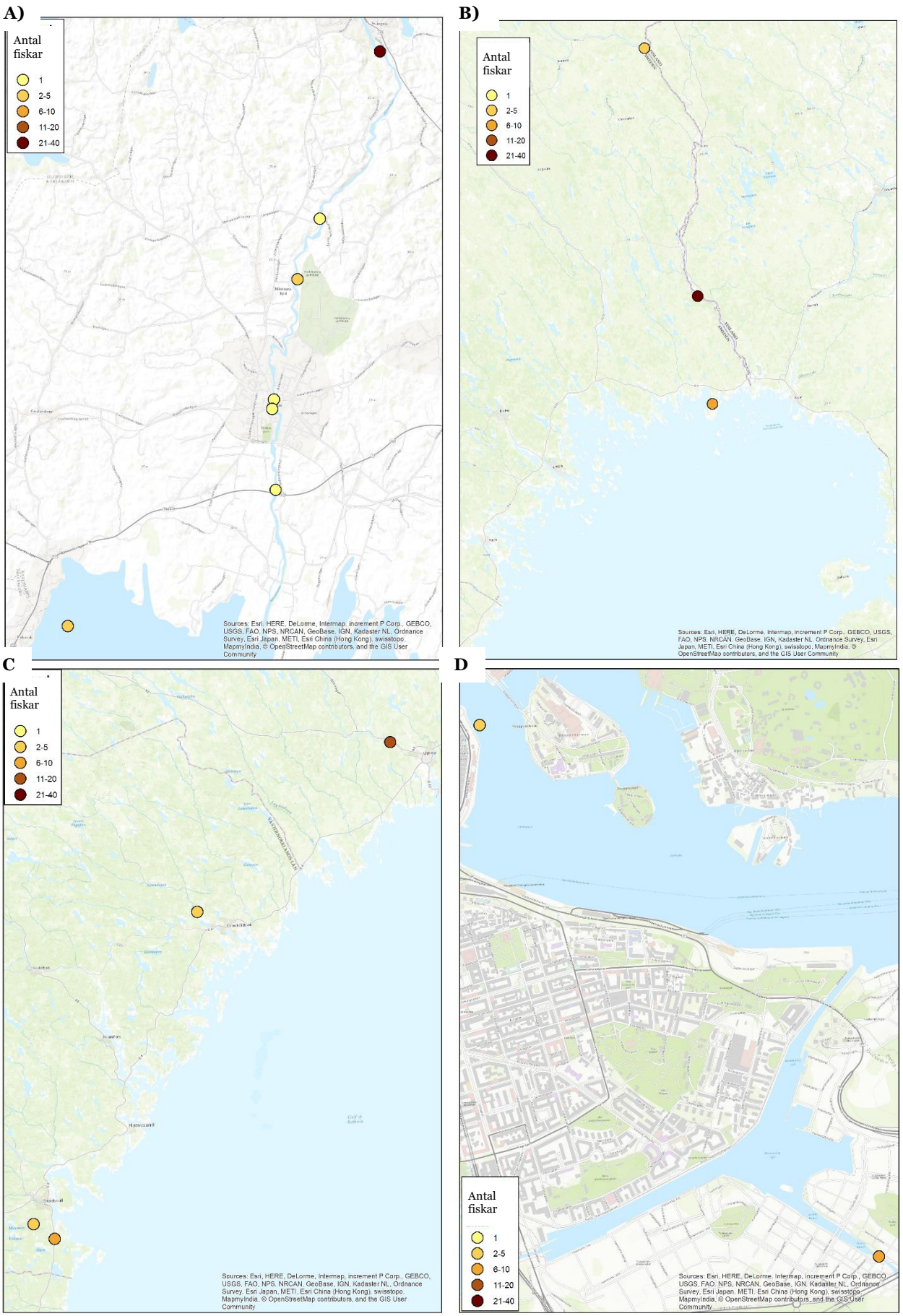
I Ljungan upprepades den svampsjuklighet som varit på senhösten 2015, och såväl lax som öring var drabbade. Samtidigt var massdöd av sik, där bland annat ett stort antal fiskar drev iland i bakvattnet vid Allsta fiskecamp. Vid provtagningarna räknades ett 80-tal döda och svampangripna sikar in på platsen. På provtagningsplats nummer två, vid Stångåns mynning längre nedströms, observerades framför allt mängder av död svampangripen lax och öring. Ett antal svampangripna, men fortfarande levande, laxar och öringar stod också apatiska vid åmynningen.

I Stockholms ström uppstod sjuklighet på hösten och rapporter om svampangripen fisk kom in till SVA via sportfiskare och länsstyrelsen. Foton visade på misstänkt *Saprolegnia*-infektion. De fiskar som sändes till SVA för undersökning hade inte typiska svampangrepp utan påminde mer om en lindrigare variant av Mörrumsfisk på sommaren. Alla fiskar utom en luktade dock svamp, och några hade mindre svampangrepp på fenorna.
I Moälven och många andra norrlandsälvar rapporterades hög svampsjuklighet under oktober och början av november.

Provtagningar

Sammanlagt inkluderades 112 fiskar i undersökningarna. Från Mörrumsån obducerades totalt 42 fiskar med fördelningen 24 st i juni, 8 i juli och 10 i oktober. Av dessa var fyra stycken som obducerades i juni fångade i Pukaviksbukten (**Figur 1**). I Torneälven obducerades totalt 24 fiskar, varav 22 var fångade vid flytnätsfisket vid Risudden och 2 var spöfångade vid Kengisbruk. Ytterligare 10 fiskar fångade i push up-fälla i Haparanda skärgård inkluderades. Från Umeälven provtogs 11 fiskar, från Ljungan 12 fiskar, från Stockholms ström och Sickla kanal 10 fiskar och från Moälven kom prover från två fiskar. Artfördelningen var 79 laxar, 22 öringar, 5 laxingar och 6 sikar. Totalt var 17 fiskar kompensationsodlade eller odlade i sportfiskesyfte, varav tre från Mörrumsån, två från Umeälven, en från Ljungan och alla elva från Stockholms ström. Resterande 95 fiskar var inte fenklippta eller märkta på annat sätt utan bedömdes som vilda. Könsfördelningen var 79 honor och 33 hanar.
Antal år i havet bestämdes för 52 laxar, varav 21 var provtagna i Mörrum i juni (en från kust), alla 24 som var provtagna i Torneälven och 7 laxar från kusten utanför Haparanda. Antal år i havet varierade från 1 – 5, med en median på 2 år (45 st, 87 %). Förutom två laxhonor tre och fem år i havet var alla fiskar (96 %) förstagångslekare. Smoltålder kunde bedömas hos 36 laxar. I Mörrum var smoltåldern hos åtta fiskar i genomsnitt 2 år (75 %) med en variation på 1–3 år. Hos laxarna från Torneälven och Haparanda skärgård var smoltåldern igenomsnitt 3 år (82 %) och den varierade mellan 2 – 4 år. Vikt, längd och konditionsfaktor (CF) per fångstplats finns i **Tabell 2**. CF från vägda fiskar och fiskar med uppskattad vikt inom samma population (Mörrumsån respektive Torneälven) skiljde sig inte åt. Inte heller skiljde sig laxarna från Pukaviksbukten från Mörrumslaxarna, eller Torneälvslaxarna från Bottenvikslaxarna.

Figur 1. Fångstplatser för **A)** Mörrumsån, **B)** Torneälven, **C)** från norr till söder Umeälven, Moälven och Ljungan, **D)** Mälarens inlopp/Stockholm



Tabell 2: Medelvärde, standardavvikelse och spann avseende längd, vikt och konditionsfaktor (CF) per vattendrag, art och kön. Uppskattad vikt och CF anges i kursiv stil.

Fångstplats Art, Månad	Längd (cm)			Vikt (kg)			Konditionsfaktor (CF)[1]		
	Alla	*Honor*	*Hanar*	*Alla*	*Honor*	*Hanar*	*Alla*	*Honor*	*Hanar*
Mörrum									
Lax (n=25; 18/7)[2]	88.0 ± 12.2 (60 – 115)	90.1 ± 6.6 (82 – 104)	82.4 ± 20.7 (60 – 115)	8.6 ± 1.9 (5.9 – 12.3)	8.3 ± 1.9 (5.9 – 12.3)	9.5 ± 6.1 (2.6 – 19.0)	1.13 ± 0.11 [ab] (0.91 – 1.28)	1.13 ± 0.10 (0.91 – 1.28)	1.14 ± 0.15 (0.94 – 1.28)
Juni (n=20; 15/5)		90.4 ± 6.6 (82 – 104)	90.4 ± 19.0 (63 – 115)		8.5 ± 1.8 (5.9 – 12.3)	9.5 ± 6.1 (2.6 – 19.0)	1.15 ± 0.10 [c] (0.94 – 1.31)	1.14 ± 0.09 (0.96 – 1.28)	1.14 ± 0.15 (0.94 – 1.28)
Juli (n=2)		-	62.5 ± 3.5 (60, 65)	*3.0 ± 0.9* *(2.3 – 3.6)*	-	*3.0 ± 0.9* *(2.3 – 3.6)*	1.16 ± 0.10 [3] (0.94 – 1.31)	*1.19 ± 0.17* *(1.06 – 1.31)*	-
Oktober (n=3)		88.7 ± 7.6 (82 – 97)	-	7.4 ± 2.1 (6.0 – 9.8)	7.4 ± 2.1 (6.0 – 9.8)	-		1.04 ± 0.12 [d] (0.91 – 1.14)	-
Öring (n=8)	70.1 ± 8.3 (56 – 83)	70.1 ± 8.3 (56 – 83)	-	3.9 ± 1.6 (2.3 – 5.7) *5.0 ± 1.1* *(4.2 – 6.3)*	3.9 ± 1.6 (2.3 – 5.7)	-	1.23 ± 0.19 (0.95 – 1.53)	1.25 ± 0.14 (1.16 – 1.35)	-
Juli (n=3)		74.3 ± 9.0 (65 – 83)		*5.0 ± 1.1* *(4.2 – 6.3)*	*5.0 ± 1.1* *(4.2 – 6.3)*	-		*1.23 ± 0.26* *(1.07 – 1.53)*	-
Oktober (n=5)		70.1 ± 8.3 (56 – 83)	-	3.9 ± 1.6 (2.3 – 5.7)	3.9 ± 1.6 (2.3 – 5.7)	-		1.25 ± 0.14 (1.16 – 1.35)	-
Laxing (n=5)	70.4 ± 11.7 (57 – 85)	78.3 ± 5.8 (75 – 85)	58.5 ± 2.1 (57, 60)	2.5, 2.5 *5.1 ± 1.3* *(4.3 – 6.6)*	- *5.1 ± 1.3* *(4.3 – 6.6)*	2.5, 2.5 -	1.13 ± 0.13 (1.02 – 1.35)		
Juli (n=3)		78.3 ± 5.8 (75 – 85)		*5.1 ± 1.3* *(4.3 – 6.6)*	*5.1 ± 1.3* *(4.3 – 6.6)*	-		*1.05 ± 0.03 [c]* *(1.02 – 1.07)*	
Oktober (n=2)		-	58.5 ± 2.1 (57, 60)	2.5, 2.5	-	2.5, 2.5		-	1.25 ± 0.14 (1.16 – 1.35)
Pukaviksbukten, juni									
Lax (n=4)	87.3 ± 2.5 (84 – 90)	87.3 ± 2.5 (84 – 90)	-	*8.1 ±0.8* *(7.3 – 9.0)*	*8.1 ±0.8* *(7.3 – 9.0)*	-	*1.21 ± 0.05* *(1.14 – 1.25)*	*1.21 ± 0.05* *(1.14 – 1.25)*	-
Torne, juni									
Lax (n=24; 22/2)	87.5 ± 8.8 (74 – 107)	87.1 ± 8.9 (74 – 107)	91.5 ± 7.8 (86 – 97)	7.3 ± 2.3 (4.5 – 12.7)	7.2 ± 2.4 (4.5 – 12.7) *4.6 ± 0.1* *(4.5, 4.6) n=2*	8.0 ± 1.2 (7.2 – 8.9)	1.01 ± 0.07[4a] (0.90 – 1.13)	1.02 ± 0.07 (0.90 – 1.13) *1.00 ± 0.04* *(0.97, 1.03)*	1.05 ± 0.11 (0.97 – 1.13)
Bottenviken, juni									
Lax (n=9; 3/6) Öring (n=1)	81.9 ± 14.7 (54 – 98) 64	90.7 ± 6.7 (85 – 98) 64	77.5 ± 16.0 (54 – 96)	5.9 ± 2.6 (1.5 – 9.5) *2.75*	7.4 ± 1.9 (5.7 – 9.5)	5.2 ± 2.7 (1.5 – 8.5)	*1.05*	0.98 ± 0.04 (0.93 – 1.01) *1.05*	1.00 ± 0.05 (0.95 – 1.06)
Umeälven, juni									
Lax (n=11; 6/5)	75.5 ± 13.3 (52 – 91)	80.2 ± 6.7 (68 – 85)	70.0 ± 17.7 (52 – 91)	*4.8 ±2.2* *(1.5 – 7.8)*	*5.5 ± 1.3* *(3.2 – 6.4)*	*4.1 ± 3.0* *(1.5 – 7.8)*	*1.04 ± 0.03 [b]* *(0.97 – 1.08)*	*1.04 ± 0.03* *(1.01 – 1.08)*	*1.03 ± 0.04* *(0.97 – 1.07)*
Ljungan, oktober									
Lax (n=4; 3/1)	97.5 ± 12.6 (85 – 115)	91.7 ± 5.9 (85 – 96)	115	*9.8 ± 4.0* *(6.0 – 15.5)*	*7.8 ± 1.6* *(6.0 – 8.8)*	*15.5*	*1.01 ± 0.03* *(0.98 – 1.05)*	*1.01 ±0.04 [d]* *(0.98 – 1.05)*	*1.02*
Öring (n=2; 1/1)	57.0 ± 15.6 (46 – 68)	68	46	*2.2 ± 1.8* *(0.9, 3.5)*	*3.5*	*0.9*	*1.02 ± 0.13* *(0.92, 1.11)*	*1.11*	*0.92*
Sik (n=6; 2/4)	35.8 ± 2.1 (33 – 38)	35.5 ± 3.5 (33, 38)	36.0 ± 1.8 (34 – 38)	*0.47 ± 0.1* *(0.35 – 0.55)*	*0.45 ± 0.14* *(0.35 – 0.55)*	*0.48 ± 0.09* *(0.40- 0.55)*	*1.00 ± 0.05* *(0.93 – 1.09)*	*0.99 ± 0.02* *(0.97 – 1.00)*	*1.01 ± 0.06* *(0.93 – 1.09)*
Stockholm, oktober									
Öring (n=11; 6/5)	66.0 ± 6.3 (51 - 73)	65.5 ± 8.5 (51 - 73)	66.6 ± 2.9 (64 - 71)	3.6 ± 0.9 (1.5 – 4.9)	3.6 ± 1.3 (1.5 – 4.9)	3.6 ± 0.3 (3.2 – 3.9)	1.23 ± 0.17 (0.99 – 1.48)	1.23 ± 0.17 (0.99 – 1.45)	1.24 ± 0.19 (1.04 – 1.48)
Moälven, november									
Lax (n=2)	92.0 ± 1.4 (91, 93)	92.0 ± 1.4 (91, 93)	-	*5.6 ± 0.1* *(5.5, 5.6)*	*5.6 ± 0.1* *(5.5, 5.6)*	-	*0.71 ± 0.02* *(0.69 – 0.73)*	*0.71 ± 0.02* *(0.69 – 0.73)*	-

[1] CF=100 x vikt (g)/(längd*längd*längd (cm^3)); [2] Totalantal; antal honor/antal hanar; [3] medelvärde inklusive Pukaviksbukten; [4] Medelvärde för Torneälven och Bottenviken; [a] p<0.001, Wilcoxon rank-sum test för alla fiskar samt för honor, p=0.06 för hanar; [b] p<0.001, Wilcoxon rank-sum test för alla, p<0.01 för honor, hanar ej signifikant; [c] p<0.05, Wilcoxon rank-sum test; [d] p<0.05, Wilcoxon rank-sum test för alla samt för honor, hanar ej signifikant

Dessa behandlades därför som en population per geografiskt område. Laxen (79 individer) hade i genomsnitt CF 1.06 ± 0.11, vilket var signifikant lägre än de 22 öringarnas CF på 1.20 ± 0.18 ($p<0.001$). Skillnaden tillkom i oktober, det var ingen skillnad mellan laxar och öringar provtagna under sommarmånaderna. Laxingarna (5 st) hade i genomsnitt CF 1.13 ± 0.13, vilket inte skiljde signifikant mot vare sig lax eller öring (**Tabell 2**). Däremot var CF högre hos laxar än hos laxingar provtagna i Mörrum under sommaren. Sikens CF jämfördes inte med övriga arter då de har en helt annan kroppskonstitution. Det var ingen skillnad i CF mellan hanar och honor inom varje art och vattensystem. Laxarna provtagna i Mörrumsån i juni-juli hade högre CF än laxarna i Torneälven och Umeälven. Laxarna provtagna i Mörrum i oktober hade högre CF än de i Ljungan. Trots synbart mycket lägre CF på de två laxhonorna från Moälven fanns ingen signifikant skillnad mot honorna i Mörrum ($p=0.06$) eller Ljungan ($p=0.08$), beroende på få observationer. Det fanns inga skillnader i CF mellan fiskar provtagna under sommaren och fiskar provtagna i oktober i Mörrum. Det fanns heller inga skillnader i CF mellan öringarna i de olika vattendragen.

Symptom vid obduktion

Av de 112 fiskarna klassades 29 som friska (varav sju hade ärr efter avläkta skador), och övriga 83 fiskar hade någon typ av sjuklig förändring (**Tabell 3**). En fisk kunde uppvisa flera olika symptom. Svamp var överlag det vanligaste fyndet (40 % av alla fiskar), men om man inte räknar med höstprovtagningarna var 13 % av fisken svampangripen.

Vid sommarprovtagningarna i Mörrumsån och Umeälven var hudblödningar vanligaste symptom, och i Umeälven förekom i lika hög grad UDN-liknande förändringar med pigmentförlust och förtunnad hud i huvud-/nosregionen. Hudblödningar sågs även hos laxen i Torneälven, men i en mycket mildare form (**jämför bild 1,2, 3 och 6, Bilaga 1**). I Torneälven var en hög andel (46 %) av fiskarna utan symptom, och vanligaste symptom var sårskador. Merparten av såren var mekaniskt orsakade. Sälangrepp, skador efter felkrokningar och tre misstänkta nejonöge-angrepp identifierades (**bild 7, Bilaga 1**). Fem 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. Sårskador förekom i hög frekvens i Umeälven, där ett var en misstänkt skada efter nejonöga och övriga var mindre abrasioner eller sår med svampväxt där det inte gick att avgöra om såret orsakats av svampen eller svampen hade infekterat såret.

Rodnader, blödningar, sår, svampangrepp och röta på fenor var vanligt förekommande i Mörrumsån, Umeälven, Ljungan och Stockholm beroende på övriga skador på fisken. Till exempel sågs svamp och fenröta främst på fiskar som hade svamp på andra delar av kroppen.

Under höstprovtagningarna dominerades symptombilden av svampangrepp i Mörrumsån och Ljungan. Prover från två svampangripna honor skickades också från Moälven. Av alla honor provtagna i oktober-november var det bara honorna

Tabell 3. Utvändiga fynd vid obduktion.

Förändring	Antal fiskar av 112	Mörrumsån sommar (32 st)[1]	Torneälven (24 st)	Bottenviken (10 st)	Ume/Vindelälven (11 st)	Mörrumsån höst (10 st)	Ljungan (12 st)	Stockholm (11 st)	Moälven (2 st)
Utan symptom	29 (26 %)	5 (16 %)[2]	15 (63 %)	8 (80 %)	0	0	0	1 (9 %)	0
”UDN”	38 (34 %)	11 (34 %)	0	2 (20 %)	8 (73%)	10 (100 %)	3 (25 %)	4 (36 %)	0
Blödning/rodnad	42 (38 %)	21 (66 %)	5 (21 %)	1 (10 %)	8 (73 %)	0	2 (17 %)	5 (45 %)	0
Sår	22 (20 %)	5 (16 %)	7 (29%)	1 (10 %)	6 (55 %)	1 (10 %)	0	2 (18 %)	0
- varav mekaniska	7 (6 %)	0	6 (25%)		0	0	0	1 (9 %)	0
- varav djupa (till muskel eller till kroppshåla)	11 (10 %)	3 (9 %)	5 (21 %)	1 (10 %)	2 (18 %)	0	0	0	0
Fjällförlust	5 (4 %)	1 (3 %)	1 (3%)	1 (10 %)	1 (9 %)	0	0	1 (9 %)	0
Svamp	45 (40 %)	7 (29 %)	1 (4%)	1 (10 %)	6 (55 %)	10 (100 %)	12 (100 %)	6 (55 %)	2 (100 %)

[1] inkl 4 fiskar från kust; [2] Två fiskar i ån i juli, tre från kust

från Moälven samt en hona från Mörrum som lekt. Övriga honor var helt eller nästan lekmogna med normalt orangeröd färg på rommen.

Svampinfektioner sommartid växte på fisken med bruna, långskaftade hyfer förutom i en sårinfektion hos lax från Torneälven, där svampen var mer gulvit i färgen. Vid höstprovtagningarna sågs, med undantag för öringarna från Stockholm, de klassiska vitaktiga, ganska platta *Saprolegnia*-placken på alla laxar, öringar och laxingar som provtogs (**se bild 13, 14 och 17, Bilaga 1).** I Stockholm sågs istället svampväxt likande den som observerats vid sommarprovtagningarna. De sex sikar som provtogs i Ljungan hade också en brunaktig, mer fluffig svampväxt och bedömdes inte vara drabbade av det *Saprolegnia*-utbrott som sågs på öring och lax i älven (**bild 12, Bilaga 1**).

Trettio fiskar klassades som akut sjuka eller skadade, tre hade både akuta och kroniska förändringar, sex fiskar hade skador av subakut (övergång mellan akut och kronisk) natur och 44 fiskar klassades med kronisk sjukdom eller skada. En laxhona (**bild 8, bilaga 1**) fångad i Bottniska viken avvek kraftigt från övriga fiskar, med omfattande kroniska skador efter fjällförluster, med gulfärg-ning av huden, utbredda hudblödningar på buken, trasiga fenor och svampan-grepp. När honan öppnades hade hon en tydlig infektions-/blodförgiftningsbild (förstorad mjälte, blödningar på bukhinnan och vätska i bukhålan, blek njure). Gälarna var påverkade hos 33 fiskar. Bleka gälar sågs hos 20 fiskar, kraftig slemproduktion hos 11, svampangrepp hos 10 fiskar. Gälnekroser i varierande grad sågs hos åtta fiskar, blödningar hos två och kraftig mörkfärgning (stas) hos en fisk.

Hos fyra fiskar med kraftiga svampangrepp var blodet vattnigt. Ytterligare tre hade blodblandad vätska i hjärthålan och hos en var hjärtat fastlött mot hjärthålans väggar.

Bandmask (*Eubotrium* spp.) var vanligt förekommande på nystigen fisk, vilket är normalt. Sju fiskar hade en något rundad mjälte och hos fem fiskar var mjälten förstorad. Sju fiskar hade en något blek mjälte och två fiskar hade små vita fläckar ytligt i mjälten. Sjutton fiskar hade blödningar på leverns yta, lika många hade kraftig blodfyllnad eller tydlig kärlteckning. Sexton fiskar hade synlig leverförfettning (gul-gulbrun färg), och tre hade enstaka små vita prickar som bedömdes som parasitgranulom på ytan. Tretton fiskar hade en blek njure, varav 11 hade svampinfektion. Åtta fiskar hade en något utplanad till lindrigt svullen njure. Femton fiskar hade kärlinjektion, blödningar eller ärrbildning i bukhinnorna. En fisk hade en omfattande blödning mellan simblåsan och njuren, vilket bedömdes som orsakat av trubbigt våld i samband med fångst. Mest udda var en fisk med inflammerad simblåsa, där två stora fenstrålar från en annan fisk hittades inuti simblåsan.

Analyser

Histologi och cytologi

Hud från fiskar som makroskopiskt bedömts ha akuta blödningar eller rodnad visade vid histologisk bedömning oftast upp en kronisk inflammationsbild (18/25) med förekomst av makrofager och lymfocyter i de djupare hudlagren. Hos 13 av fiskarna sträckte sig inflammationen genom underhudens fettlager till underliggande muskulatur med inflammation, blödningar och påbörjad vävnadsdöd. Hos alla fiskarna kunde också en ytlig nekros ses, och hos tre fiskar hittades svamphyfer i skadan.

Sår hade ofta liknande ospecifika inflammationstecken i hud, underhud och även ner i muskulaturen. Många gånger sågs även svamphyfer, 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.

Diagnosen Ulcerativ dermal nekros (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 (**bild 18, Bilaga 1**). Av 38 fiskar med UDN-liknande skador var det 15 som uppfyllde kriterierna för UDN. Sju kom från Mörrumsån, en från Bottenviken, två från Umeälven, en från Ljungan och fyra från Stockholm. Sju fiskar undersöktes inte på grund av att de varit frysta eller att förruttnelse påbörjats.

Av inre organ undersöktes 91 hjärtan, 85 njurar, 12 mjältar och 35 levrar. Dessutom undersöktes synbart frisk ryggmuskel från 67 fiskar. Trettioåtta hjärtan var utan förändringar. Hjärtmuskelinflammation av lindrig grad sågs hos tretton fiskar och måttlig grad hos nio fiskar, varav en fisk hade en delvis nedbruten mask med kraftig inflammation runtom i den luckra muskelvävnaden i hjärtkammaren. Merparten av inflammationerna innehöll lymfocyter och makrofager. Femton fiskar hade bindvävsknutor i hjärtmuskeln, indikerande tidigare inflammation. Andelen fiskar med hjärtmuskelinflammation och/eller ärr efter tidigare hjärtmuskelinflammation var 45 % (15 av 33) i Mörrumsån 42 % (14 av 33) i Torneälven, 27 % (3 av 11) i Stockholm, 25 % (1 av 4) i Umeälven och 0 % (0 av 12) i Ljungan. Andelen lax med hjärtmuskelinflammation var 40 % (25 av 63) 37 % öring (7 av 19), 25 % (1 av 4) hos hybrider och 0 % (0 av 4) hos sik. Arton fiskar hade måttlig eller riklig mängd makrofager och lymfocyter i hjärtblodet utan att hjärtmuskeln föreföll inflammerad. Hjärthinnan var lindrigt inflammerad hos 15 fiskar, måttligt inflammerad hos tre och kraftigt inflammerad hos en fisk. Tre fiskar hade blödning i hjärthinnan. Nio fiskar hade både hjärthinne- och hjärtmuskelinflammation (**bild 23, Bilaga 1**). Inflammationerna var i de allra flesta fall av kronisk natur med makrofager och lymfocyter. Med specialfärgning sågs små granula, ansamlingar av något

vätskeliknande, inuti hjärtmuskelceller i hjärtats kammare hos 51 fiskar (**bild 23, Bilaga 1**). Granula förekom framför allt i lindrig till måttlig mängd (31 st, 60 %) och både hos fiskar med och utan hjärtmuskelinflammation.

Det fanns inga påtagliga sjukliga förändringar i de allra flesta njurarna. Fisk med svamp hade ofta tecken på ”water logging”, genom ödem i den del av njuren (glomeruli) som filtrerar blodet. Hos 31 fiskar noterades en stor mängd vita blodkroppar i njurens blodkärl. En fisk hade granulom efter tidigare lokal infektion i njuren. Granulom sågs också i en mjälte och fyra levrar.

I levrarna sågs tecken på att levercellerna var mer aktiva än vanligt, genom förändringar i cellkärnestrukturen. Tjugoåtta levrar hade sjukliga förändringar, och vanligen sågs mer än en förändring. Elva hade inflammatoriska celler runt kärlen i levern, fyra hade akuta blödningar, åtta hade subakuta blödningar med påföljande vävnadsdöd och hos fyra fiskar sågs vävnadsdöd utan blödning. Sju levrar var kraftigt blodfyllda och sju levrar hade måttlig till kraftig fettinlagring. Hos fem av dessa fanns olikstora fettvakuoler, ett tecken på sjuklig förfettning. Fyra levrar innehöll granulom med parasiter.

Hos 40 fiskar, varav 30 hade hudskador, sågs påverkan av ryggmuskulaturen i form av muskelsönderfall. Hos 20 fiskar var sönderfallet mycket lindrigt (enstaka muskelceller), hos elva fiskar måttligt, hos sex fiskar kraftigt och hos tre fiskar mycket kraftigt. Skadorna var i huvudsak akuta, endast tre fiskar hade sönderfall som pågått så länge att inflammatoriska celler var närvarande i de döda muskelcellerna. Ytterligare tre fiskar hade en lindrig-måttlig inflammation mellan några muskelsepta. Ödem eller inflammatorisk vätska mellan muskelcellerna förekom hos 18 av dessa fiskar, och ytterligare 15 fiskar utan tecken på muskelsönderfall. Från 29 fiskar togs också muskel vid sidolinjen för att få med rödmuskulatur. Lindrig inflammation och sönderfall sågs hos två fiskar. Hos en sik med svampinfektion i området sågs kraftig inflammation, blödningar och invasion av svamphyfer i muskulaturen.

Vid screening av röda och vita blodkroppar kunde konstateras att alla undersökta fiskar (92 st) i varierande omfattning hade mycket små, oftast enstaka, prickar (inklusionskroppar) i de röda blodkropparna (erytrocyterna, **bild 25, Bilaga 1**). Inklusionskropparna var oftast mörka, i tjocka preparat något refraktila. Hos 10 fiskar förekom deformerade erytrocyter. Hos ytterligare 10 fiskar sågs svullna erytrocyter, ett tecken på ”water logging”. Nio av dessa sistnämnda fiskar hade svamp och en hade allvarliga hudblödning-ar och fjällförluster. Lindrig förekomst av döda erytrocyter sågs hos 26 fiskar, medan måttlig förekomst sågs hos 42 fiskar och riklig förekomst sågs hos 24 fiskar. Tecken på ökad nedbrytning av erytrocyter fanns också i sju levrar och sex mjältar. Av de senare hade fyra också tecken på ökad bildning av erytrocyter. Åtta fiskar med måttlig till riklig förekomst av döda erytrocyter hade måttlig till riklig förekomst av omogna (nybildade) erytrocyter. Ytterligare två fiskar hade ökade förekomst av omogna erytrocyter i kombination med lindrig förekomst av döda erytrocyter. Femtiotre fiskar (58 %) hade ökad mängd vita blodkroppar

(leukocyter). Av dessa hade 13 ökad mängd neutrofiler, 22 hade ökad mängd monocyter/makrofager och två både mycket neutrofiler och monocyter. Arton fiskar med normal mängd blodkroppar hade en ökad andel neutrofiler eller monocyter/makrofager i blodet. Fragmentering av blodplättarnas (trombocyternas) kärna (**Bild 25, Bilaga 1**) i sågs hos 54 av fiskarna.

Virus

Ingen växt av virus kunde påvisas vid cellodling. Undersökning för ISAV gjordes på 16 prover från fisk med hudblödningar i Mörrumsån (5 st), Torneälven (6 st), Bottenviken (1 st) och Umeälven (4 st). Undersökning för SAV gjordes på 24 prover från Mörrumsån (8 st), Torneälven (6 st), Stockholm (6 st), Umeälven (2 st) och Ljungan (2 st). Inget virus kunde påvisas genom PCR.

Bakterier

Bakterieodling gjordes från 103 fiskar, varav specifik bakterieväxt endast kunde påvisas hos ett fåtal individer. Identifierade bakterier var *Yersinia ruckeri* serotyp 1 (1 st), *Yersinia ruckeri* serotyp 169/86 (2 st), *Vibrio anguillarum* serotyp 1 (1 st), *Enterobacter* spp. (1 st), *Chryseobacterium* spp (1 st). BKD påvisades inte i någon av undersökta fiskar.

Svamp

Svamp växte från 26 av 35 fiskar som provtagits. PCR påvisade *Saprolegnia parasitica* (*S. parasitica*) i två prover, ett från sårinfektion i Torneälven och ett från Ljungan. *Phoma*-like spp. identifierades i två prover, *Fusarium* spp. i ett prov, *Phoma*-like spp och *Botrytis* spp. i ett prov, en PCR-produkt med dubbla band som inte kunde sekvenseras i sjutton prover, *Phoma*-like spp. och dubbelband i ett prov. Förutom den fisk som hade både *Phoma*-like spp. och dubbelband (lax, Bottenviken) kom alla dubbelbandsprover från höstprovtagningarna, varav 15 kom från *Saprolegnia*-liknande infektioner och två från sikar.

Helgenomsekvensering

Helgenomsekvenseringarna gav träffar för virus, bakterier och i två fall svamp (**Tabell 4).** Förekomst av proteiner som uttrycks inom genus Herpesvirus och Iridovirus påvisades hos alla fiskar. Matchningar mot cyprinida herpesvirus (Carp pox virus (CyHV-1) och/eller Koiherpesvirus (CyHV-3)) fanns representerat hos sju fiskar. Därutöver fanns träffar mot flera andra herpesvirus, bland annat ett av de laxspecifika herpesvirusen. Träffar mot iridoviruset Infectious spleen and kidney necrosis virus (ISKNV) fanns hos sex fiskar. Ytterligare två genus, Totivirus och Poxvirus, fanns representerade. Avseende bakterier erhölls träffar mot *Aeromonas dhakensis* hos två fiskar och hos en av dessa fanns även träffar mot *Flavobacterium columnare* (*F. columnare*), *F. psychrophilum,* och *Piscirickettsia salmonis* (*P. salmonis*). DNA från *F. branchiophilum* påvisades i två prover.

Tabell 4. Signifikanta fynd vid helgenomsekvensering av DNA och RNA från hud och inre organ från åtta fiskar.

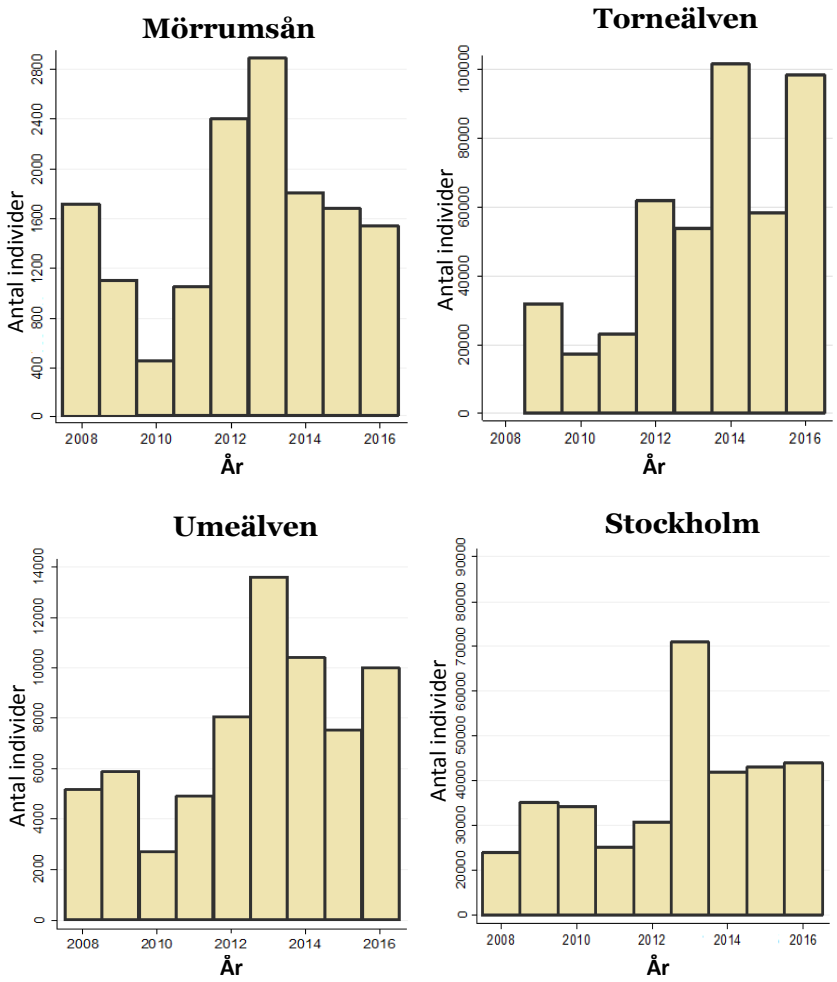
	Virus	Bakterier	Svamp
Fisk 9 Mörrumsån juni	Cyprinid herpesvirus (CyHV)-3 Ictalurid herpesvirus Golden Shiner Totivirus	-	-
Fisk 10 Mörrumsån juni	CyHV-1 Infectious Spleen and Kindney Necrosis virus (ISKNV) Golden Shiner Totivirus	-	-
Fisk 22 Mörrumsån juni	CyHV-1, CyHV-3 Salmonid herpesvirus 1 Ictalurid herpesvirus 1 Acipenserid herpesvirus 2 ISKNV	*F. branchiophilum*	-
Fisk 49 Torneälven	CyHV-1, CyHV-3 Salmonid herpesvirus 1 Ictalurid herpesvirus 1 ISKNV	-	-
Fisk 50 Torneälven	CyHV-3 Salmonid herpesvirus 1, Acipenserid herpesvirus 2 ISKNV	*A. dhakensis*	(*Botrytis cinerea*)
Fisk 62 Bottenviken	CyHV-1, CyHV-3 Ictalurid herpesvirus 1 Acipenserid herpesvirus 2 ISKNV	*F. columnare* *F. psychrophilum* *A. dhakensis* *P. salmonis*	
Fisk 65 Mörrumsån juli	Salmon gill poxvirus ISKNV	-	-
Fisk 68 Umeälven	CyHV-3	*F.m branchiophilum*	(*Botrytis cinerea*) *S. parasitica*

Steg, vattenföring och temperaturer

I Mörrumsån var steget som högst 2013, då nästan 2900 fiskar passerade trappan i Marieberg (den nordligaste av provtagningspunkterna, se **Figur 1**) och har därefter legat mellan 1500 – 1800 fiskar (**Figur 2**). Steget av lax i Torneälven under 2016 var nästan i nivå med rekordåret 2014 (**Figur 2**) – 98 309 individer 2016 jämfört med 101 387 individer 2014, vilket också var en ökning med 68 % jämfört med 2015. (**Figur 2**). Steget av fisk till Vindelälven var högt under 2013 och 2014, med 14 904 respektive 11 483 laxar. Under 2015 var det en markant minskning i antalet uppstigande fisk, då 7 521 individer passerade laxräknaren i Stornorrfors. Dessutom var enbart ca 10% av dessa honor.

Utsättningen av smolt i Stockholmsområdet var som högst 2013 med ca 70 000 smolt. Därefter har ca 40 000 – 50 000 smolt satts ut årligen (**Figur 2**).

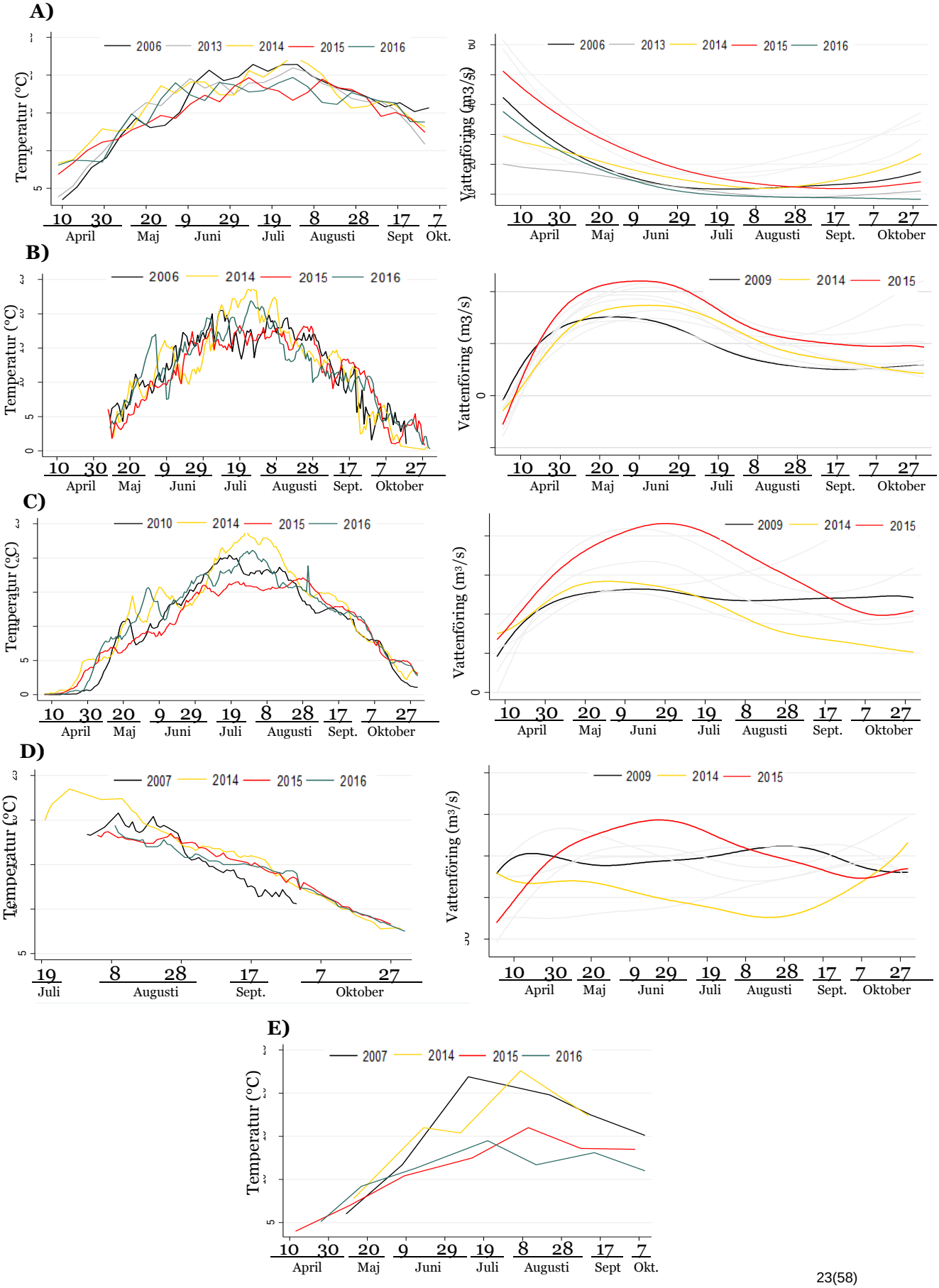
Figur 2. Steg av laxfisk i Mörrumsån, Umeälven, Kalixälven, och Torneälven 2008–2016 samt utplantering i Stockholm för samma period. Notera att skalorna på y-axeln är olika för älvsystemen.



Mörrumsån: Automatisk fiskräknare i trappan vid Marieberg. Kamera installerad 2010. Räknaren hade partiellt driftstopp april-juni 2015, varför siffran för det året kan vara något låg; **Torneälven:** Ackustisk räkning vid Kattilakoski sedan 2009; **Umeälven:** Automatisk fiskräknare med kamera i trappan vid Stornorrfors; **Stockholm:** Antal utplanterade smolt

Temperaturkurvor och vattenföringskurvor för respektive vattensystem under referensåret samt 2014, 2015, 2016 kan ses i **Figur 3**. För Mörrumsån finns även 2013 med, eftersom höstdödligheten startade det året. Data för Torneälven, Umeälven, Ljungan och Stockholm kunde modelleras i befintligt skick. För Stockholm fanns flest mätpunkter på djup 4 m, varför detta djup valdes för modellering. Temperaturdata för Mörrumsån fick transformeras enligt den naturliga logaritmen för att bli normalfördelade. För flödesdata omvandlades data enligt den naturliga logaritmen (Ln) för att bli någorlunda normalfördelade. En jämförelse av flödesdata från Skallböle och Viforsen visade att dessa överensstämde relativt väl. Data från Skallböle valdes därför för modellering eftersom det fanns mer data för den mätpunkten (1498 st vs 401 st).
P-värden etc för de respektive modellerna finns i **Tabell 5.**

Figur 3. Temperaturer och vattenföring (Lowess smoothed plots) i A) Mörrumsån B) Torneälven C) Umeälven, D) Ljungan och E) Stockholm



Tabell 5: Regressionsmodeller över temperatur och flöden i respektive vattensystem.

Parameter	Antal obs.	Period	Dataform i modell	Modell A År, månad			Modell B År, månad + interaktion år*månad			Likelihood ratio test, sannolikhet att B beskriver data bättre än A
				F	R^2	p-värde	F	R^2	p-värde	
Temperatur										
Mörrumsån	296	apr-okt, 2006 – 2016	Ln(temp)	64.2	0.79	<0.001	20.4	0.87	<0.001	χ^2=138.4 (55 df), p<0.001
Torneälven	1821	maj-okt, 2006 – 2016	temp	442.8	0.79	<0.001	122.0	0.82	<0.001	χ^2=300.3 (50 df), p<0.001
Umeälven	1482	apr-okt, 2010 – 2016	temp	988.0	0.89	<0.001	287.5	0.91	<0.001	χ^2=235.0 (36 df), p<0.001
Ljungan	645	aug-okt, 2007 – 2016	temp	339.4	0.86	<0.001	154.3	0.88	<0.001	χ^2=96.6 (17 df), p<0.001
Stockholm	133	apr-okt, 2006 – 2016	temp	23.5	0.77	<0.001	3.5	0.83	<0.001	χ^2=40.6 (60 df), p=0.97
Flöden										
Mörrumsån	1712	apr-okt, 2009 – 2016	Ln(flöde)	281.8	0.68	<0.001	227.9	0.89	<0.001	χ^2=1709.5 (42 df), p<0.001
Torneälven	1498	apr-okt, 2009 – 2015	Ln(flöde)	290.3	0.70	<0.001	121.9	0.80	<0.001	χ^2=612.9 (36 df), p<0.001
Umeälven	1498	apr-okt, 2009 – 2015	Ln(flöde)	45.7	0.47	<0.001	75.4	0.71	<0.001	χ^2=936.4 (36 df), p<0.001
Ljungan	1498	apr-okt, 2009 – 2015	Ln(flöde)	38.3	0.24	<0.001	41.4	0.56	<0.001	χ^2=890.7 (36 df), p<0.001
Stockholm	Data saknas									

Ln=naturliga logaritmen

R^2: andelen av variationen i data som beskrivs av modellen, ex 0.79=79 %

Temperaturmodellerna förklarade 82 – 91 % av variationen (R^2) i temperatur-data, medan flödesmodellerna förklarade 71 - 89 % av variationen i flödesdata. Det fanns en stark interaktion mellan år och månad i alla modeller utom temperaturmodellen för Stockholm (**Tabell 5**).

Det fanns ingen trend mot ökade medelvattentemperaturer under den period av året som undersökts för respektive vattensystem 2006–2016. I Mörrumsån och Stockholms ström fanns inga signifikanta skillnader alls i medeltemperatur mellan de undersökta åren. I Torneälven hade 2007, 2008 och 2015 lägre medeltemperatur än 2006 och 2014. Vattentemperaturerna 2014 i Umeälven var högre än 2010, 2012 och 2015. I Ljungan var 2014 varmare än övriga år med undantag för 2007 och 2010. 2014 var alltså inte signifikant varmare än närmast föregående år, dvs 2013, i något av vattensystemen utom Ljungan.
Månadsvis skiljde inte medeltemperaturerna signifikant i Mörrumsån mellan 2013 - 2014, utom en tendens mot lägre temperaturer i juli 2014. Under 2015 var temperaturerna högre i juni och juli och tendens till högre temperatur i maj jämfört motsvarande månader 2014. 2016 var juni kallare än 2015 och i nivå med temperaturen 2014, i övrigt var temperaturerna jämförbara med 2015. För oktober saknas data efter 2010, så det går inte att bedöma hösttemperaturerna de senaste åren mer än att medeltemperaturen i september har legat stabilt.
Även om Torneälven under problemåret 2014 inte hade allmänt högre medeltemperaturer var vattentemperaturen i juli signifikant högre jämfört med samma månad under alla föregående år utom 2011. Då 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.
I Umeälven var vattentemperaturerna 2014 högre i april, lägre i juni och sedan högre i juli jämfört med 2013. Hela perioden maj-augusti 2015 var kallare än 2014. 2016 var maj-augusti varmare än 2015, men juli-augusti var fortfarande kallare än 2014.
I Ljungan var oktober varmare 2014 än 2013. Augusti 2015 och 2016 var kallare än under 2014.
Under 2016 var temperaturerna i Stockholm högre i juli och lägre i augusti jämfört med 2015. I september var det tendens till högre och i oktober tendens till lägre temperatur 2016 jämfört med 2015.

Dygnsmedelvattenföringen i **Figur 3** 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.
Vattenföringen i Mörrumsån var lägre 2013 än de föregående åren (2009 – 2012). Vattenföringen 2014 och 2015 var högre, medan vattenföringen 2016 var i nivå med 2013. Per månad var det mycket lägre vattenföring juli-oktober år 2013, då problemen med höstsvamp började, jämfört med 2012. Under 2014 var det högre vattenföring alla månader utom juni jämfört med 2013. 2015 var det ännu högre vattenföring under april, maj och juli, men vattenföringen i

september och oktober var lägre än 2014. 2016 var det signifikant lägre vattenföring alla månader jämfört med 2015.
I Torneälven och Umeälven var vattenföringen 2011 – 2015 högre än 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. Månadsvis för Umeälven var vattenföringen högre under april och juni 2014, men lägre i maj september och oktober jämfört med 2013. 2015 var vattenföringen högre alla månader utom april jämfört med 2014.
Vattenföringen i Ljungan var svampåret 2015 högre eller mycket högre under maj-september jämfört med samma månader 2014, men under oktober låg flöden på samma nivå som 2014. Data saknas för 2016.

En mycket grov skattning av smittryck gjordes genom att beräkna kvoten av det totala steget per år och medelvattenföringen samma år. Detta var möjligt för Mörrumsån, Torneälven och Umeälven **(Tabell 6**).

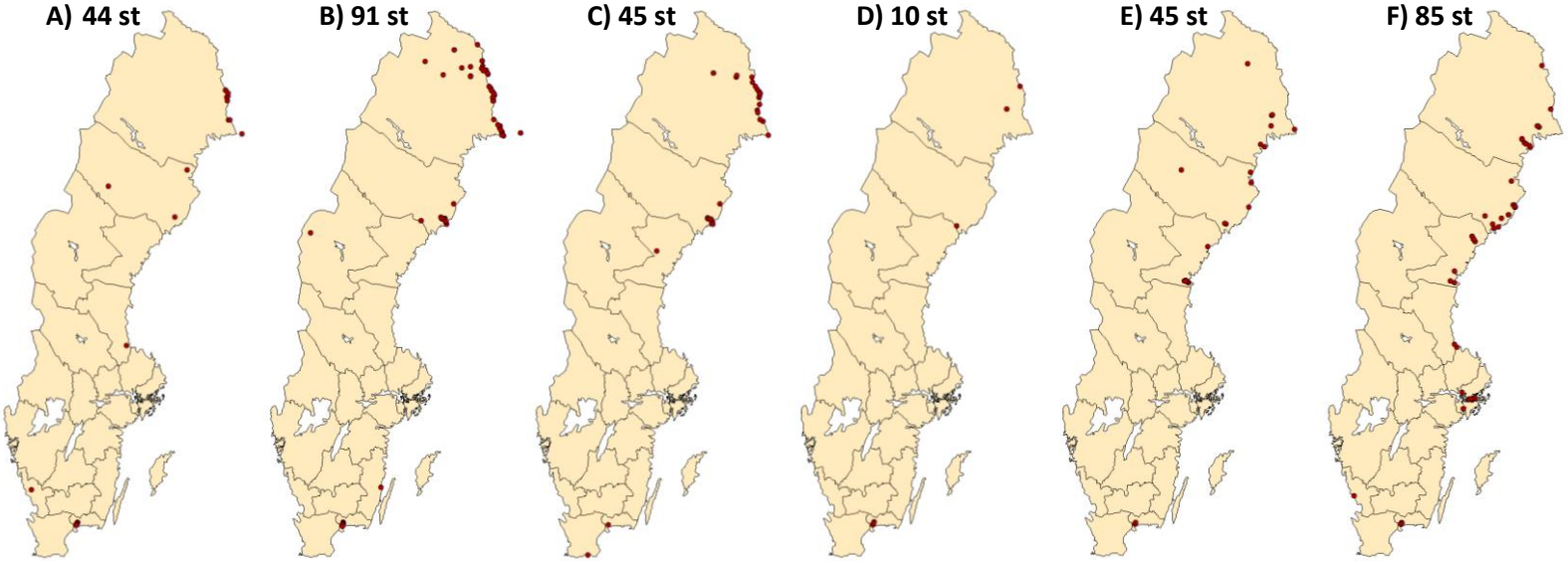
Tabell 6: Beräknat smittryck för Mörrumsån, Torneälven och Umeälven för åren 2009 – 2016 med utgångspunkt i medelvattenföring (m^3/s) och totalt steg av fisk.

År	Mörrumsån			Torneälven			Umeälven		
	m^3/s	steg	kvot	m^3/s	steg	kvot	m^3/s	steg	kvot
2009	9	1 107	121	332	31 775	96	546	5 902	11
2010	17	458	27	375	17 221	46	533	2 697	5
2011	17	1 052	60	517	23 096	45	633	4 886	8
2012	13	2 402	189	548	61 724	113	707	8 058	11
2013	6	2 885	**455**	399	53 607	134	471	13 604	**29**
2014	10	1 808	172	430	101 387	**236**	466	10 407	**22**
2015	12	1 680	139	574	58 356	102	686	7 521	11
2016	6	1 542	247	-	-	-	-	-	-

Rapportportalen

Totalt registrerades 329 rapporter mellan den 15 maj och den 15 november 2016. Av dessa var 9 uppenbara eller starkt misstänkta dubbelrapporteringar. Fördelningen av dessa 320 rapporter per vattensystem och månad kan ses i **Figur 4**. Ett par rapporter som gällde fynd före den 15 maj plockades bort, liksom rapporter ej tillhörande älvsystemen och rapporter på andra arter än laxfisk. Dessa är angivna i kursiv stil i figuren. Efter detta återstod 312 rapporter. Ett antal rapporter angav att ytterligare sjuka fiskar observerats utöver den som registrerats i portalen. Antalet extra observerade fiskar varierade från en till runt hundra i Mörrum under oktober. Då flera observationer om massdöd i Mörrum inkom med ett par dagars mellanrum på senhösten finns stor risk för

Figur 4. Månadsvis registrering av totalt 320 observationer i rapportportalen under perioden 16 maj – 15 november 2016. A) 16 maj-15 juni, B) 16 juni-15 juli, C) 16 juli-15 augusti, D) 16 augusti-15 september, E) 16 september-15 oktober, F) 16 oktober-15 november. Rapporter i kursiv stil har exkluderats från vidare bearbetning beroende på lokal och/eller art, eller att rapporten avser fisk upphittad utanför perioden.



Mörrumsån 26 st
Torneälven 12 st
Byskeälven, Kemiälven, Umeälven, *Högvadsån*, Testeboån, *Malgomaj* 1 st var

Torneälven 36 st
Muonioälven 10 st
Lainioälven 1 st
Umeälven 20 st
Mörrumsån 14 st
Lögdeälven, Simoälven 2 st vardera
Kaitumälven, Kalixälven, Bottenviken, *Häggsjön*, Emån, Rickleån, 1 st var

Umeälven 20 st
Torneälven 17 st
Muonioälven 1 st
Kalixälven 2 st
Mörrumsån, Rickleån, Storabborrsjön, *Torne-älven, Ystad* 1 st var

Mörrumsån 6 st
Kalixälven 2 st
Torneälven 1 st
Lögdeälven 1 st

Ljungan 22 st
Mörrumsån 5 st
Kalixälven 5 st
Torneälven, Skellefte-älven, Luleälven, Öreälven 2 st vardera
Byskeälven, Umeälven, Näskeån, Rickleån, *Ljungan* 1 st var

Rickleån 20 st
Stockholm 15 st
Mörrumsån 14 st
Luleälven 8 st
Moälven 6 st
Kalixälven 4 st
Öreälven, Sävarån 3 st var
Ljungan, Torne-/Muonioälven 2 st var

Gävle (kust), Indalsälven, Skellefteälven, Umeälven, Bodaån, Hörnån, *Suseån* *Mälaren* 1 st var

dubbelrapportering. Databasen utvidgades därför inte till att innehålla antal observerade fiskar utan vi konstaterar bara att läget i Mörrumsån var mycket allvarligt i oktober.

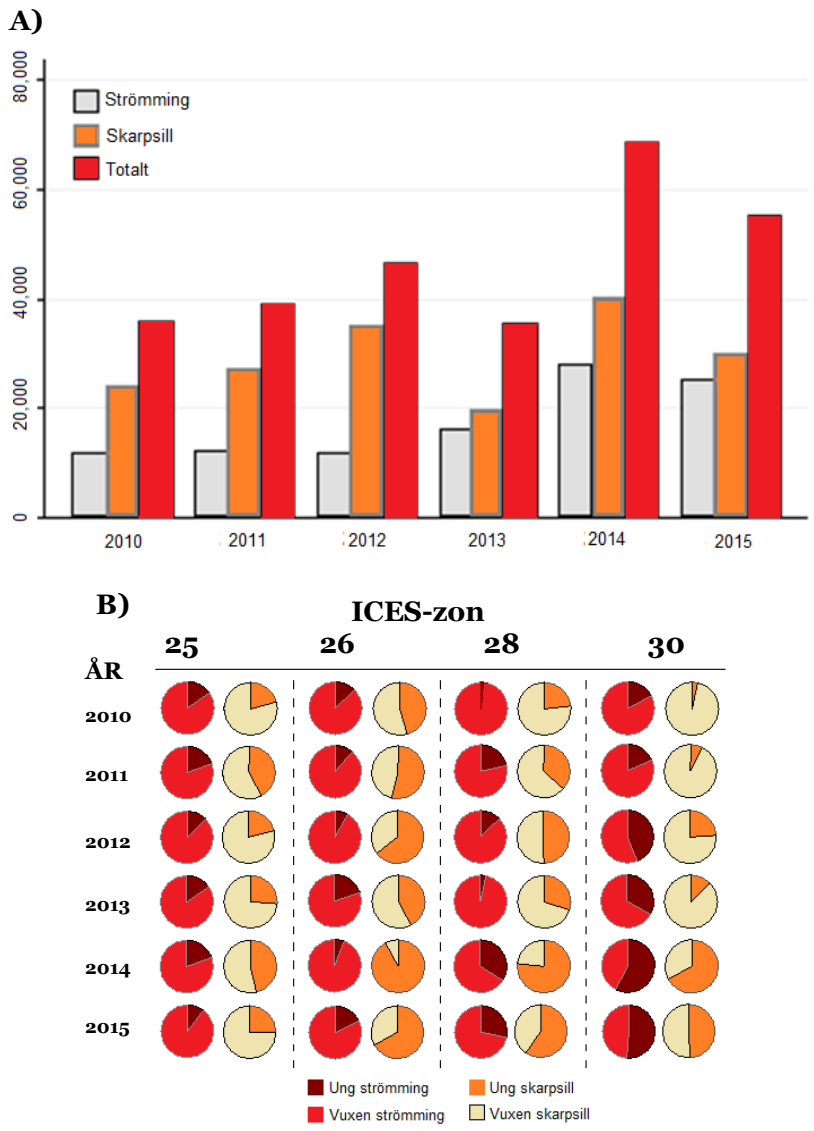
För de nordligaste vattendragen finns en separat sammanställning i ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”, och där har totalantalet fiskar kunnat justeras, med 122 fiskar för 101 rapporter. För några av rapporterna där foto bifogats har rapporterad art (lax, öring eller där lax/öring inte kunnat avgöras) ändrats. Antalet rapporterade fiskar per art var följande: 240 laxar, 41 öringar, 16 osäkra (lax eller öring), 13 sikar samt 2 harrar. De flesta fiskarna hade observerats döda (147 st) eller sjuka (79 st) och för tre fiskar var det oklart om de ”bara” varit sjuka eller döda. Därefter var fiskar fångade på wobbler eller skeddrag (53 st) vanligast. Utöver dessa var åtta fiskar fångade på fluga, tre i nät, två i håv och en fångad i fälla. För 16 fiskar fanns inte fångstsätt rapporterat.
Typ av skada fanns angivet i 267 rapporter, där 148 rapporter (55 %) angav en typ av skada och resterade 120 rapporter innehöll två eller fler skador. Vanligast var svamp/vita fläckar (157 rapporter). Av 101 rapporter som enbart angav ”vita fläckar” hade merparten (86 st) observerats från mitten av september och framåt. Fisk med svampinfekterade skador rapporterades under hela perioden. Sextiotre rapporter angav rodnad eller blödning i huden, 57 angav trasiga fenor, 42 angav sår av mekanisk eller annan orsak, 35 hade noterat ”annan typ av fläckar” och i 27 rapporter var fjällförluster ikryssat. ”Annat” angavs i 19 rapporter och i kommentarsfältet för de flesta av dessa angavs att fisken var rutten, medan ett par av rapporterna beskrev fläckar. Sju fiskar var utan synliga skador, varav den ena, från Kemiälven hade en böld i ena fenbasen vid rensning, och i en rapport hade fisken blivit tuggad på. För övriga fanns noterat i kommentarsfältet att fisken var utan någon synlig skada. 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

Strömming och skarpsill

Fördelningen av strömming och skarpsill i Östersjöns ICES-zoner 25,26, 28 och 30 kan ses i **Figur 5**. Andelen strömming har ökat sedan 2010 (**Figur 5A**), och inom respektive art har andelen ung fisk ökat i zon 28 och 30 för strömming och i zon 26, 28 och 30 för skarpsill (**Figur 5B**). 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 strömming zon 28 och 30, och hög tillgång på ung skarpsill i alla fyra zoner.

Figur 5. A) Total förekomst av strömming och skarpsill i Östersjöns ICES-zonerna 25,26, 28 och 30. B) Fördelningen av ung (<1 år) och vuxen strömming och skarpsill inom Östersjöns ICES-områden 25,26, 28 och 30.



DISKUSSION

Många teorier och enkla sanningar om orsaken till problemen de senaste åren har lagts fram. Utifrån resultaten i projektet kan vi dock konstatera att vi avseende problemen på nystigen fisk har att göra med en multifaktoriell etiologi. Det är dock oklart om de ”sårskador” som rapporterats från Torneälven 2014 - 2015 bara representerar sår eller om det även inkluderas röda blemmor liknande de som observerats i Mörrumsån. Sjukligheten i Torneälven har varit mycket lindrigare i år jämfört med de två föregående åren men hudblödningar av lindrig grad sågs vid provtagningarna. Huruvida det bara representerar ett tidigt stadium i sjukdomen eller om Torneälvslaxen hunnit utveckla någon slags resistens mot sjukdomen är oklart. Frågan är också varför i så fall Mörrumslaxen fortsätter vara hårt drabbad av hudblödningarna.

Hudsjukdomar hos laxfiskar är ett ökande problem, och det är ofta svårt att avgöra etiologin (pers. komm. dr Stephen Feist, CEFAS, Weymouth, (6)).
Ett flertal olika virus, såsom ISAV, Viral hemorrhagisk septikemivirus (VHSV), Infektiös hematopoietisk nekrosvirus (IHNV, olika herpesvirus och iridovirus såsom EHNV och ISKNV) ger symptom liknande de hudblödningar som setts i projektet. Ett flertal olika bakterier är också associerade med hudblödningar och sårbildning, se längre ner i diskussionen.

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 svårodlade virus enligt helgenomsekvenseringen. Herpesvirus är generellt värdspecifika och kan därför vara svåra att odla på cellkultur, se vidare nedan. T ex kräver Koiherpesvirus en karpcellskultur. Salmonid HV-1 går att odla på CHSE-214 och RTG, som använts i denna studie. Det är möjligt att det krävs cellkultur med Atlantlax-ursprung för att lyckas isolera det virus som resultaten pekar mot finns i populationen. Iridoviruset EHNV som förstör blodbildande organ med symptom som anemi och hudblödningar växer på de cellkulturer som använts och kunde alltså inte påvisas här. Efter indikation på att iridovirus ändå finns närvarande kördes kompletterande PCR avseende EHNV, vilket bekräftade att viruset inte fanns i proverna. ISKNV kräver specifika cellkulturer (DONG och XU (7, 8)). Det innebär att ISKNV eller ett iridovirus som liknar ISKNV inte skulle växa från våra prover. SVA har inte PCR uppsatt för detta virus, och proverna har i dagsläget inte kunnat undersökas vidare. ISKNV föredrar något högre temperaturer än virus anpassade till laxfiskar och förekommer bland annat på akvariefisk. Det är därför mer sannolikt att det är närvaro av ett iridovirus som liknar ISKNV i fisken. Exakt vilka virus det rör sig om och hur virulenta de är för fisken är oklart, men de konsekventa resultaten i undersökta prover från flera olika lokaler är en stark indikation på att de är inblandade i problematiken. Ytterligare undersökningar med PCR, elektronmikroskopi av hud för identifiering av viruspartiklar, samt försök att isolera virus på cellkultur behövs för att klarlägga prevalens och virulens.

Vibrio anguillarum, Y. ruckeri, P. salmonis, 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* 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. *Aeromonas dhakensis* är mycket lik *A. sobria*, som liksom andra Aeromonas-arter är associerad med sårskador hos fisk. Till skillnad från furunkulos (*A. salmonicida salmonicida*/ ASS) och *A. salmonicida achromogenes*/ASA) anses *A. sobria* vara en opportunist som orsakar sekundära infektioner. Betydelsen av *Enterobacter* spp. och *Chryseobacterium* spp. är oklar. De två sistnämnda isolerades från synbart friska individer.
Att så få individer hade bakterieinfektion talar mot att en bakterie är orsak till problemen men för att de är en del av problemen, antingen som primärpatogen eller som sekundärinfektion, vilket i det senare fallet ger allvarligare följder än om fisken förblir fri från sekundärinfektion.

Coldwater Strawberry disease (smultronsjuka) eller Red mark syndrome (RMS) är en sjukdom som har beskrivits på odlad regnbåge (6, 9, 10). Där har man klarlagt att fisken lider av en kronisk inflammation i dermis, vilket gör epidermis känslig. Vid hantering (t ex sortering) uppstår sedan blödningar i epidermis. Sjukdomen går att behandla med antibiotika vilket talar för en bakteriell etiologi. Antigener från *F. psychrophilum* har påvisats i inflammerad vävnaden, vilket tyder på att bakterien kan vara inblandad i etiologin (9). I USA har man hittat ett samband med piscirickettsier (samma grupp av bakterier som borrelia tillhör) (10). Piscirickettsier är mycket svårodlade och negativ bakterieodling utesluter därför inte infektion. Närvaro av denna bakterie var indikerat i ett prov i helgenomsekvenseringen, och provet kom från den laxhona där alla symptom stämde med allvarlig systemisk infektion men inga bakterier eller virus kunde isoleras genom odling. Spår av bakterien fanns inte i något av de andra prover som helgenomsekvenserades, varav fem kom från Mörrumsån som är värst drabbat av hudblödningar, vilket är en indikation på att bakterien inte är en bidragande faktor till problemen. Smultronsjuka/RMS självläker vid temperaturer över 15 grader, vilket är samstämmigt med att problemen i Mörrumsån försvinner när temperaturen stiger.

Hudblödningar som vid obduktion såg akuta ut var vid histologisk undersökning ofta associerade med kronisk inflammation i dermis. Skadorna påminde därmed starkt om smultronsjuka. En bakomliggande infektion med virus eller bakterier som orsakar inflammation i huden och gör den mer känslig för kontakt med t ex. bottensubstrat eller vid hantering i samband med catch and release-fiske skulle alltså kunna vara en förklaring likaväl som en infektion som i sig orsakar blödningar.
Algtoxiner kan orsaka hudblödningar men dessa är akut irriterande och föregås inte av en inflammation.

Merparten av såren bedömdes vid obduktion var 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 kan urholka såret och sekundära bakterie- eller svampinfektioner döljer eventuella primära bakterier. Det är därför inte omöjligt att andelen mekaniska sår är högre än vad som bedömts. De ytliga nekroser som observerades i många sår finns inte beskrivna i fiskpatologilitteraturen, vilket innebär att orsaken till dessa histologiska förändringar är okänd.

De flesta svampar och algsvampar är opportunister på fisk, och angrepp som förekommer på våra breddgrader är alltid sekundära till hudskador eller andra tillstånd som gör fisken nedsatt i immunförsvaret. 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 är PCR-produkten med dubbelband som hittades i ett prov, och som inte gick att artbestämma. Samma resultat erhölls i större omfattning från prover i svenska älvsystem (se rapport ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”). 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 *Saprolegnia parasitica*, men det här skulle kunna var något helt nytt. Helgenomsekvensering kommer att genomföras för att försöka identifiera svampen.

En del av problemen som observerades vid obduktion samt genom rapportportalen var äldre skador från sälangepp 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 ökar med ca 8 % per år (pers. komm., S Königson, SLU Aqua). Även vikare ökar med ca 4.5 % per år (11). Att yrkesfiskare beskriver att mängden sälskadad lax i fällorna har ökat är därför en naturlig trend. Flera misstänkta felkrokningsskador observerades också i Torneälven.

Fiskarna hade ett mycket aktivt immunförsvar, vilket observerades genom kraftig tillströmning av leukocyter till olika typer av skador samt hög förekomst av leukocyter i hjärtblodet eller på blodutstryken, något som talar emot att de skulle ha ett nedsatt immunförsvar. Hög förekomst av makrofager och/eller lymfocyter indikerar att inflammationsprocessen är kronisk eller orsakad av virus. Neutrofiler 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 ha en hög förekomst av neutrofiler i blodutstryk har detta därför tolkats som orsakad av stress i samband med fångsten.

Skulle en ny sjukdomsframkallande organism introduceras i en population kommer individer dessutom att bli sjuka oavsett immunstatus, eftersom de inte tidigare varit utsatta för viruset eller bakterien. Däremot påverkar immunstatus, tillsammans med infektionsdos, den sjukdomsframkallande organismens virulens och sekundärinfektioner sjukdomsförloppet och individernas chans att överleva. Det vill säga att utfallet av en infektion handlar alltid om ett samspel mellan individen, den sjukdomsframkallande organismen och miljön.

En ökad nedbrytning av erytrocyter 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 erytrocyterna tar då upp vatten och svullnar och exploderar till slut. Parasitinfektioner i erytrocyterna 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 erytrocyter som upplevs som konstiga, till exempel vid virusinfektioner. När tillräckligt många erytrocyter förstörts uppstår blodbrist (anemi) och såvida det inte är någon malign process i blodbildande organ som orsakar nedbrytningen brukar kroppen svara med nyproduktion av erytrocyter, s.k. regenerativ anemi. Ökad nyproduktion av erytrocyter sågs hos 10 fiskar.

Eftersom inga uppenbara sjukliga förändringar sågs på hjärtan, njure och muskulatur vid obduktion togs bitar ut standardmässigt för histologi. Preparatet i sig blir sedan inte mer än 4–5 mikrometer tjockt. Trots detta identifierades hjärtmuskelinflammation och/eller hjärthinneinflammation samt ärr efter tidigare inflammation hos en hög andel individer. Mindre inflammationer i hjärthinna och muskulatur kan förekomma till följd av parasitangrepp, vilket också sågs i två fall. Lindriga inflammationer har därför bedömts kunna vara inom normalvariationen. De leukocyter som var inblandade talade för en kronisk och/eller virusorsakad inflammation. Flera olika virus kan orsaka hjärtmuskelinflammation, ibland i kombination med muskelinflammation och muskelsönderfall. Exempel på sådana virus hos laxfisk är Piscine reovirus (PRV) som orsakar Heart and skeletal muscle inflammation (HSMI), Piscine myocarditis virus (PMCV) som orsakar Cardiomyopathy syndrome (CMS) och Salmonid alphavirus (SAV) som orsakar Pancreas disease (PD). I en norsk studie var 13.4 % av undersökt vildlax och 24 % av undersökt kompensationsodlad lax infekterad med PRV, (12), däremot var enbart 0.4% av undersökta laxar infekterade med PMCV i en annan studie av samma författare (13). Fynden avseende PRV ligger i linje med andelen hjärtpåverkade fiskar i denna studie. Prover har skickats till Veterinärinstitutet/EU:s referenslaboratorium (EURL) i Köpenhamn för att inkluderas i ett doktorandprojekt avseende reovirus.

Muskelsönderfall kan ske av flera olika orsaker, t ex vid infektion med virus enligt stycket ovan, eller bakterier. Någon gemensam infektiös faktor har inte kunnat påvisas, men merparten av alla drabbade fiskar hade hudblödningar, vilket kan innebära virusetiologi om PRV påvisas vid EURL eller om vidare

undersökningar av resultaten från helgenomsekvenseringen kan säkerställa närvaro av virus. Andra orsaker till muskelsönderfall kan vara toxiner eller brist på E-vitamin. I det senare fallet brukar man dock se muskelfibrer i olika stadier av sönderfall, både akut och inflammation eller eventuellt regeneration. Det faktum att alla fiskar befann sig i ett stadium – antingen akut eller med inflammation – talar för att påverkan skett vid en specifik tidpunkt och inte var en pågående process.

Flertalet av de fiskar som hade UDN-liknande förändringar, med pigmentförlust och förtunnad hud indikerande nekros, hade dessa på nosen. UDN brukar snarare börja längre bak på huvudet. Ett antal uttagna prover stämde med kriterierna för UDN, men då etiologin till UDN är okänd och diagnos enbart baseras på histologi kan det inte uteslutas att även andra sjukdomstillstånd ger liknande förändringar. Sårskador med pigmentförlust och ytlig nekros av huden i ansiktet på Östersjösäl har observerats de senaste åren, och etiologin har inte kunnat klargöras. En teori har varit kontakt med läckande senapsgas från kemiska stridsmedel som efter andra världskriget dumpats vid t ex Bornholmsdjupet och Gotlandsdjupet, (11). Detta är två viktiga uppväxtområden för Östersjölaxen, och det kan inte uteslutas att även laxen blir påverkad och får hudinflammationer och blödningar. Påverkan av hemoglobinet i erytrocyter har också beskrivits efter exponering för stridsgas (14, 15), men erytrocyternas utseende har inte dokumenterats. Huruvida de fragmenterade trombocyterna representerar toxiska effekter från infektion eller miljöpåverkan, eller om någon annan faktor är orsak till utseendet är oklart.

Fisken i Mörrumsån hade högre konditionsfaktor än övriga vattensystem utom Stockholm. Huruvida detta påverkar sjukligheten med blödningar är oklart, men det kan tänkas att fisken ackumulerar mer fettlösliga miljögifter ju mer fett som lagras in. Data från Amcoff et al (1998) indikerade att laxhonor med tiaminbrist hade lägre CF. Data var dock inte signifikanta. Balk et al (2016) visade dock ett tydligt samband med lägre CF hos honor som producerade M74-drabbad avkomma. Det fanns inte någon skillnad i CF mellan de olika månaderna i Mörrum, 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. Förutom en hona hade inte heller fisken vid provtagningarna i Mörrumsån (inte heller de provtagna i Ljungan och Stockholm) i oktober lekt. Uttömningen av rom minskar vikten och därmed CF. Honorna och till viss del hanarna provtagna i oktober hade därmed en falskt hög CF. De utlekta honorna från Moälven hade också en mycket lägre CF än de lekmogna honorna, men även lägre CF än den hona från Mörrum som lekt.

Data avseende steg, vattenföring och temperatur användes för att bedöma smittrycket på populationen oaktat eventuella patogener (sjukdomsalstrare). 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. Låga flöden gör att patogener finns kvar längre i vattensystemet. Vi såg också att kvoten mellan totalantalet uppstigen fisk och medelvattenföring var ovanligt hög i Mörrumsån 2013 respektive Torneälven 2014, det vill säga under det år som problemen började, och därefter har kvoten sjunkit. För Umeälven sågs inget tydligt samband 2014 utan smittrycket var på ungefär samma nivå som 2013, men det var högre än de föregående åren. För Ljungan och Stockholm kunde inte denna jämförelse göras. Detta blir dock en extremt grov skattning av smittrycket, eftersom vattenföringen inte säger något om 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. Titta vidare på hur man ska korrelera vattenflöde

Temperaturvariationer kan påverka smittrycket genom att alla sjukdomsalstrare (bakterier, virus, parasiter, svampar) har temperaturzoner där de är mer eller mindre aggressiva. Problemen med hudblödningar i Mörrumsån har avtagit mot slutet av maj – början av juni, dvs när temperaturerna börjar överstiga 15 – 18 grader. Detta talar för ett infektiöst ursprung då många sjukdomsalstrare, framförallt virus, på laxfisk på våra breddgrader har ett optimalt temperaturspann runt 5–15 grader. Detta kan också vara förklaringen till varför lax i så hög grad är drabbad, då öringen i Mörrumsån återvänder i större mängd först ifrån slutet av juni till mitten av juli. En annan förklaring skulle kunna vara ett mycket värdspecifikt virus. Ytterligare en förklaring kan vara olika vandringsmönster, där öringen håller sig mer kustnära medan laxen vandrar långa sträckor och spenderar uppväxten i utsjön. Detta skulle tala för en icke-infektiös faktor som finns närvarande i laxens uppväxtområden. Vi ser dock liknande symptom, även om de är av mildare grad, på öringen i Stockholm under hösten 2016. Helgenomsekvensering av prover från det området har i dagsläget inte kunnat göras. Spridning av virus mellan olika laxpopulationer kan lätt ske eftersom uppväxtområdena inte är stamspecifika, och under vandringen förs då virus med förbi de uppväxtområden som måste passeras på vägen, samt potentiellt till öringpopulationerna och andra laxfiskarter.
Under vandringen och tiden i älvsystemen inför lek äter inte laxen utan använder kroppens lagrade resurser för att upprätthålla kroppens funktioner. Framför allt honorna satsar dessutom mycket av sina kroppsliga resurser på den blivande avkomman, för att ge rommen tillräckligt näringsinnehåll för att ynglen ska utvecklas Dessutom har de vandrat långt och hormonförändringar sker i kroppen i samband med att de utvecklas mot lekmognad. Fisken har därför ett allmänt nedsatt immunförsvar sent på hösten, och det är förekommer att de drabbas av svampangrepp och dör efter lek. Höstproblematiken med svamp på lax och öring i Mörrum och Ljungan ser också ut att vara svampangrepp på fisk som är naturligt nedsatt, men problemen har uppstått innan lek och i större omfattning än normalt. Så kallade ”svampår” förekommer dock med jämna mellanrum. Honorna i Moälven hade lekt och får anses vara ”normalt” drabbade, men två prover gör det svårt att uttala sig om tillståndet i den

populationen. Siken i Ljungan plockades död, och även om enbart individer som föreföll relativt nydöda valdes, kan postmortala förändringar ha påverkat analyserna. Efter döden börjar kroppen brytas ner av bland annat bakterier, vilket gör att eventuella patogener som funnits närvarande kan döljas av en blandflora, dvs växt av ett antal olika bakterier. Så var det också med sikarna, men hos en påvisades *Y. ruckeri*. Eftersom symptombilden inte riktigt likande den på lax och öring finns därför möjlighet att en *Yersinia*-epidemi låg bakom den dödligheten.
Sommarproblematiken kan möjligen bidra till svampproblemen på hösten genom att de sekundära svampinfektioner som drabbar fisken på sommaren ökar mängden svampsporer i vattnet. Svampinfektionerna på provtagen fisk sommar och höst har dock inte liknat varandra.

Under 2014 var det ovanligt höga vattentemperaturer i juli i Torneälven och det observerades problem in i juli. Eftersom en problemen där framför allt verkar vara sårskador, med en hög andel mekaniska sådana, kan man inte förvänta sig en kraftig nedgång i sjukdomsfrekvens på grund av temperaturökning som missgynnar eventuella virus. När temperaturen ökar minskar syremättnaden i vattnet och detta är stressande för fisken, vilket sänker immunförsvaret. Hudinfektioner mer termofila bakterier, t ex ASS och *F. columnaris*, samt sekundära sårinfektioner kan därför fortfarande drabba fisken.

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.

Svensk och finsk laxfisk 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 under 2015 på Kolahalvön. Även under 2016 sågs problem på laxen (pers. komm. Sergey Prusov, Head of Freshwater Resources Laboratory. PINRO). I december 2013 skickades ett brev från ”The Society of Friends of River Łeba” till Polens lantbruks- och landsbygdsutvecklingsminister, med kopia till svenska Miljödepartementet. I brevet beskrivs en allvarlig UDN-situation som pågått sedan 2007, med 100 % förekomst i vissa vattensystem och fisk som var för svag för att ta sig till lekområdena. Någon utförlig beskrivning av huruvida UDN verkligen har diagnosticerats eller om det rör sig om någon annan typ av hudskador med svampangrepp, om fisken är svag till följd av svampen eller om det även förekommer synbart frisk fisk som är svag finns inte. Status för polska vatten är därför oklar.
I Tyskland har floden Trave varit drabbad av omfattande förekomst av sårig havsöring de senaste åren. Sjukligheten har kunnat associeras till *Aeromonas*-infektioner. Det misstänks att ytterligare ett flodsystem är drabbat. En ökad

förekomst av svampinfektioner har också observerats de senaste åren (pers. komm, veterinär Henrike Seibel, Gesellschaft fuer Marine Aquakultur, Buesum)

Vi har inte kunnat identifiera några vetenskapliga rapporter avseende andra sjukdomssymptom än svaghet och vinglighet hos drabbad vuxen lax har identifierats. Inte heller har vetenskapliga rapporter som kan identifiera ett samband mellan tiaminbrist och ett allmänt försvagat immunförsvar identifierats. 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 normala tiaminnivåer (se rapport ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”). 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. En hög andel strömming har också framhållits som potentiell orsak, då strömming innehåller mer tiaminas (ett enzym som bryter ner tiamin) än skarpsill (5). Förutsättningarna avseende tillgången på strömming och skarpsill för laxen som vandrat 2014 – 2016 har varit liknande (**Figur 5B**), men hälsoläget har förbättrats för Torneälvslaxen 2016. Nya och äldre mätningar på strömming i egentliga Östersjön visade inte på tiaminbrist (16, 17). 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 (18). Till skillnad från den problematik som setts de senaste åren är tiaminbrist på Östersjölax inte heller något nytt (1, 16), och 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 ((18) samt figur S5 t, u, supplement till (16). Att framhålla tiaminbrist som grundorsak till problemen är därför en alltför enkel utväg. I ett pågående doktorandprojekt vid SLU, Institutionen för akvatiska resurser, undersöks kopplingar mellan Östersjölaxens 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 (19). Halterna av kadmium i strömming i Östersjön har dock minskat eller ligger stadigt, och samma trend gäller de flesta undersökta ämnena (11). Perfluoroktansulfonsyra (PFOS) ökar dock i strömming i både egentliga Östersjön och Bottenhavet. PFOS är levertoxiskt (20, 21), 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.

Det är uppenbart att informationsinsatser avseende rapportportalen nått fram tidigt under säsongen och att det funnits intresse av att rapportera sjuk, skadad och död fisk. Rapporteringen från Torneälven under senhösten har dock 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 svampdödlighet i Torneälven, hann SVA inte samordna insatser innan isen lade sig. Evira hann dock ta prover från sex honor. 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 sportfiskare. 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. Under hösten kom många rapporter från olika vattensystem in via portalen, och insatser kunde göras i älvar som från början inte inkluderats i projektet (se rapport ”Laxdöden vid Torneälven 2014 - 2016/ Slutrapport av en svensk-finsk undersökning”). 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 (22).

Avseende fjällförluster finns en markant skillnad i yrkesfiskarnas bedömning och en rapport som presenterades 2008 (23). 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 (23). 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 samt i enstaka fall hos obducerade fiskar. 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.

SVA har sedan många år äskat statliga medel för att kunna genomföra en kontinuerlig vildfiskövervakning. En hälsoövervakning som en del av statusövervakningen av vildfisken är viktig ur flera aspekter. Dels sker fiskodling till stor del i öppna kassar i Östersjön eller i älvsystemen. Detta innebär att den odlade och den vilda fisken lever i direkt anslutning till varandra och det finns stor risk för överföring av infektionssjukdomar mellan odlade och vilda bestånd. I odling går fisken mycket tätt och introduceras ett smittämne har det god chans att uppförökas i stor omfattning. Risk finns därefter för spridning via nära kontakt med vildfisk runt kassarna, eller med vatten eller med vektorer över längre avstånd. Sportfiske/Fritidsfiske är en populär sysselsättning vilket gör att många människor uppmärksammar när problem börjar bli omfattande. Allmänheten i tätbefolkade områden uppmärksammar också problem när död fisk flyter nedströms eller allvarligt sjuk fisk håller sig på lugnvatten nära stränderna och problemen får ett stort nyhetsvärde. Här måste insatser kunna göras för att ta reda på orsak till utbrott och lugna allmänheten.

SLUTSATSER

Problemen i de olika älvsystemen förefaller ha delvis gemensam etiologi, men vi ser flera bidragande orsaker:

- Hudblödningarna förefaller ha infektiöst ursprung. Även om inget sjukdomsframkallande agens verifierats finns starka indikationer på detta genom den kraftiga inflammation som kan ses under hudblödningarna samt att DNA-sekvensering i samtliga undersökta prover från tre vattensystem indikerar närvaro av virus som kan vara inblandade i liknande symptombild.
- I Torneälven är en betydande andel av problemen orsakade av sårskador – såväl mekaniska som sårskador av okänt ursprung.
- UDN-liknande förändringar var vanligt förekommande. Ett flertal prover mötte de histologiska kriterierna för diagnosen, men placeringen av skadorna var inte den klassiska. Detta kan betyda att UDN är en del av problematiken men också att andra faktorer kan ge samma typ av förändringar som vid klassisk UDN.

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 laxfisk i Östersjön med:

- Undersökning av en panel av de viktigaste vitaminerna och antioxidanterna – Vit A, B, C, E, astaxhantin hos frisk fisk och sjuk frisk med hudblödningar, sår, svamp eller som bara är svaga för att göra en mer komplett bedömning av eventuell bristsjukdom hos fisken. Analyserna utförs vid Evira
- Undersökningar avseende PFOS samt metaboliter av senapsgas hos samma fiskar
- Fortsatt histologisk undersökning av hudskador för att vidare utreda de ytliga hudnekroser där etiologin inte kunnat klarläggas
- Fortsatt undersökning för virus – försök att definiera vad de indikationer som helgenomsekvenseringen ger innebär.
    - Elektronmikroskopi av vävnader från fisk med hudblödningar för att se om viruspartiklar kan identifieras
    - Odling på ASK-celler för att försöka hitta och identifiera virus
    - Utveckling av PCR mot lämplig sekvens av de som hittats vid helgenomsekvensering, alternativt virus som kan odlas fram på cellkultur för att möjliggöra screening av fler prover
- Portalen upprätthålls för att bidra till kontinuerlig övervakning och möjlighet till akuta insatser. Här är informationsinsatser av fiskevårdsorganisationer, 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. Utifrån de resultat som erhålls kan det vara befogat med vidare undersökningar.

- Vi önskar också bygga ett nätverk med SLU, där man tittar på biologiska aspekter (t ex avseende diet och vandringsmönster) för att ge en bättre förståelse för sjukdomsdynamiken.
- Ett större grepp behöver tas om hur vattenföring, älvsystemens areal och temperaturer tillsammans med steget av fisk samverkar för att påverka smittrycket.

Det vore värdefullt att inkludera lax från västkusten som referenspopulation.

FINANSIERING

Projektet har finansierats via anslag 1:12 från Havs- och Vattenmyndigheten, samt för Torneälven via forskningsfonden från det gemensamma fiskekortet för Torneälvssystemet. Fonden disponeras för Sveriges del av Havs- och vattenmyndigheten. Fiskevårdsbidrag har erhållits från Länsstyrelserna i Blekinge, Norrbotten och Västernorrland.

TACK

Ett stort tack till alla som bidragit till att projektet kunde genomföras: Assisterande vid fångst och obduktioner, sportfiskare, yrkesfiskare, byalag, guider, Länsstyrelserna 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 och rapporten. Personal vid SVA och Evira som involverats i de olika analyserna och alla som bidragit med extra data. Ett särskilt tack till Perttu Koski för gott samarbete avseende Torneälven och givande diskussioner avseende övriga vattensystem.

REFERENSER

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. Bankevich A, Nurk S, Antipov D, Gurevich A, Dvorkin M, Kulikov A, Lesin V, Nikolenko S, Pham S, Prjibelski A, al e. 2012. SPAdes: a new genome assembly algorithm and its applications to single-cell sequencing. . J Comput Biol 19:455-477.
3. Buchfink B, Xie C, Huson D. 2015. Fast and sensitive protein alignment using DIAMOND. Nat Meth 12:59-60.
4. Huson D, et al. MEGAN Community Edition - Interactive exploration and analysis of large-scale microbiome sequencing data. to appear in: PLoS Computational Biology.
5. Ikonen E. 2006. Thesis. 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.
6. 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. J Fish Dis 36:921-937.
7. Dong C, Weng S, Shi X, Xu X, Shi N, He J. 2008. Development of a mandarin fish Siniperca chuatsi fry cell line suitable for the study of infectious spleen and kidney necrosis virus (ISKNV). Virus Res 135:273-281.
8. Fu X, Li N, Lai Y, Luo X, Wang Y, Shi C, Huang Z, Wu S, Su J. 2015. A novel fish cell line derived from the brain of Chinese perch Siniperca chuatsi: development and characterization. J Fish Biol 86:32-45.
9. Anonymous. 2006. Systemic Pathology of Fish - A text and atlas of normal tissues in teleosts and their reponses in disease, 2 ed. Scotian Press, London, UK.
10. Metselaar M, Thompson KD, Gratacap RM, Kik MJ, LaPatra SE, Lloyd SJ, Call DR, Smith PD, Adams A. 2010. Association of red-mark syndrome with a Rickettsia-like organism and its

connection with strawberry disease in the USA. Journal of fish diseases **33:**849-858.
11. **Anonym.** 2016. Havet 2015/2016.
12. **Garseth Å, Fritsvold C, Opheim M, Skjerve E, Biering E.** 2013. Piscine reovirus (PRV) in wild Atlantic salmon, Salmo salar L., and sea-trout, Salmo trutta L., in Norway. J Fish Dis **36:**483-493.
13. **Garseth Å, Biering E, Tengs T.** 2012. Piscine myocarditis virus (PMCV) in wild Atlantic salmon Salmo salar. Dis Aquat Organ **102:**157-161.
14. **Jafari M, Ghanei M.** 2010. Evaluation of plasma, erythrocytes, and bronchoalveolar lavage fluid antioxidant defense system in sulfur mustard-injured patients. Clin Toxicol (Philadelphia, Pa.) **48:**184-192.
15. **Noort D, Verheij ER, Hulst AG, de Jong LP, Benschop HP.** 1996. Characterization of sulfur mustard induced structural modifications in human hemoglobin by liquid chromatography--tandem mass spectrometry. Chem Res Toxicol **9:**781-787.
16. **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. Sci reports **6:**38821.
17. **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.
18. **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.
19. **Thuvander A.** 1990. Thesis. The immune system of salmonid fish: Establishment of methods for assessing effects of aquatic pollutants on theimmune repsonse. Swedish University of Agricultural Sciences.
20. **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. Int J Environ Res Pub Health **12:**15673-15682.

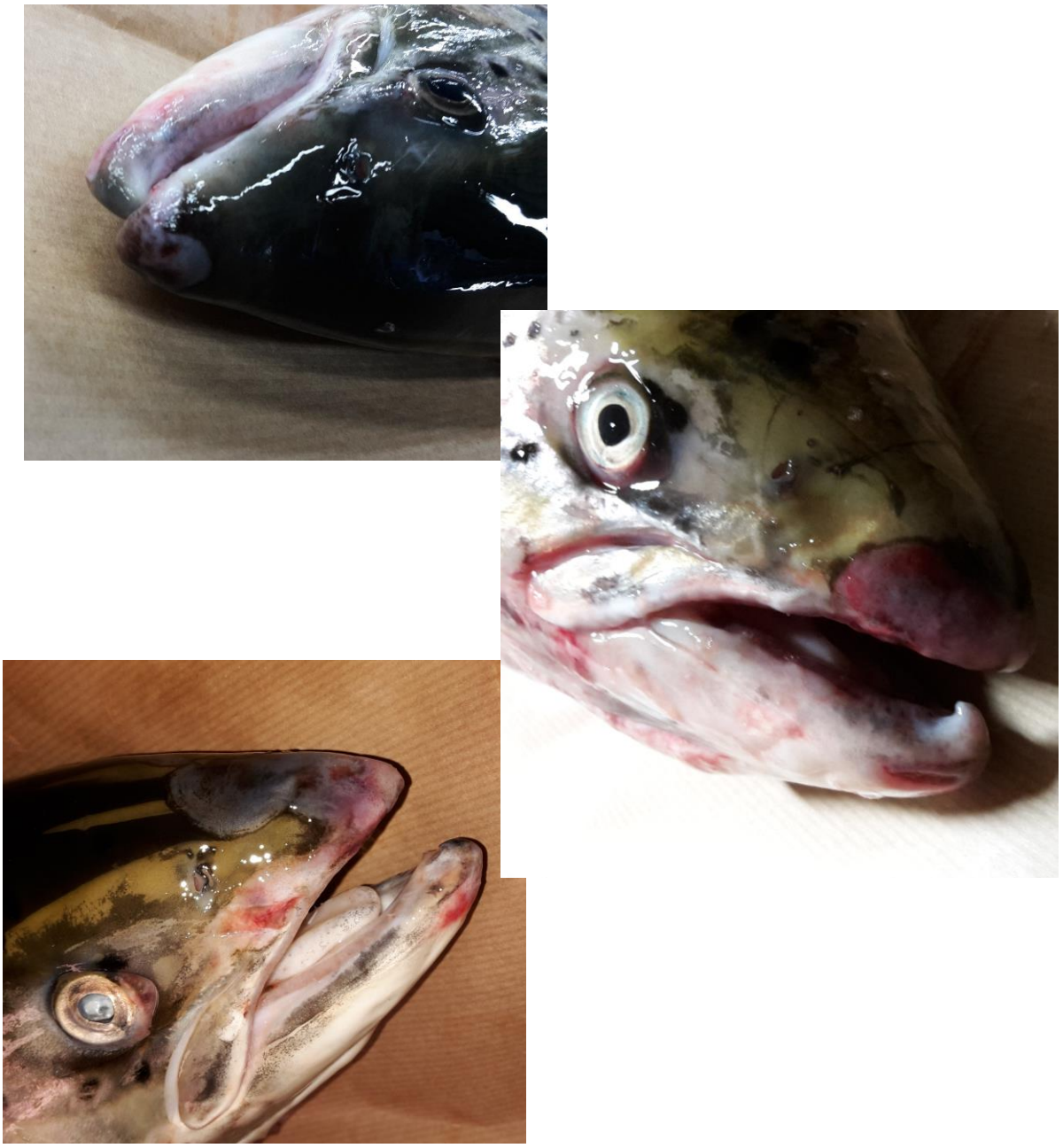
21. Wan HT, Zhao YG, Wei X, Hui KY, Giesy JP, Wong CK. 2012. PFOS-induced hepatic steatosis, the mechanistic actions on beta-oxidation and lipid transport. Biochimica et biophysica acta 1820:1092-1101.
22. Königson S. 2012. Det växande sälbeståndet hotar kustfsket i Östersjön. Fiskeritidskrift för Finland 8-10.
23. Jonsson S. 2008. Observation och dokumentation av skador på lax fångad i Push- Upfälla i Byskeälvens fredningsområde 20080531-20080611.

BILAGA 1. BILDER FRÅN OBDUKTIONER SAMT HISTOLOGI

1. Akuta, kraftiga och omfattande hudblödningar, Mörrumsån, juni

2. Senare stadium av hudblödning, måttlig omfattning, Mörrumsån, juni

3. Slutstadium av hudblödning. Fjällförluster och kraftig svamp-infektion med övergrepp på gälarna, Mörrumsån, juni (vänster) och Umeälven, juli (höger)



4. UDN-liknande förändringar, Mörrumsån, juni och Umeälven, juli

5. Avläkt mekanisk skada, Torneälven, juni

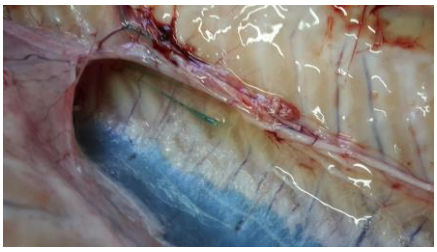
6. Lindriga men utbredda hudblödningar på buken, Torneälven, juni

7. Misstänkt skada efter nejonöga, Torneälven, juni

8. Omfattande fjällförluster av äldre datum, fenskador samt lindriga utbredda hudblödningar, Bottenviken, juni

9. Djup ulceration med förlust av främre delen av analfenan, Torneälven, juni

10. Blödningar i bukhinnan Indikerande systemisk infektion, fisken från bild 8.



11. Bifynd. Inflammerad simblåsa innehållande två fenstrålar, Torne-Älven, juni

12. Sik med hudrodnad och svampangrepp, Ljungan, oktober

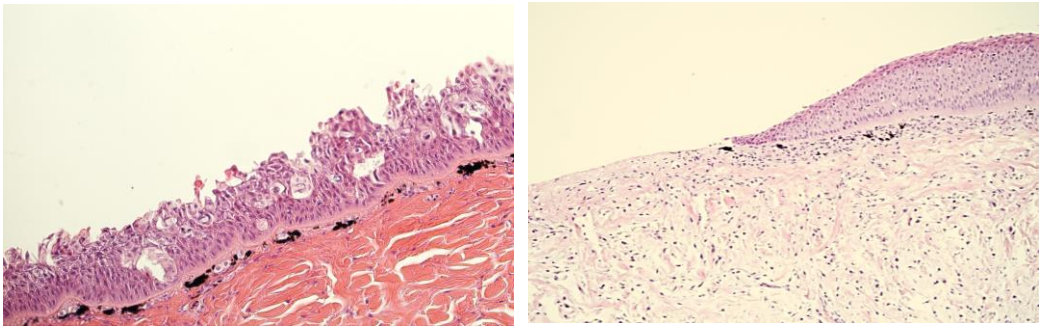
13. Två laxar med kraftiga *Saprolegnia*-liknande svampangrepp, Ljungan, oktober

14. Stationär öring med *Saprolegnia*-liknande svampangrepp, Ljungan, oktober

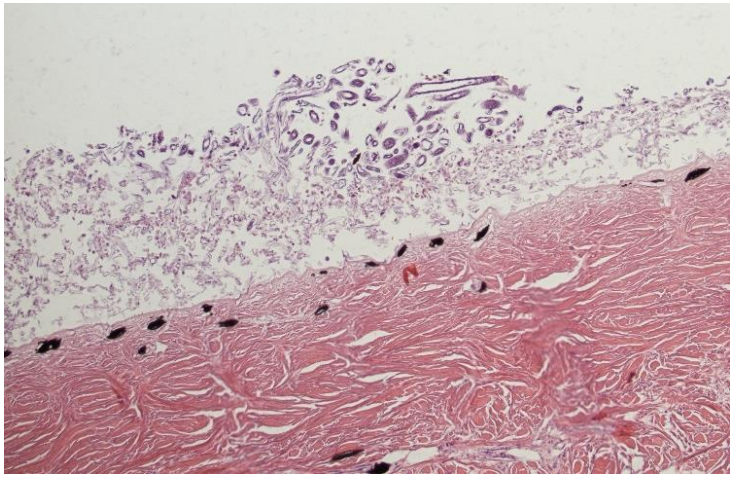
15. Lindriga hudblödningar, omfattande UDN-liknande förändringar och pigmentförlust, Stockholm, oktober

16. Djupa, UDN-liknande lesioner. Stockholm, oktober

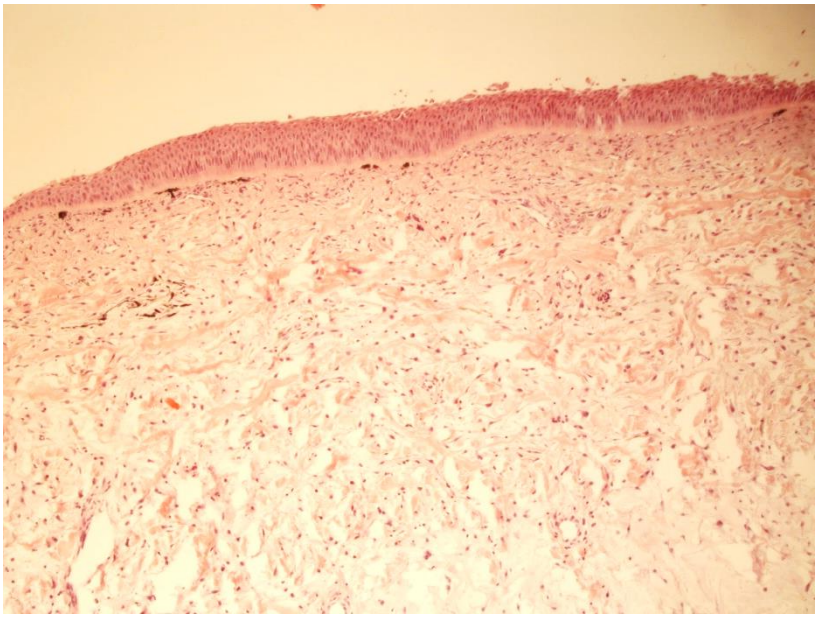
17. *Saprolegnia*-liknande angrepp, Mörrumsån, oktober



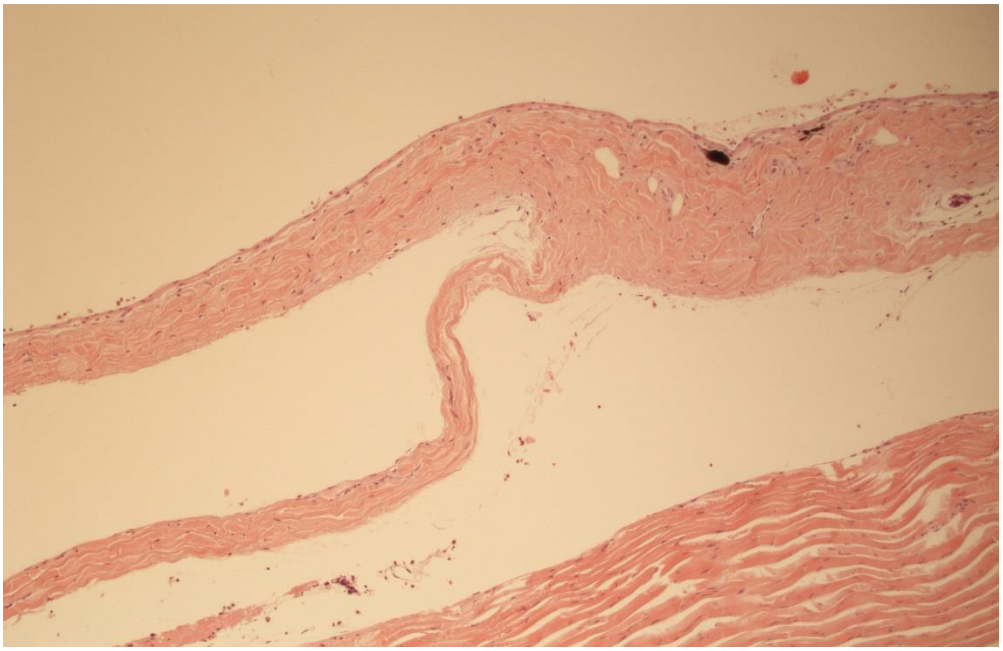
18. Histologi från två fiskar med UDN-liknande skador vid obduktion. Fisken till vänster har UDN med typiska hålrum i överhuden, vissa pigmentceller har lösts upp samt slemceller saknas. Fisken till höger saknar slemceller och många pigmentceller har lösts upp men nekros med hålrum saknas, och överhuden tunnas bara ut tills mellanhuden blottas. Skadan klassas ej som UDN.



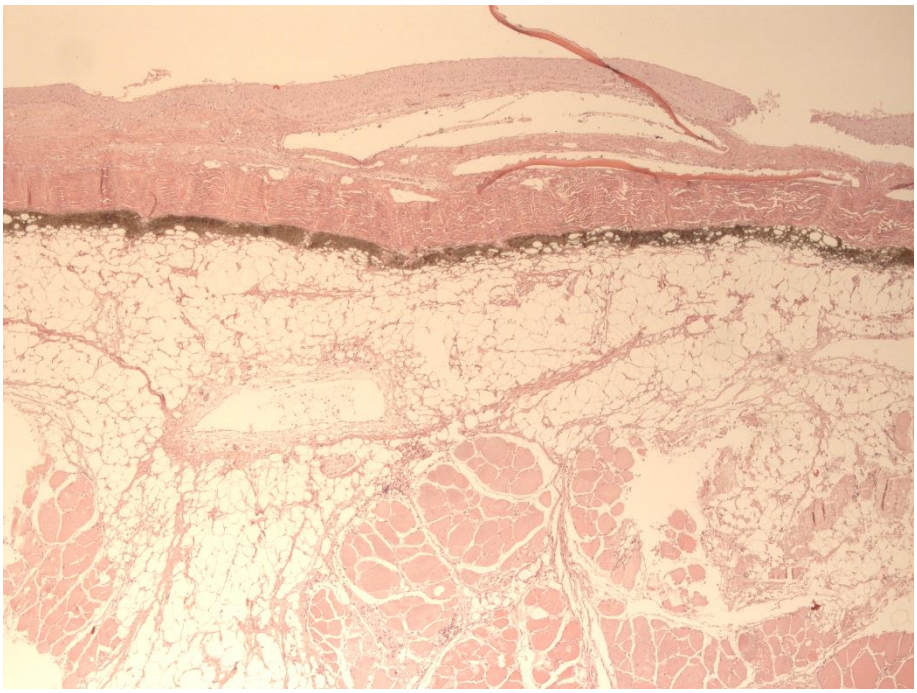
19. Hud, invasion med svamphyfer där epidermis dött. Basalmembranet är fortfarande intakt, dermis har ännu inte drabbats av infektionen.



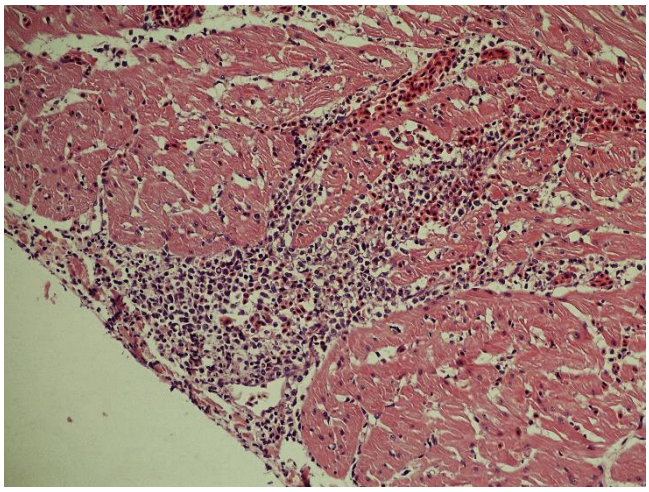
20. Hudblödning. Ytliga nekroser (epidermis) samt kraftig kronisk inflammation i dermis.



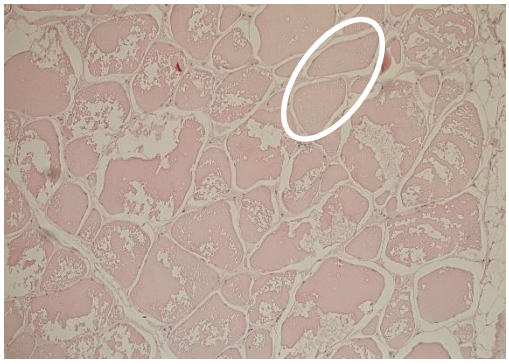
21. Hudrodnad. Nekros av epidermis, lindrig till måttlig kronisk inflammation i dermis. Kraftig inflammation i underliggande fettväv samt blödningar, omfattande inflammation och nekroser i muskulatur.



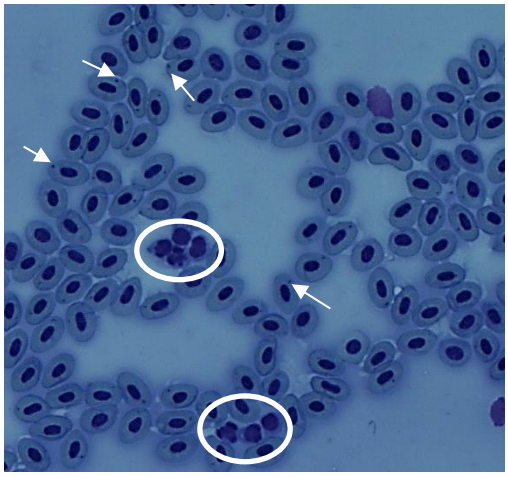
22. Akut hudblödning. Dermis är blottat, förekomst av erytrocyter ovanpå hudnekrosen och i fjällfickor. Inget inflammatoriskt svar.



23. Förgrenad lokal inflammation av kronisk natur i hjärtats yttre muskellager samt med övergrepp lokalt på hjärthinnan.



24. Omfattande akut muskelsönderfall, tvärsnitt av vit muskulatur. Inringade muskelceller är normala



25. Blodutstryk från fisken på bild 1. Många erytrocyter har små inklusioner (vita pilar) och det förekommer fragmentering av trombocyternas kärna (inringat)

BILAGA 2 EXEMPEL PÅ SKADOR PÅ FISKAR FRÅN OLIKA ÄLVSYSTEM I RAPPORTPORTALEN.

1. Svampangripen fisk, ej *Saprolegnia*-liknande infektion. Mörrumsån, maj

2. Fisk med hudblödningar. Mörrumsån, juni

3. *Saprolegnia*-liknande svampangrepp. Umeälven, juli

4. Flera dagar gamla fiskkadaver. Umeälven, juli

5. Laxhane utan synliga skador, men som inte orkar hålla sig upprätt. Lögdeälven, augusti

6. *Saprolegnia*-liknande svampangrepp med sårig hud där svampkolonierna lossnat. Ljungan, oktober

7. Sik utan yttre symptom. Ljungan, oktober

8. Utlekta fiskar som dukat under för svampangrepp. Kalixälven, oktober

9. *Saprolegnia*-liknande svampangrepp. Kalixälven och Luleälven, oktober