

Hälsöövervakning av vildlevande fisk, kräftdjur och blötdjur 2021

oktober 2022



STATENS
VETERINÄRMEDICINSKA
ANSTALT

Diarienummer hos SVA: SVA AVTAL 2021/39

Diarienummer hos HAV: 741-21

Publiceringsdatum: 30-09-2022

Revideringar:

Huvudförfattare: Charlotte Axén

Övriga författare: Hampus Hällbom, Anna Aspán, David Persson, Ludvig Orsén

Omslagsbild: Erik Johnning, tioarmad bläckfisk rapporterad från Tjörn 24-06-2021

Innehåll

Inledning	9
Bakgrund	9
Uppdrag	9
Kvalitetssäkring vid SVA	11
Del 1. Havslevande fisk	12
Övervakning av torsk, sandskädda och skrubbskädda	12
Sammanfattning	12
Introduktion	12
Syfte	13
Material och metoder	14
Provinsamling	14
Obduktion och provuttag	14
Laboratorieanalyser	15
Databearbetning	16
Resultat	17
Provinsamling	17
Obduktion och provuttag	18
Laboratorieanalyser	22
Diskussion	31
Slutsats	35
Referenser	36
BILAGA HF1 – Klassificering av utvärtes fynd	38
BILAGA HF2 – Klassificering av parasitbörda	39
Akutmedel	40
Fall 1. Massdöd av sill/strömming	40
Rapportportalen	40
Undersökningar från SLU:s kustprovfisken i Hanöbukten 2020 och 2021	41
Sammanfattning	41
Material och metoder	41
Resultat	41
Torsk och vitling (2021)	41
Skrubbskädda	42
Diskussion	43
Referenser	44

Del 2. Anadrom fisk.....	45
Sammanfattning	45
Introduktion.....	45
Syfte	46
Övervakning av <i>Gyrodactylus salaris</i>	47
Material och metoder.....	47
Provtagningspunkter	47
Provtagning.....	47
Laboratorieanalyser	47
Resultat	47
Förekomst av <i>Gyrodactylus</i> sp. i provtagna vattendrag och lokaler	47
Laboratorieanalyser	49
Diskussion	49
Slutsats.....	50
Återvändande lax.....	50
Material och metoder.....	50
Provtagningspunkter och antal fisk	50
Fångst och förvaring av fisk	51
Obduktion och provtagning.....	51
Laboratorieanalyser	52
Resultat	53
Genomförande av provtagningar 2021	53
Diskussion	54
Slutsats.....	54
Referenser.....	55
Avelsfisken	56
Syfte	56
Metod	56
Resultat	56
Enkätundersökning	56
Provtagning av avelsfisk 2019.....	60
Diskussion	61
Enkätundersökning	61
Provtagning av avelsfisk 2019.....	62
Referenser.....	62

Inventering av leksträckor	63
Resultat	63
Kalixälven (Linaälven och Ängesån)	63
Kågeälven	63
Vindelälven	63
Öreälven	63
Ljungan	64
Mörrumsån	65
Örekilsälven	65
Diskussion	66
Diagnostik av <i>Saprolegnia</i> sp.	67
Sammanfattning	67
Introduktion	67
Syfte	68
Material och metoder	68
Provinsamling, provuttag och odling	68
Laboratorieanalyser	68
Resultat	68
Diskussion	71
Slutsats	72
Referenser	72
Rapportportalen	73
Torneälvens vattensystem	73
Luleälvens vattensystem	73
Ume- och Vindelälvens vattensystem	74
Klarälvens vattensystem	74
Ätrans vattensystem	74
Del 3. Katadrom fisk	75
Provtagningsprogram	75
Sammanfattning	75
Introduktion	75
Syfte	76
Material och metoder	76
Provinsamling	76
Obduktion och provuttag	76

Laboratorieanalyser	76
Databearbetning	76
Resultat	77
Provinsamling	77
Obduktion och provuttag.....	77
Laboratorieanalyser	78
Diskussion	82
Simblåsemask	82
Virusinfektioner	83
Ålherpesvirus	83
Slutsats.....	84
Referenser.....	84
Akutmedel.....	85
Fall 1. Albinoål från Hjälmarens, Örebro län	85
Fall 2. Ål upphittad död i Gunneby Kile, Tjörn, Västra Götalands län.....	86
Fall 3. Ål från Höganäs, Skåne län	87
Fall 4. Ål från Mälaren, Stockholms län	88
Fall 5. Ål från Voxnan, Gävleborgs län	88
Referenser.....	89
Rapportportalen	89
Del 4. Sötvattenslevande fisk.....	90
Gäddsarkom-projektet.....	90
Sammanfattning	90
Introduktion	90
Syfte	91
Material och metoder.....	92
Provinsamling	92
Provtagningspunkter	92
Fisk	92
Obduktion och provuttag.....	92
Laboratorieanalyser	92
Resultat	93
Diskussion	94
Slutsats.....	95
Referenser.....	96

Akutmedel.....	97
Fall 1. Storspigg med vita ”maskar”	97
Fall 2. Parasiter från bukhåla, öring.....	98
Fall 3. Massdöd av abborre, Vänern	98
Fall 4. Solabborrar, Västmanland.....	98
Fall 5. Röding, Kultsjön, Västerbotten	98
Fall 6. Röding, Vättern	99
Referenser.....	99
Rapportportalen	100
Del 5. Kräftdjur.....	102
Övervakningsprogram	102
Sammanfattning	102
Introduktion	102
Syfte	103
Material och metoder.....	103
Provinsamling	103
Obduktion och provuttag.....	103
Laboratorieanalyser	104
Kräftor	104
eDNA-analyser	104
Resultat	104
Kräftor	104
eDNA, provinsamling och analyser	107
Diskussion	109
Slutsats.....	110
Referenser.....	111
Rapportportalen	111
Del 6. Blötdjur	112
Havslevande blötdjur.....	112
Sammanfattning	112
Introduktion.....	112
Syfte	113
Material och metoder.....	113
Provinsamling	113
Provuttag	113

Laboratorieanalyser	113
Resultat	115
Diskussion	117
Slutsats	118
Referenser	118
Sötvattenslevande blötdjur	118
Del 7. Rapportportalen	119
Ingångssidan https://rapporterafisk.sva.se	119
Kartfunktion och tabell med fynd	120
Statistik	121
Summering av inkomna rapporter 2021	122
Tids- och artmässig fördelning av rapporter	122
Typ av observationer	126
Diskussion	127
Del 8. Invasiva främmande arter	128
Sammanfattning	128
Introduktion	128
Syfte	129
Material och metoder	129
Identifiering av IAS att inkludera i riskvärderingen	129
Litteratursökning	129
Riskvärdering	130
Resultat	130
Identifiering av IAS att inkludera i riskvärderingen	130
Litteratursökning	133
Riskvärdering	142
Diskussion	146
Slutsats	148
Referenser	149

Inledning

BAKGRUND

Övervakning av vilda djurs hälsa har pågått drygt 70 år i Sverige men har tidigare inte omfattat fisk, kräft- och blötdjur. Miljöövervakning och beståndsuppskattningar i vattenmiljö har pågått länge men hälsoövervakning har i de flesta fall endast skett i form av sporadiska projekt som löpt över en förhållandevis kort tidsperiod. Några få undantag finns där övervakningen pågått kontinuerligt under en längre tid, så som övervakningen av *Gyrodactylus salaris* i västkustmynnande älvar och den passiva övervakningen av *Aphanomyces astaci* som orsakar kräftpest hos sötvattenskräftor.

Hälsan hos vild fisk, kräftdjur och blötdjur är en viktig parameter för att bedöma tillståndet i våra vattenmiljöer. Systematisk insamling av data är grundläggande för att kunna upptäcka akuta förändringar såväl som långsiktiga trender. Under 2000-talet har flera fall av försämrad hälsa hos vild fisk uppmärksamats. Exempel på detta är torskar med sårskador i Hanöbukten, en ökad frekvens av parasiter hos torsk samt en generell försämring av torskbeståndens hälsa i Östersjön samt sjuklighet och dödlighet på lax i Östersjöälvarna. Om det hade funnits ett befintligt övervakningsprogram hade dessa situationer sannolikt kunnat upptäckas och börjat utredas i ett tidigare skede.

För invasiva främmande arter (IAS) behövs proaktiv omvärldsspaning och bedömningar avseende introduktion av dessa samt riskvärdering avseende introduktion av nya smittor i svenska vatten. Viktigt är även att informationen blir tillgänglig för allmänheten samt personer som arbetar med frågor som kan kopplas till djurhälsa i vattenmiljöer.

UPPDRAG

Under 2019 gav Havs- och vattenmyndigheten (HaV) SVA i uppdrag att ta fram ett brett övervakningsprogram avseende vildlevande fisk, kräft- och blötdjur. Syftet med uppdraget var att utveckla tidigare framlagda förslag för att få ett mer heltäckande övervakningsprogram, och programmet påbörjades 2020. Övervakningen är av största vikt för att samla kunskap gällande effekter av smittsamma sjukdomar. Dessutom ges bild av hur ekosystemen påverkas av klimatförändringar, miljöföroreningar samt av introduktion av IAS. Kunskap om olika beståndshälsostatus behövs för att kunna utföra en ekosystembaserad och hållbar fiskförvaltning, övervaka miljöns tillstånd, tillse livsmedelsförsörjning samt för att förhindra smittspridning. SVA kan i tillägg erbjuda resistensbestämning av isolerade bakterier såsom vi i dagsläget gör i samband med sjukdom och antibiotikabehandling av odlad fisk. På vild fisk är detta inte viktigt ur ett behandlingsperspektiv, men då resistens kan spridas även via vilda djur är det viktigt att få en bild av förekomst av antibiotikaresistens hos sjukdomsframkallande bakterier eller miljöbakterier i vilda populationer och att kunna följa trender i dessa populationer.

Programmet omfattar delområden inom HaV:s miljö kvalitetsmål *Ett rikt växt- och djurliv, Levande sjöar och vattendrag, Hav i balans samt levande kust och skärgård.*

Övervakningsprogrammet syftar även till att stödja HaV med relevanta underlag, analyser och metodutveckling som bland annat bidrar till att uppfylla:

- Kraven i den nationella förordningen (1994:1716) om fisket, fiskerinäringen och vattenbruk
- Målen i de nationella åtgärdsprogrammen för flodkräfta och flodpärlmussla
- Målen i EU:s miljödirektiv
 - art- och habitatdirektivet (92/43 EEG)

- vattendirektivet (2000/60/EG)
- havsmiljödirektivet (2008/56/EG)
- Kraven i EU:s förordning (1143/2014) om förebyggande och hantering av introduktion och spridning av invasiva främmande arter.
- Delmål 1 under huvudmålet ”Kunskap och kommunikation” i ”Gemensam strategi för fiskets framtid” (2020, HaV och Jordbruksverket).

”Gemensam strategi för fiskets framtid” är ett för HaV och Jordbruksverket gemensamt regeringsuppdrag, där huvudmålet ”Kunskap och kommunikation” definieras som ”*Kunskapen om de akvatiska ekosystemen samt om fiskets och vattenbrukets samhällsnyttor har ökat och sprids genom informationsinsatser och utbildningar*”. Under delmål 1 anges bland annat att kunskapen avseende hälsoläge hos vilda akvatiska organismer och kring risker med invasiva arter behöver förbättras, vilket faller inom ramen för SVA:s uppdrag.

Övervakningsmetodik inklusive provtagningar och analyser måste anpassas utifrån djurslag och livsmiljö, eftersom ekologiska och fysiologiska utmaningar skiljer mellan dessa. Programmet har därför delats upp i specifika områden som har anpassats efter de behov som identifierats:

- Havslevande fisk
- Anadrom fisk
- Katadrom fisk
- Sötvattenslevande fisk
- Havslevande kräftdjur
- Sötvattenslevande kräftdjur
- Havslevande blötdjur
- Sötvattenslevande blötdjur
- Invasiva främmande arter (IAS)

Övervakningen inom respektive område är tänkt att vara relativt konstant från år till år för att få jämförbara data. Undantaget är ”sötvattenslevande fisk” som genomförs i form av årsvisa projekt. SVA och HaV utvecklar programmet tillsammans och under det första året har stort fokus lagts på att pröva vilka metoder som ger bäst resultat och därmed är lämpliga att använda även framgent. Inom respektive område har olika externa resurser som länsstyrelser och SLU inkluderats i diskussioner kring lämplig struktur och övervakningsmetodik. Fokus har lagts på att undersöka indikatorarter med en internationellt använd metodik i marin miljö, bestånd med en känd hälsoproblematik, känsliga bestånd samt sjukdomar som sprids i andra länder och riskerar att introduceras i Sverige.

Programmet samordnas i möjligaste mån med (miljögifts- och bestånds-övervakning) av fisk, kräft- och blötdjur för att optimera provtagning och få synergistiska effekter mellan SLU Havsfiskelaboratoriums (H-lab) BITS/IBTS och SVA:s provtagningar. Övervakningen inkluderar både aktiv och passiv övervakning samt metodutveckling. Med aktiv övervakning avses att riktad provtagning genomförs av SVA eller annan aktör och data samlas in genom att SVA aktivt ber om rapporter och bearbetar data från olika aktörer. Med passiv övervakning avses omständigheter som noteras av utomstående och rapporteras in på frivillig basis, till exempel via rapportportalen, och som i vissa fall kan leda till provtagning via akutmedel.

Resultaten från varje område samt hur provtagningarna genomförts redovisas i denna rapport.

I uppdraget ingår ett datavärdskap och data som produceras ska tillgängliggöras som öppna data. Öppna data kommer att finnas länkade till SVA:s hemsida: <https://www.sva.se/vilda-djur/fisk-kräftdjur-musslor-och-ostron/halsolage-for-vildlevande-fisk-kräftdjur-musslor-och-ostron/halsoovervakning-av-vildlevande-fisk-och-skaldjur/>. Publiceringen av öppna data har ännu

inte kommit igång då SVA håller att ta fram gemensamma riktlinjer för detta inom forskning och övervakning.

Rapportportalen, som funnits sedan 2016 redovisar redan öppna data. Sedan tidigare finns en kartfunktion där rapporter plottas ut (<https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/Map>). Sedan slutet av 2020 finns även fyndlistan (anonymiserad avseende rapportör) som öppen data på <https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/InrapporteradeFynd>, och sedan slutet av 2021 en statistikfunktion avseende totalantalet rapporter per månad och antalet laxfiskrapporter per månad (<https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/Statistik>).

Kvalitetssäkring vid SVA

SVA är certifierade enligt ISO 9001:2015 (kvalitet), ISO 14001:2015 (miljö) och ISO 45001:2018 (arbetmiljö). SVA är ackrediterat enligt ISO/IEC 17025 och granskas årligen av Swedac. SVA:s sektion för fisk är nationellt referenslaboratorium för fisk-, kräftdjurs- och blötdjurs-sjukdomar. Metodiken för av EU listade sjukdomar följer de diagnostiska manualer som EU:s referenslaboratorier föreskriver utifrån EU:s lagstiftning (EU) 2018:1882, alternativt utifrån OIE:s diagnostiska manualer för sjukdomar som listas av OIE men inte listas av EU och som Sverige har nationella åtgärder för enligt Djurhälsolagen (EU) 2016/429, Kap 4, Art 226. För vissa sjukdomar saknas föreskriven metodik. Om övervakning av sjukdomen ligger under offentlig kontroll (statlig övervakning, som till exempel renibakterios/BKD), används metodik som är validerad, ackrediterad och godkänd av Jordbruksverket. Annan metodik som används inom rutindiagnostiken är alltid validerad men inte alltid ackrediterad. Metodik som är under utveckling är inte validerad då det är en del av utvärderingsprocessen.

Del 1.

Havslevande fisk

Övervakning av torsk, sandskädda och skrubbskädda

SAMMANFATTNING

Internationella havsforskningsrådet (ICES) är en global organisation som arbetar för ett hållbart nyttjande av haven och SVA Fisk sitter med i arbetsgruppen för patologi och sjukdomar hos marina organismer (ICES WGPDMO). Länder kring Östersjön rapporterar årligen data från systematiska undersökningar avseende fiskhälsa, men Sverige har tidigare inte kunnat producera motsvarande rapporter. Under 2020 påbörjades systematisk hälsoövervakning av torsk och skrubbskädda i Östersjön samt torsk, skrubbskädda och sandskädda i Västerhavet. Provtagningarna görs i samband med att Sveriges Lantbruksuniversitet, Havsfiskelaboratorium (SLU H-lab) genomför sina trålfisken för beståndsövervakning. Sammanfattningsvis sågs få yttre allvarliga förändringar, medan påverkan på lever sågs vid vävnadsundersökningar, samt tecken på inflammation kunde ses i fiskarnas blodbild.

INTRODUKTION

Internationella havsforskningsrådet (ICES) är en global organisation med forskare från mer än 700 marina institut i 20 medlemsländer. ICES arbetar för hållbart nyttjande av haven, och SVA Fisk sitter med i arbetsgruppen för patologi och sjukdomar hos marina organismer (ICES WGPDMO). Flera länder kring Östersjön rapporterar årligen data från systematiska undersökningar avseende fiskhälsa, men Sverige har fram till 2020 inte kunnat producera motsvarande rapporter på grund av att systematisk övervakning inte genomförts här. Sedan 2010 har larmrapporter från fiskare om minskade fångster/bestånd och fångst av mager och sårskadad torsk (*Gadus morhua*) i Östersjön förekommit i media, framför allt från Hanöbuktsområdet. Det finns flera möjliga orsaker till dålig fiskhälsa, som intensivt fiske, syrefria bottnar, sårskador, samt ökad förekomst av lever- och muskelparasiter (torsk-/sälmask). Även på skrubbskädda (*Platichthys flesus*) har liknande sårskador noterats (SVA, 2016).

Hanöbukten har utretts i omgångar (HaV, 2013, 2018; SVA, 2016). För SVA:s del var detta ett startskott för övervakning av havslevande fisk. Sårskadorna hos torsk kategoriserades i tre grupper i SVA:s utredning, nämligen 1) bitskador (ff. a. säl), 2) fokala, välavgränsade runda sår, misstänkt orsakade av nejonöga, 3) generell inflammation (rodnader, fenröta och diffusa sår). Skrubbskädda uppvisade en fjärde typ av sår, som tidigare har associerats med infektion orsakad av *Aeromonas*-bakterier. Växt av *Aeromonas* sp. kunde dock bara påvisas hos en skrubbskädda (SVA, 2016).

Förekomst av torskmask/sälmask (*Contracaecum* sp. i levern och *Pseudoterranova decipiens* i muskulatur) samt spiralmask (*Anisakis simplex*, med tumlare som slutvärd) hos Östersjötorsk har undersökts både internationellt och nationellt (Buchmann & Kania, 2012; Mehrdana et al., 2014; Nadolna & Podolska, 2014; Lunneryd et al., 2015; Sokolova et al., 2018; SVA 2019). Alla tre parasitarterna kan potentiellt påverka fiskens kondition.

Hälsoövervakningen inkluderar torsk och plattfisk både i Östersjön och i Västerhavet. I Västerhavet är sandskädda (*Limanda limanda*) mer frekvent förekommande än skrubbskädda och därför inkluderas sandskädda i framför allt Västerhavsprovtagningarna. Sandskädda förekommer inte i mellersta och norra Östersjön, varför skrubbskäddan är fokusart i Östersjöprovtagningarna. Ytterligare en aspekt som föranleder inkludering av sandskädda är att ICES har tagit fram ett så

kallat Fish Disease Index (FDI) för denna art. Påbörjade FDI-mallar finns för torsk och skrubbskädda men de är ännu inte kompletta. FDI är en metod för att bedöma hälsan hos vildlevande fisk (Lang & Wosniok, 2008). Metoden bygger på att data samlas in från provfisken till havs, och inkluderar olika parametrar som bedöms vara viktiga för att avgöra fiskens hälsa. Parametrarna viktas utifrån en för respektive parameter förbestämd konstant och ett index-värde räknas ut. Avsikten är att få en objektivt uträknad parameter per fisk i stället för att man ska göra en subjektiv sammanställning utifrån de resultat som erhålls, och därifrån dessutom kunna räkna ut ett index för ett provfiskeområde. Detta bland annat för att möjliggöra en direkt jämförelse med andra länder och därmed en bredare användning av data än bara för svenska intressen. SVA har haft som mål att jobba enligt dessa mallar och att bidra till att mallarna för torsk och skrubbskädda färdigställs. Under våren 2021 har det dock tagits beslut om att FDI bör ses över av Thünen Institute for Fisheries Ecology med hjälp av ICES arbetsgrupp för patogener och sjukdomar hos marina organismer (WGPDMO). SVA fortsätter under tiden att arbeta enligt samma mallar som vi började bygga upp programmet kring.

Utöver den aktiva övervakningen finns en passiv övervakning där det finns möjlighet att ta in sjuk/skadad/död fisk för undersökning på akutmedel. SLU:s kustlaboratorium har av denna anledning material för provuttag tillgängligt i samband med sina provfisken, och ytterligare fall kan identifieras via SVA:s rapportportal för fisk <https://rapporterafisk.sva.se>, via sociala medier eller genom kontakt med fiskjouren.

Syfte

Syftet är att skapa ett övervakningsprogram där vi utöver att på ett nationellt plan följer hälsan hos torsk, skrubbskädda och sandskädda även ska kunna generera data som kan jämföras med internationell fiskhälsoövervakning.

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling

Insamling och provtagning av fisk gjordes i samarbete med SLU:s Havsfiskelaboratorium, Lysekil, genom att SVA följde med på SLU:s provfiske International Bottom Trawl Survey i kvartal 3 (IBTSQ3, Västerhavet) medan SLU utförde provtagningen enligt instruktion från SVA på Baltic International Trawl Survey i kvartal 1 (BITSQ1). SLU:s insamling av fisk sker genom ett antal hal (trålningar) på olika positioner inom ICES-områdena 24 – 28 (BITSQ1) och 21 (IBTSQ3) (**Bild HF1**). Målet var att provta totalt 100 torskar och 100 skrubbskäddor/sandskäddor per resa.

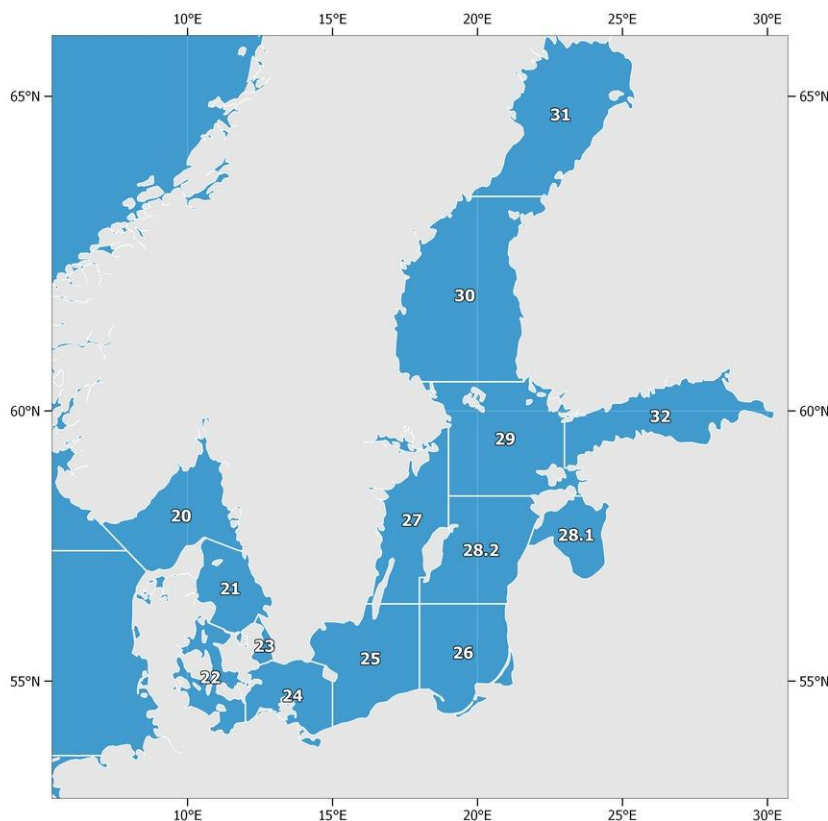


Bild HF1. ICES-områden (subdivisions) i Östersjön och västerhavet. Bilden är hämtad från FAO: <http://www.fao.org/fishery/area/Area27/en>

Obduktion och provuttag

Vid provtagningen fotograferades fisken och datum, drag, ICES-område, art, längd, vikt (total, lever samt gonad) och synliga yttre och inre förändringar noterades i en journal. De flesta torskarna undersöktes först av SLU, varför vissa morfometriska data inhämtats därifrån i efterskott. Utifrån längd och vikt räknades fiskens konditionsfaktor (CF) enligt Fulton ($\text{vikt(g)} \times 100 / \text{längd(cm)}^3$) ut. En förnyad bedömning av synliga skador har i efterhand gjorts utifrån foton, och förändringar har klassats enligt Bucke et al. (1996) samt kompletterande dokumentation avseende gradering av hudförändringar respektive parasiter (opubl., erhållna från Dr. Jörn Scharsack, Thünen Institute of Fisheries Ecology, Tyskland). Tyvärr saknades närbilder på skador och bilder på gälar från BITS-fiskarna. Även bilder på översidan av många skrubbskäddor saknades. Bilder på bukorgan och gälar från många av IBTS-fiskarna saknades också.

Rutinmässigt togs blodutstryk för cytologisk bedömning samt lever och könsorgan till formalin för histopatologisk undersökning. Vävnad från sårskador eller andra uppenbara yttre/inre förändringar togs också till formalin. Från fiskar med sår togs prov från njure för bakteriologisk

odling. Vid symptom som skulle kunna tyda på virusinfektion togs njure, hjärta och mjälte ut till virusmedium och frystes vid -20°C.

Från 50 torskar (>35 cm) från respektive resa skulle lever tas för digererering och räkning av torsk-/sälmask (*Contracaecum* sp.). Antalet maskar på torsklevernars yta (mot buksidan) räknades och kategoriserade enligt en dansk manual (opubl). Levrarna klassas då enligt följande: 0 (inga maskar), 1 (1 – 10 maskar), 2 (11 – 20 maskar), 3 (21 – 30 maskar) eller 4 (>30 maskar). Manualen används av övriga länder som deltar i BITS (*pers. komm.* Maria Ovegård, SLU). Levrarna frystes inför transport och vidare analys.

Laboratorieanalyser

Contracaecum sp. hos torsk

Levrarna tinades och digererades i digestionsvätska (16 mL saltsyra och 10 g pepsin i 2 L ~45°C kranvatten) enligt metod från EU:s referenslaboratorium för parasiter (Istituto Superiore di Sanità, Italien) men med vissa modifikationer (30 ml 37% saltsyra, 30 ml pepsin i 1 L 40-42°C vatten) då metoden är framtagen för finfördelad fiskmuskulatur (SVA, 2019). Isolerade maskar konserverades i en blandning av etanol och glycerol, och räknades och artbedömdes därefter under lupp (SVA, 2019). Efter räkning gjordes även en kategorisering av levrarnas totala innehåll av *Contracaecum* spp. enligt den danska manual som används för kategorisering av antalet maskar på leverns yta (0=0 maskar, 1=1-10 maskar, 2=11-20 maskar, 3=21-30 maskar, 4=>30 maskar).

Histopatologi och cytologi

Histopatologiska prover bäddades, snittades och rutinfärgades (Hematoxylin & Eosin). Blodutstryk fixerades och färgades med SNABB-DIFF (Labex AB). Läsning gjordes vid 40 – 1000 x förstoring. FDI-mallar för klassifiering/gradering av förändringar i levern (ospecifika skador, tidiga icke neoplastiska toxiska skador, för-neoplastiska förändringar (foci of cellular alteration (FCA)), benigna och maligna tumörer) har inte erhållits. Bedömning har gjorts avseende vakuoliseringsgrad, degeneration/nekros, parasitförekomst, makrofagcentra, inflammation, cellödem, blödningar, FCA och tumörer. Hos skrubbskadda och sandskadda bedömdes även status på pankreas (bukspottskörteln) då denna ligger inbäddad i och runt levervävnaden. Klassning har gjorts utifrån påverkansgrad och utbredning enligt följande:

Påverkansgrad

- För vakuolisering: 0 = ingen till måttlig vakuolisering utan tecken på sjuklig förändring, 0.1=kraftig vakuolisering utan tecken på förfettning, 0.5 = ojämn vakuolisering och 1 = förfettning
- För degeneration/nekros, makrofagcentra, inflammation, blödningar, FCA, tumörer, enzympåverkan i pankreas samt inflammation i pankreas: 0 = ingen, 1 = försumbar, 2 = liten, 3 = måttlig, 4 = kraftig
- För parasiter, cellödem: 0=ingen förekomst, 1=förekomst

Utbredning

- För vakuolisering, degeneration/nekros, makrofagcentra, inflammation, blödningar: 0=avsaknad, 1 = <25%, 2 = 25 – 50%, 3 = 51 – 75%, 4 = >75%
- För parasiter: 0=inga parasiter, 0.5 = <3 parasiter, 1 = 3 – 10 parasiter, 2 = 11 – 30 parasiter, 3 = >30 parasiter
- För cellödem: % av undersökt yta där cellödem förekommer
- För FCA och tumörer: antal FCA/tumörer

Poängen avseende påverkansgrad och utbredning för respektive variabel multiplicerades därefter (de två pankreasvärdena adderades till varandra) och viktades med en faktor 10 (utom cellödem som inte viktades) och den totala leverpoängen räknades ut genom summering av alla variabler. Maximal poäng är 890 plus eventuella poäng för FCA/tumörer. Kategorisering avseende poäng gjordes också enligt: Låg (0 - 99 poäng), medel (100 - 199 poäng) och hög (≥ 200 poäng). Klassningssystemet har använts av SVA under 10 år vid undersökning av tånglake och abborre inom miljöövervakning, men har efter hand modifierats något för att anpassas till olika arter.

I gonaderna bedömdes mognadsgrad, förekomst av intersex, inflammation (påverkansgrad 0 - 4 och utbredning 0 - 4 enligt ovan nämnd skala) samt infektion (0=ingen, 1=infektion). Inflammationsgraden räknades ut genom multiplikation av påverkansgrad och utbredning och adderades till infektionsstatus för att skapa en sammanlagd sjuklighetsgrad som max kunde hamna på 17 poäng ($4 \times 4 + 1$ enligt ovanstående klassning). En kategorisering av poängen för sjuklighetsgrad gjordes också enligt: ingen, lindrig (1-4 poäng), måttlig (5-10 poäng) och grav (11-17 poäng). Intersex/utvecklade gonader räknades inte in i sjuklighetsstatusen utan bedömdes separat.

Virologisk odling

SVA Fisk genomför virologisk odling enligt av EU:s referenslaboratorium för fisk och kräddjur föreskriven metodik för detektion av viral hemorragisk septikemivirus (VHSV) och infektiös hematopoietisk nekrosvirus (IHNV). Denna metodik möjliggör en bred screening då ett flertal virus som kan påverka våra svenska bestånd kan isoleras. Två parallella cellkulturer används - bluegill fry (BF-2) samt fathead minnow (FHM). Odling görs under två veckor, med subkultivering efter en vecka. Odlingsplattorna avläses regelbundet från dag 4 med slutavläsning dag 14. Vid förekomst av virus genomförs vidare diagnostik med ELISA eller direkt med qPCR beroende på misstanke. Vid positivt ELISA-test (IPNV, IHNV, VHSV, SVCV) konfirmeras diagnosen med qPCR samt för vissa virus en uppföljande sekvensering avseende genogrupp/genotyp. Vid virusförekomst där ELISA är negativ eller PCR-metodik för misstänkt virus saknas genomförs helgenomsekvensering för att identifiera viruset.

Andra cellkulturer finns att tillgå vid misstanke om specifika virus som inte växer på ovanstående celler, men detta är inte aktuellt för provtagningen av havslevande fisk.

Bakteriologisk odling

Vid förekomst av sår genomförs bakteriologisk odling, som standard på hästblod- och Tryptone Yeast Extracts Salts (TYES)-agar. Beroende på art, vattenförhållanden och misstanke om svårödlad bakterie kan även andra agarsorter användas. Detta inkluderar saltblod- och marinagar på havslevande fisk samt cysteinagar vid misstanke om *Francisella* sp. Inkubering av agarplattorna görs standardiserat vid 20°C i 5 - 7 dagar, men temperatur och tid kan behöva modifieras utifrån misstanke. Plattorna bedöms utifrån mängd bakterier och utseende på bakterierna. Vid signifikant växt av bakterier (mer än enstaka oidentifierbara kolonier eller ospecifik blandflora) bekräftas misstanke genom MALDI-TOF-analys eller biokemiska tester och resistensbedömning för antibiotika genomförs.

Databearbetning

För deskriptiv statistisk bearbetning överfördes data till Stata 15 (Stata Corp., 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas, 77845 USA). Utöver ren deskriptiv statistik användes Wilcoxon's rangsummetest, χ^2 -test, Fisher's exact test samt enkel linjär regression för att undersöka samband. GPS-koordinater avseende drag plottades på karta med hjälp av <https://rl.se/rt90>.

RESULTAT

Provinsamling

Provtagning inom BITSQ1 genomfördes 20:e februari till 3:e mars. Provtagning inom IBTSQ3 genomfördes 24-29 augusti. De drag, totalt 35 för BITSQ1 och 22 för IBTSQ3 som ingick i SVA:s provtagning finns inkluderade i **Bild HF2 A-B**.

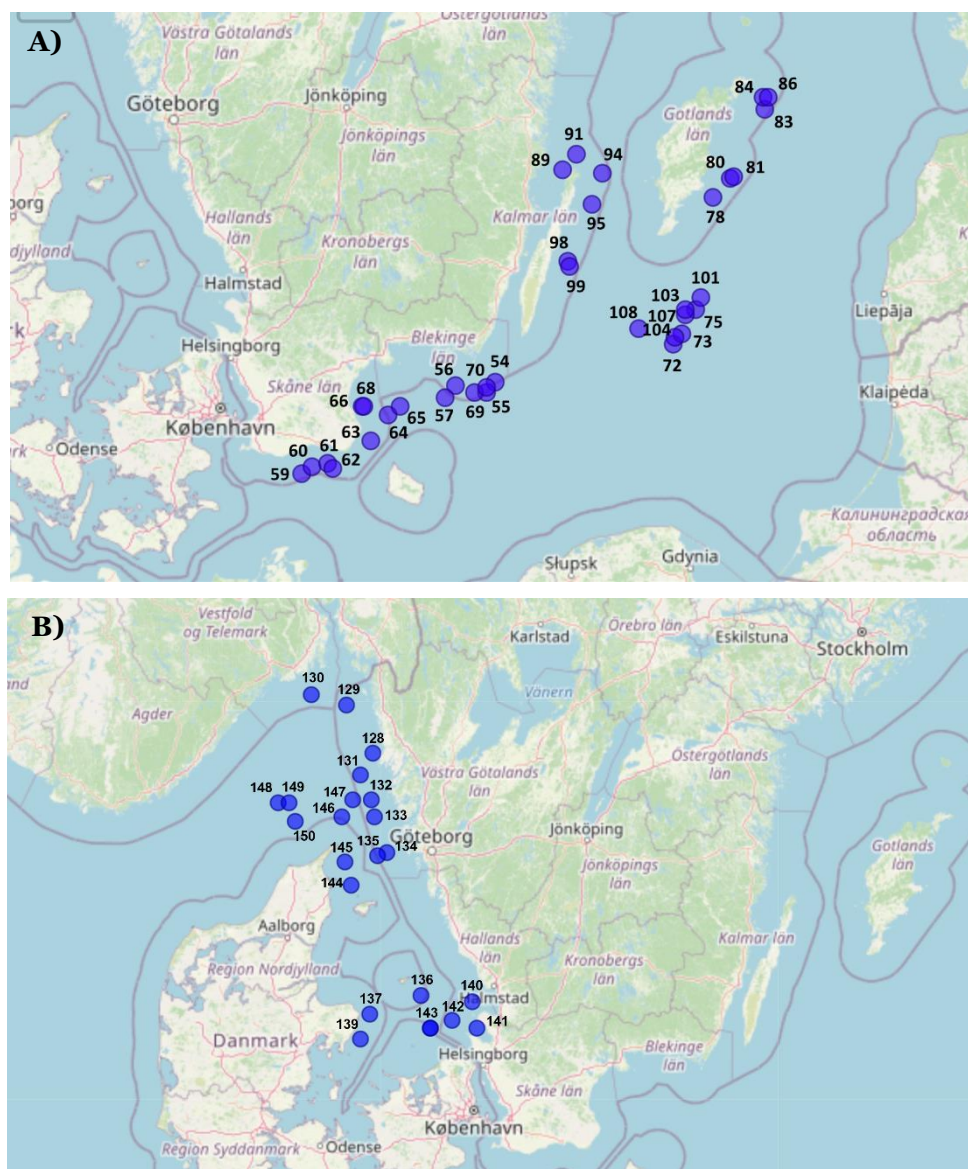


Bild HF2. Positioner för de drag inom **A)** BITSQ1 och **B)** IBTSQ3 varifrån fisk för SVA:s hälsoövervakning av havslevande fisk tagits. Kartunderlag från <https://rl.se/rt90>

Obduktion och provuttag

Totalt provtogs 200 fiskar (100 torskar och 100 skrubbskäddor) under BITSQ1 och 200 fiskar (100 torskar, 12 skrubbskäddor och 88 sandskäddor) under IBTSQ3. Morfometriska data presenteras i **Tabell HF1**.

Tabell HF1. Morfometriska data avseende fiskar provtagna inom hälsoövervakningen av havslevande fisk 2021, fördelat på respektive provtagning.

	Torsk		Skrubbskädda		Sandskädda
	BITSQ1	IBTSQ3	BITSQ1	IBTSQ3	IBTSQ3
Totalt antal fiskar	100	100	100	12	88
Kön ¹					
hane	42	42	45	8	46
hona	58	58	54	4	42
kön oklart			1		
Ålder (år) ^{2, 3}					
hane	0, 0, 19,9, 10, 2, 1, 1	0, 12, 18, 3, 1, 0, 0	Ingen åldersbestämning av plattfisker		
hona	0, 0, 16, 16, 20, 5, 1	0, 18, 23, 4, 3, 0, 0			
Längd (cm) ⁴					
alla	37 (23, 60)	39 (23.5, 84)	26 (16, 39)	28.3 (25.5, 46)	18.5 (15, 29)
hane	35 (23, 47)	38 (24, 82)	22 (17, 37)	27.5(25.5, 29.5)	18 (15.5, 23.5)
hona	38 (26, 60)	39 (23.5, 84)	29.5 (16, 39)	34 (29.5, 46)	20 (15, 29)
kön oklart ¹			21		
Vikt (g) ⁴					
alla	451 (114, 2 312)	578 (112, 6 460)	186 (41, 802)	218.5 (161, 819)	62 (31, 264)
hane	392 (114, 804)	540 (122, 5 514)	119 (50, 451)	207 (161, 237)	58 (33, 135)
hona	504 (164, 2 312)	592.5 (112, 6 460)	294 (41, 802)	426 (276, 819)	77.5 (31, 264)
kön oklart ¹			101		
Konditionsfaktor (CF) ⁴					
alla	0.92 (0.65, 1.10)	0.99 (0.81, 1.54)	1.12 (0.48, 1.49)	0.98 (0.84, 1.09)	0.97 (0.67, 1.37)
hane	0.91 (0.65, 1.08)	0.98 (0.86, 1.07)	1.03 (0.81, 1.34)	0.96 (0.88, 1.03)	0.98 (0.73, 1.21)
hona	0.92 (0.77, 1.10)	0.99 (0.81, 1.54)	1.15 (0.48, 1.49)	1.03 (0.84, 1.09)	0.96 (0.67, 1.37)
kön oklart ¹			1.09		

¹ Avser könsbedömning vid provtagning. Kön oklart=misstanke om intersex eller data saknas; ² Siffrorna visar antalet fiskar per ålderskategori enligt 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 år; ³ Data saknas för 18 torskar i IBTS; ⁴ värden anges som median (min, max)

Yttre och inre fynd utom parasiter

Data avseende yttre och inre makroskopiska fynd exklusive parasiter presenteras i **Tabell HF2**. Data avseende yttre och inre parasiter presenteras i **Tabell HF3**. Nycklar till kategoriseringen av yttre fynd respektive parasiter återfinns i **Bilaga HF1, Tabell HF4 & Bilaga HF2, Tabell HF5**. Foton saknades för tio torskar från BITSQ1, åtta torskar från IBTSQ3, tre skrubbskäddor från BITSQ1, och tvåsandskäddor från IBTSQ3.

Merparten av torskarna, 135 av 182 (74%) bedömda, uppvisade inga tecken på yttre skada eller sjukdom. I förhållande till 2020 års provtagning har dock andelen symptomfria individer sjunkit från 92%. De vanligaste fynden var fensador/fenröta (n=17), rodnader/hyperemier (n=16, klassat som "Övrigt yttre" i **Tabell HF2**) och sårskador (n=8). Två individer bedömdes ha avvikande pigmentering. Under "Övrigt inre" noterades *Contracaecum*-angrepp på sex BITSQ1-fiskar, leverblödningar på ett mindre antal fiskar och blödningar på hjärtat hos en individ.

Tabell HF2. Yttre och inre fynd utom parasiter hos fisk provtagen inom SVA:s hälsoövervakning av havslevande fisk 2021. Flera olika symptom kan förekomma hos samma fisk, varför summan av symptomfria och antalet noteringar för symptom kan överskrida antalet bedömda fiskar. Siffror i fet stil anger totalantalet fiskar med en typ av förändring där klassning i olika kategorier gjorts.

Fynd	Torsk		Skrubbskädda		Sandskädda	
	BITSQ1	IBTSQ3	BITSQ1	IBTSQ3	IBTSQ3	
Totalt antal fiskar	100	100	100	12	88	
Varav bedömda ¹	90	92	97	12	86	
Symptomfria: antal (%)	66 (73)	69 (75)	63 (65)	3 (25)	31 (36)	
Yttre fynd						
<i>Sår</i>	Stadium ²	4	9	0	2	5
	UlcHaem	-	4 (0,3,1) ³	-	-	3 (0,3,0) ³
	UlcPap	-	-	-	-	1 (0,1,0) ³
	UlcAcu	-	3 (0,1,2) ³	-	2 (0,2,0) ³	1 (0,0,1) ³
	UlcChro	2 (0,0,2) ³	1 (0,1,0) ³	-	-	-
	UlcHe	-	-	-	-	-
	UlcAb	2 (0,2,0) ³	1 (0,1,0) ³	-	-	-
	<i>Fenskada</i>	Stadium	13	4	8	0
	1	4 (4, 0) ⁴	2 (2, 0) ⁴	6 (4, 0) ⁴	-	28 (27, 1) ⁴
	2	5 (4, 0) ⁴	1 (1, 0) ⁴	1 (0, 1) ⁴	-	-
	3	4 (4, 0) ⁴	1 (1,0) ⁴	1 (1, 0) ⁴	-	-
<i>Avvikande pigmentering</i>	Hyperpig. ³	0	0	0	0	3
	1	-	-	-	-	2
	2	-	-	-	-	1
	3	-	-	-	-	-
	Anomali ³	2	0	0	0	4
	1	2	-	-	-	4
	2	-	-	-	-	
	3	-	-	-	-	
<i>Lymfocystis</i>	Knölar ³	0	0	21	3	2
	1	-	-	15	2	2
	2	-	-	6	1	-
	3	-	-	-	-	-
<i>Papillom</i>	Knölar ³	0	0	5	1	0
	1	-	-	2	-	-
	2	-	-	3	1	-
	3	-	-	-	-	-
<i>Skelettdeformation</i>		0	1	1	0	0
	Övrigt yttre	9	7	7	3	11
Inre fynd						
<i>Granulom</i>		1	0	4	1	1
	Enstaka små	1	-	2	1	1
	Flertal små	-	-	2	-	-
	Stora, många	-	-	-	-	-
Övrigt inre	4	6	22	1	0	

¹ Där foton finns och efterbedömning kunnat göras; ² UlcHaem: små blödningar med nedsänkning i huden, UlcPap: små blödningar men huden har börjat bukta utåt, UlcAcu: akut öppet (kött)sår, UlcChro: äldre inflammerat sår, ibland med varbildning, UlcHe: sår under avläkning, UlcAb: avläkt sår, ofta med melanisering; ³ Antal fiskar i kategori 1, 2, 3 enligt **Tabell HF4, Bilaga HF1**; ⁴ (<1/4 av fenan, ≥1/4 av fenan)

Av skrubbskäddorna var 66 av 109 (61%) utan några fynd. Detta är en betydligt större andel än föregående år (25%). Det vanligaste fyndet var lymfocystis (n=24) följt av sår (n=15) och fenskador (n=9). Under övriga yttre symptom noterades hudrodnader (n=10).

Under “övrigt inre” noterades främst melanisering av levern (n=7) men andra noterbara fynd var svullna njurar, varav en med granulom (n=4, **Bild HF3B**), anemi eller X-gill disease (n=1, **Bild HF3C**) och rodnade gonader (n=1). Alla påverkade fiskar utom en fångades under BITSQ1.

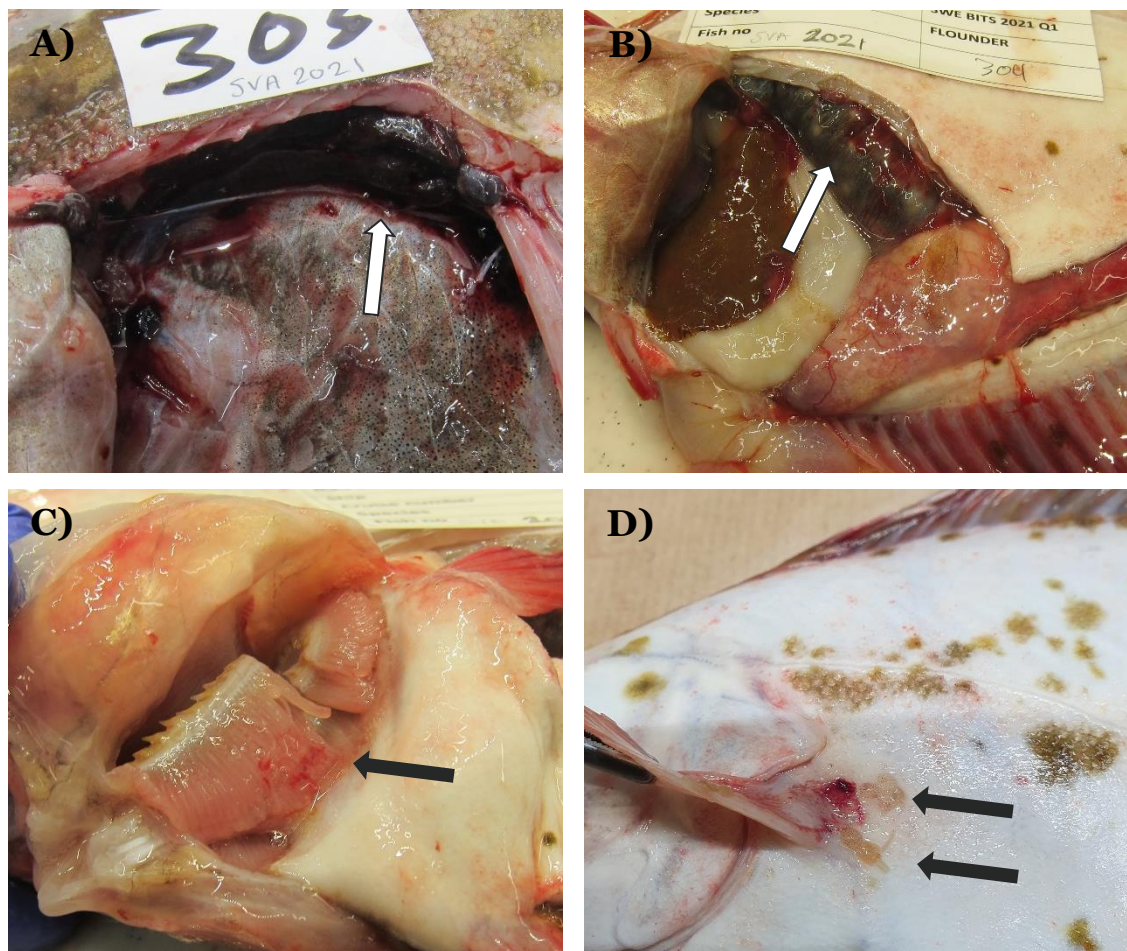


Bild HF3. Fynd hos skrubbskäddor. **A)** Normal njure, **B)** Kraftigt svullen njure med granulom (vita fläckar), **C)** Bleka/anemiska svullna gälar, samma fisk som i **B)**, samt **D)** Hudlöss (*Lepeophtheirus pectoralis*).

Av de 86 sandskäddor som kunde bedömas var 31 (36%) helt symptomfria. Den överlägset vanligaste avvikelserna var fensskador (n=28) följt av avvikande pigmentering (n=7) och sårskador (n=4). Endast en fisk hade inre avvikelser vilka bestod av cystor på levern.

Yttre och inre makroskopiska parasitfynd

I förhållande till fjolårets provtagningar (antal 2020 inom parenteser) var fler individer infekterade med externt synliga parasiter. Från BITSQ1 noterades infektion hos två (en) torsk samt fyra (två) skrubbskäddor och från IBTSQ3 hos 14 torskar (noll), sex (sex) skrubbskäddor och 24 (noll) sandskäddor. Dessa parasitfynd (**Tabell HF3**) bedömdes tillhöra sex olika arter; gällöss (*Acanthochondria cornuta*) (en skrubbskädda, BITSQ1), hudlöss (*Lepeophtheirus pectoralis*) (två torskar, IBTSQ3 samt sex skrubbskäddor IBTSQ3 (**Bild HF3D**)) och *Lernaecera branchialis* (två torskar, IBTSQ3), *Loma branchialis* (två torskar, BITSQ1), *Stephanostomum baccatum* (24 sandskäddor, IBTSQ3) och *Myxosporidium* sp. (en skrubbskädda, BITSQ1). Fjorton fiskar var infekterade med parasiter som ej kunde artbestämmas (**Tabell HF3**).

Tabell HF3. Parasitfynd vid makroskopisk inspektion av torsk, skrubbskädda och sandskädda provtagen inom hälsoövervakningen av havslevande fisk 2021.

Fynd	Torsk		Skrubbskädda		Sandskädda
	BITSQ1	IBTSQ3	BITSQ1	IBTSQ3	IBTSQ3
Totalt antal fiskar	100	100	100	12	88
Varav bedömda yttre/inre	90/89	91/25	98/98	12/2	85/10
Yttre parasiter					
<i>Acanthochondria cornuta</i>	0	0	1	0	0
Gällöss					
1			1		
2			-		
3			-		
<i>Lepeophtheirus pectoralis</i>	0	2	0	6	0
Hudlöss					
1		2		1	
2				5	
3				-	
<i>Lernaocera branchialis</i>	0	2	0	0	0
Gälparasit					
1		2			
2		-			
3		-			
<i>Loma branchialis (morhua)</i>	2	0	0	0	0
Gälparasit, cystor					
1	2				
2	-				
3	-				
<i>Stephanostomum baccatum</i>	0	0	0	0	24
Plattmask, hudcystor					
1					9
2					15
3					-
<i>Myxosporidium</i> sp.	0	0	1	0	0
Encellig parasit, cystor					
Övriga yttre parasiter	1 ¹	10 ²	2 ³	0	1 ⁴
Inre parasiter					
<i>Anisakis</i> sp.	34	16	2	0	0
Bukhåla/inre organ					
1	30	14	2		
2	4	2	-		
3	-	-	-		
Acanthocephala	1	4	21	0	1
cystor i bukhåla					
1	1	4	21		1
2		-	-		-
3		-	-		-
Annan nematod, cestod eller trematod	6 ⁵	0	4 ⁶	2 ⁶	1 ⁶

¹ Misstänkt *Clavella* sp. (Lernaepodidae); ² Oidentifierade kräftdjur på hud/fenor; ³ Cystor på fena; ⁴ Misstänkta parasiter, ev *L. pectoralis*, men bröstfenan täcker över dem på fotot; ⁵ Misstänkta *Contracaecum* sp. synliga på/strax under ytan av levern; ⁶ Cystor eller misstänkt parasitära granulom noterade i bukhålan, insidan av tarmar har ej kontrollerats

Invändigt noterades larver av olika nematoder som *Anisakis* sp., *Contracaecum* sp.-liknande larver (ej arttypade) samt larver som var av helt okänd art hos alla tre provtagna fiskarter. Torsklevrar som togs för digererings och räkning av antal nematoder finns inte med i bedömningen avseende "Annan nematod" i **Tabell HF3**. Avseende dessa torsks parasitbörda, se avsnittet "Förekomst av anisakida larver i torsk" nedan. Cystor med hakmasklarver (phylum Acanthocephala) hittades hos 1 torsk och 21 skrubbskäddor från BITSQ1 samt hos 4 torskar och 1 sandskädda från IBTSQ3.

Laboratorieanalyser

Förekomst av anisakida larver i torsk

Bland torskarna från BITSQ1 var 66 individer >35 cm. Motsvarande siffra för IBTSQ3 var 56 individer. Torskar <35 cm har dock inkluderats för leverdigestion från båda provtagningarna.

Totalt räknades parasiter från 58 torskar från ICES-område 24, 25, 27 och 28 (BITSQ1) och 52 torskar från ICES-område 20 och 21 (IBTSQ3). Median-, min- och maxvärden för längd, CF och ålder fördelat på alla provtagna torskar samt oinfekterade och infekterade individer finns i **Tabell HF6**. Åldersbestämning gjordes av SLU genom undersökning av otoliter.

Anisakida larver återfanns hos 79 (72%) av torskarna efter digestion. Av undersökta IBTSQ3-fiskar var 100% infekterade medan endast 47% av BITSQ1-fiskarna var infekterade. Hos 11 av torskarna fanns larver som delvis lösts upp och saknade *Contracaecum* sp.:s karakteristiska ”svanstipp”. Alla dessa kom från BITSQ1, då metoden hade justerats något för att undvika detta problem innan digererings av levern från IBTSQ3. Till skillnad från föregående år sågs ingen signifikant skillnad i ålder mellan infekterade och icke infekterade individer. Inom BITSQ1 sågs en signifikant skillnad på längd, där infekterade fiskar var något längre än icke infekterade fiskar. På torsklevernarna från IBTSQ3 gick det ej att göra någon ålders- eller längdjämförelse då samtliga individer var infekterade.

Tabell HF6. Morfometriska data för torskar vars lever analyserats för förekomst av anisakida larver samt jämförelse (Wilcoxon's rangsummetest) mellan oinfekterade och infekterade individer.

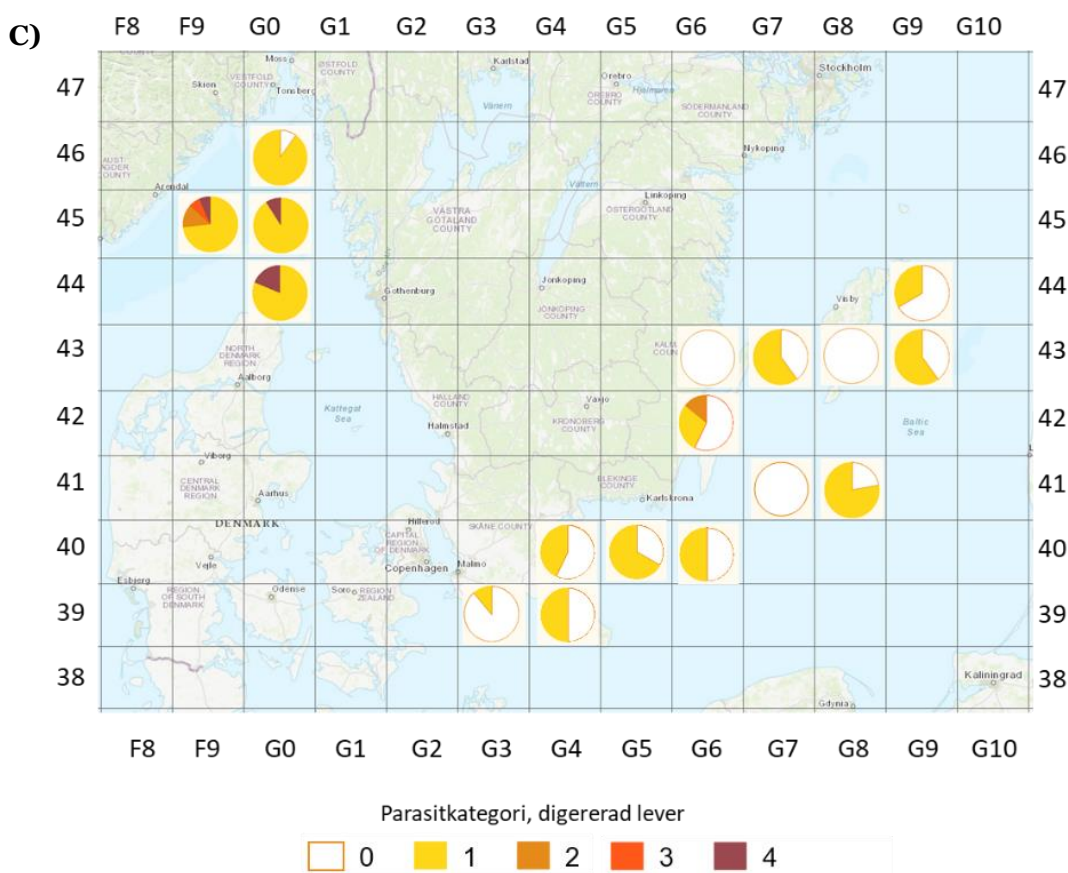
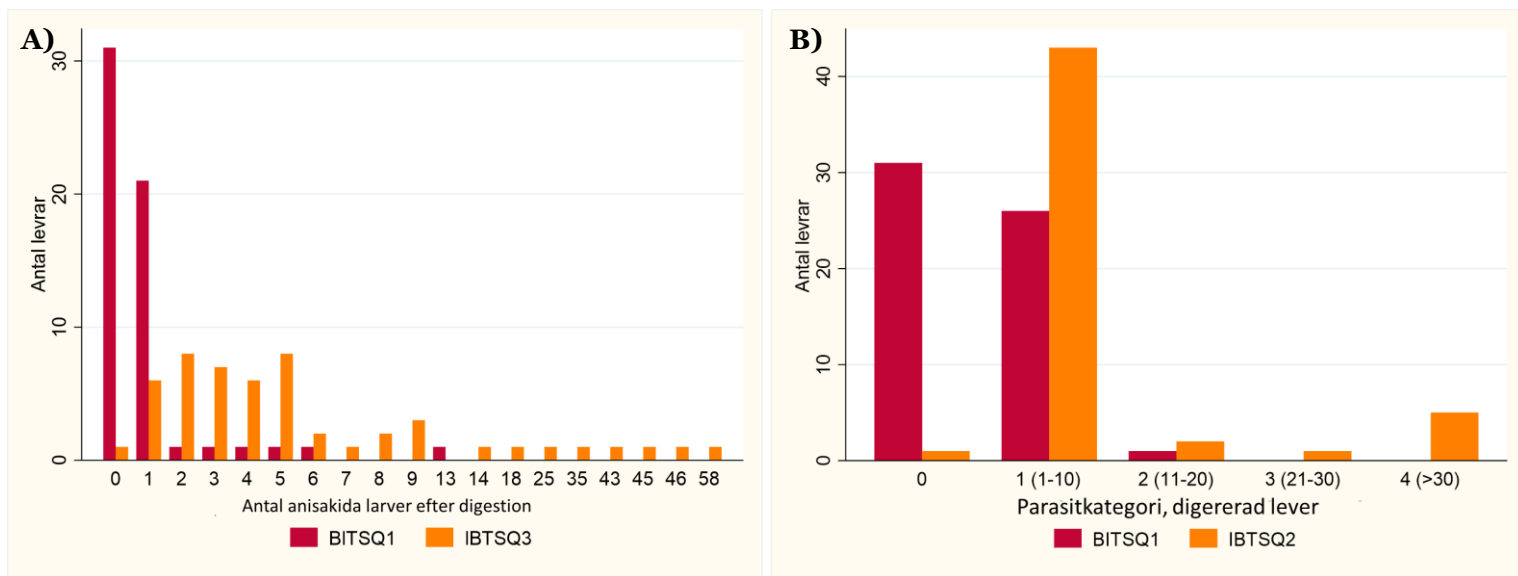
Mått	Fiskar	Median (min, max)	Wilcoxon's rangsummetest Z	p
BITSQ1				
Längd (cm)	Alla (n=58)	37 (23, 60)		
	Oinfekterade (n=31)	35 (23, 45)	-2.32	<0.05
	Infekterade (n=27)	37 (31, 60)		
Konditionsfaktor (CF)	Alla (n=58)	0.92 (0.69, 1.08)		
	Oinfekterade (n=31)	0.90 (0.69, 1.06)	-1.21	0.23
	Infekterade (n=27)	0.94 (0.77, 1.08)		
Ålder (år)	Alla (n=58)	3 (2, 7)		
	Oinfekterade (n=31)	3 (2, 7)	-0.71	0.48
	Infekterade (n=27)	3 (2, 6)		
IBTSQ3				
Längd (cm)	Alla (n=52) ¹	51 (33, 84)	-6.59 ²	<0.001 ²
			-4.98 ³	<0.001 ³
Konditionsfaktor (CF)	Alla (n=52) ¹	1.00 (0.91, 1.21)	-4.96 ²	<0.001 ²
			-3.49 ³	<0.001 ³
Ålder (år)	Alla (n=46) ¹	2 (1, 4)	3.51 ²	<0.001 ²
			4.16 ³	<0.001 ³

¹ Samtliga undersökta lever från IBTSQ3 innehöll anisakida larver på ytan eller efter digestion; ² Jämfört med oinfekterade torskar från BITSQ1; ³ Jämfört med infekterade torskar från BITSQ1.

Antalet anisakida larver i infekterade individer varierade från 1 till 58, där merparten av levernarna var infekterade med ett fåtal larver (**Figur HF1A**). Kategorisering av alla 110 levern enligt det totala innehållet av anisakida larver gav följande resultat 0: n=32 (28%), 1: n=69 (64%), 2: n=3

(3%), 3: n=1 (1%), 4: n=5 (5%) (**Figur HF1B**). Andelen torskar inom respektive kategori och per ICES-rektangel ses i **Figur HF1C**.

Figur HF1. Anisakidae i leveren hos 110 torskar enligt **A)** totalantalet larver, **B)** kategorisering samt **C)** andelen torskar inom respektive kategori fördelat över de ICES-rektanglar som provtagits. Kartunderlag från ICES: <https://gis.ices.dk/sf/index.html?widget=StatRec>



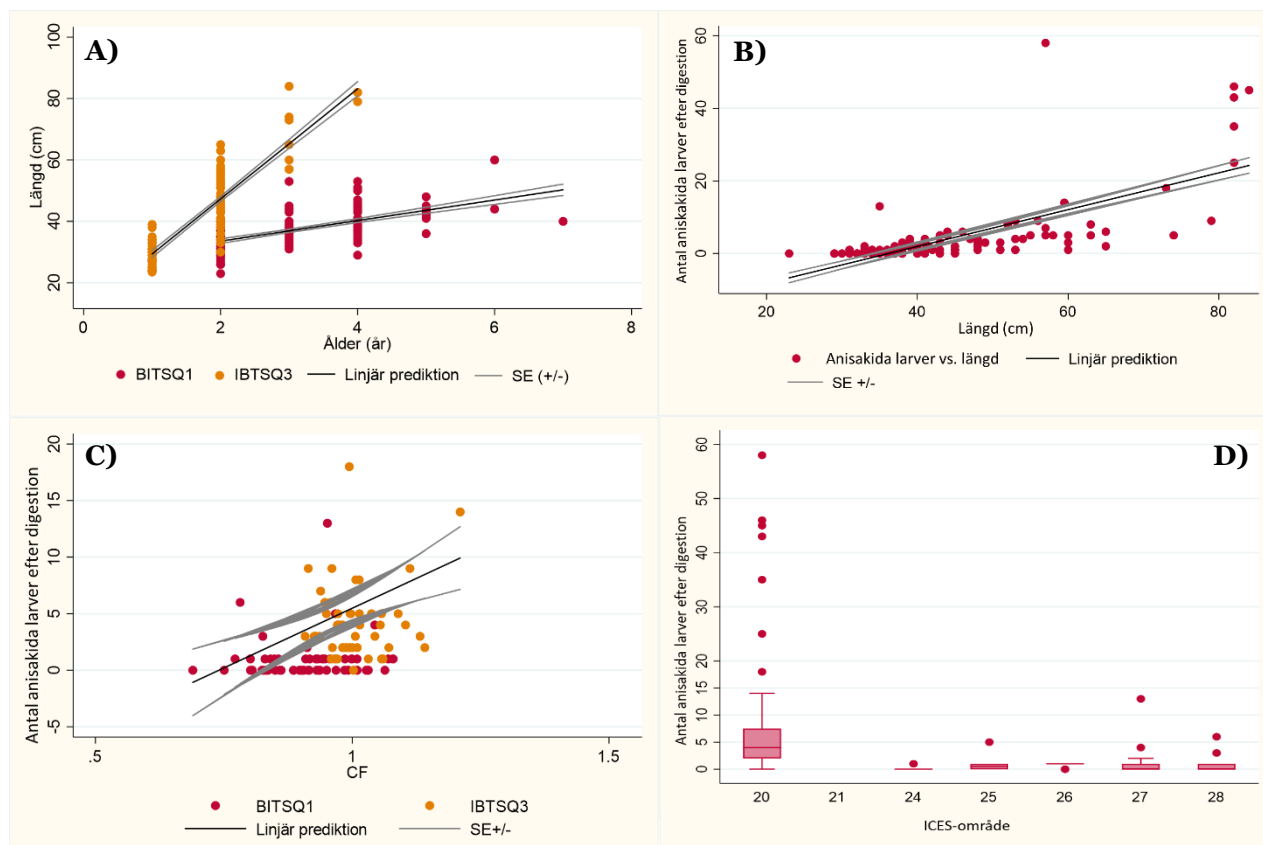
En jämförelse mellan antalet synliga anisakida larver på leverns yta och totalantalet anisakida larver gjordes för att bedöma tillförlitligheten av yt-klassificeringen. **Tabell HF7** visar en matris över korrelationen för de två kategoriseringarna för de 110 leverar som digererats. Överensstämmelsen var 97% (31 av 32 leverar) för kategori 0; 71% (49 av 69) för kategori 1; 33% (1 av 3) för kategori 2; 100% (1 av 1) för kategori 3 samt 40% (2 av 5) för kategori 4.

Tabell HF7. Kategorisering av antalet anisakida larver på leverns yta jämfört med leverns totalinnehåll av anisakida larver efter digestion. Vita rutor motsvarar överensstämmelse mellan kategorierna, ljusrosa visar viss avvikelse och mörkrosa visar total diskrepans.

Anisakida larver på leverns yta	Totalantal anisakida larver efter digestion					Totalt
	0	1 (1 – 10 st)	2 (11 – 20 st)	3 (21 – 30 st)	4 (>30 st)	
0 (inga parasiter)	31	17	-	-	-	48
1 (1 – 10 st)	1	49	2	-	-	52
2 (11 – 20 st)	-	3	1	-	1	5
3 (21 – 30 st)	-	-	-	1	2	3
4 (> 30 st)	-	-	-	-	2	2
Totalt	32	69	3	1	5	110

För att undersöka huruvida torskens längd/ålder, CF eller geografisk lokalisering (ICES-område) hade något samband med antalet isolerade anisakida larver genomfördes enkel linjär regression. Enligt data (**Tabell HF6**) var torsken i BITSQ1 äldre men mindre än torsken i IBTSQ3. För att visualisera detta plottades ålder mot längd och genom linjär regression erhöles prediktion samt standard error (SE) för tillväxten (**Figur HF2A**). Ålder uteslöts då all torsk i IBTSQ3 var infekterad men signifikant yngre än torskarna från BITSQ1 (**Tabell HF6**) och längd valdes i stället som mått på torskens exponering för anisakida larver. Det fanns ett signifikant positivt samband ($F=94.2$, $df=109$, $p<0.001$) antal anisakida larver efter digestion och exponering (längd) (**Figur HF2B**) samt antal anisakida larver efter digestion och CF ($F=4.14$, $df=109$, $p<0.05$) (**Figur HF2C**). Det fanns också ett signifikant samband mellan antal *Contracaecum* sp. efter digestion och ICES-område ($F=16.8$, $df=109$, $p<0.001$) (**Figur HF2D**). När ICES-område 20 uteslöts ur modelleringen fanns inte längre något signifikant samband ($F=2.83$, $df=57$, $p=0.10$) dvs. antalet anisakida larver var korrelerat till huruvida torsken kom från Västerhavet eller Östersjön.

Figur HF2. A) Längd vs. ålder för torsk var vars lever undersökts för förekomst av Anisakidae, separerat på BITSQ1 och IBTSQ3, B) Antal anisakida larver vs. längd, C) Antal anisakida larver vs. CF och D) Antal anisakida larver vs. ICES-område. Svarta linjer representerar den linjära prediktionen från respektive regression, medan de omgivande grå linjerna representerar \pm SE (A-C).



Histopatologi och cytologi

Fixering av lever och gonad missades för en torsk och en skrubbskädda från BITSQ1 samt två torsk från IBTSQ3. Dessutom saknades fixerad gonadvävnad från ytterligare två torsk från BITSQ1 samt tre sandskäddor från IBTSQ3. Bedömning av båda organen kunde därför göras för 391 individer, enbart av levern för fem individer medan fyra individer saknas helt.

Blodutstryk fanns för 98 torsk från BITSQ1, samtliga torsk från IBTSQ3, samtliga 112 skrubbskäddor och 85 sandskäddor.

Lever

Den totala leverpoängen och poäng per parameter har inte jämförts mellan torsk och plattfiskar, däremot har skrubbskädda och sandskädda jämförts med varandra då de delar ekologisk nisch. Sammanfattande data avseende total poäng och poäng per parameter finns i **Tabell HF8**. För totalpoäng anges även antal fiskar med lindrig, måttlig och hög poäng. För vakuolisering anges även antal fiskar i respektive kategori av påverkansgrad. Tumörer noterades inte hos någon fisk och har därför uteslutits ur tabellen. Signifikant olika medianvärden (Wilcoxon's rangsummetest) anges med upphöjda bokstäver i tabellen.

Tabell HF8. Histopatologisk bedömning av leverar från fisk provtagen inom hälsoövervakningen av havslevande fisk 2021.

	Torsk		Skrubbskädda		Sandskädda
	BITSQ1	IBTSQ3	BITSQ1	IBTSQ3	IBTSQ3
Totalt antal fiskar	100	100	100	12	88
Varav bedömda	99	98	99	12	88
Parameter¹					
Total poäng Medel/median (min, max)	114.4/105 (10, 350)^{aaa}	80.2/70 (0, 470)^{aaa}	154.2/140 (15, 620)	129/137 (40, 200)	140.2/130 (30, 310)
<i>Antal fiskar i kategori</i> Lindrig (0 - 99)	42	65	22	3	21
Måttlig (100 - 199)	48	26	56	7	53
Grav (≥200)	9	7	21	2	14
Vakuolisering (0 - 40)	11.6/10 (0, 40) ^{bbb}	3.3/0 (0, 40) ^{bbb}	2.9/0 (0, 40)	2.3/0 (0, 20)	4.2/0 (0, 40)
Medel/median (min, max)					
<i>Antal fiskar i kategori</i> ²					
0	41	79	84	9	66
0.1	6	6	0	2	12
0.5	40	10	14	1	4
1	12	3	1	0	6
Degeneration (0 - 160)					
Medel/median (min, max)	11.9/0 (0, 90)	12.5/0 (0, 90)	24.1/20 (0, 160)	31.7/20 (0, 90)	26.3/20 (0, 90)
Parasiter (0 - 30)					
Medel/median (min, max)	2.9/0 (0, 20) ^{ccc}	0.4/0 (0, 10) ^{ccc}	4.0/0 (0, 30) ^{eee}	0	0.3/0 (0, 10) ^{eee}
Makrofagcentra (0 - 160)					
Medel/median (min, max)	7.1/0 (0, 90) ^{aa}	2.9/0 (0, 120) ^{aa}	31.8/10 (0, 160)	13.3/10 (0, 90)	28.2/10 (0, 160)
Inflammation (0 - 160)					
Medel/median (min, max)	14.4/0 (0, 90)	10/0 (0, 120)	9.3/0 (0, 90) ^{a, fff}	0.8/0 (0, 10) ^a	2.0/0 (0, 40) ^{fff}
Cellödem (0 - 100)					
Medel/median (min, max)	57.5/60 (0, 100) ^{ddd}	36.8/30 (0, 95) ^{ddd}	55.4/60 (0, 95) ^b	62.5/85 (10, 90)	63.9/70 (10, 95) ^b
Blödning (0 - 160)					
Medel/median (min, max)	8.1/0 (0, 90)	14.0/0 (0, 160)	5.1/0 (0, 90) ^{ggg, hhh}	14.2/10 (0, 40) ^{ggg}	11.5/10 (0, 90) ^{hhh}
FCA					
Medel/median (min, max)	0.9/0 (0, 40)	0.2/0 (0, 20)	1.7/0 (0, 80)	0	1.7/0 (0, 30)
Pankreas (0 - 80)					
Medel/median (min, max)	0	0.2/0 (0, 20)	19.9/20 (0, 80) ^{iii, jii}	4.2/0 (0, 30) ⁱⁱⁱ	2.2/0 (0, 40) ^{jii}

¹ Siffran inom parentes efter variabelnamnet anger möjligt poängspann för variabeln; ² 0=ingen - måttlig vakuolisering, 0.1=kraftig vakuolisering utan förfettnin, 0.5=ojämn vakuolisering, 1=förfettnin; ^{a, aa, aaa} etc. Variabler med samma bokstav skiljer sig signifikant från varandra enligt p<0.05, p<0.01 eller p<0.001 (Wilcoxon's rangsummetest).

Liksom föregående år hade torskar från BITSQ1 ett signifikant högre medianvärde på totalpoängen än torsk från IBTSQ3. Det fanns ingen signifikant skillnad i totalpoäng mellan skrubbskäddor från de två provtagningarna eller mellan sandskädda och skrubbskädda. Totalpoängen var generellt lägre än föregående år.

Hos torsken i BITSQ1 bidrog vakuolisering i hög grad till fiskarnas poäng även om detta inte var lika uttalat som föregående år. Kopplat till detta får många leverar omfattande cellödem då kraftig vakuolisering förstör cellerna och därmed minskar utrymmet mellan dem. Från BITSQ1 hade 18 av 99 (18%) av torskarna kraftigt vakuoliserade leverar, varav 12% uppvisade tecken på förfettnings. 40 av 99 (40%) hade en ojämn vakuolisering där delar av levern i många fall var kraftigt vakuoliserad. 41 av 99 leverar (41%) bedömdes ha ingen-måttlig vakuolisering. Av dessa var endast ett fåtal helt fria från vakuolisering utan merparten bedömdes som måttligt vakuoliserade. Motsvarande siffror för IBTSQ3 var 9 av 98 (9 %) leverar med kraftig vakuolisering, varav 3% uppvisade tecken på förfettnings. 10 av 98 leverar (10%) uppvisade en ojämn vakuolisering och 79 av 98 leverar (81%) bedömdes ha ingen till måttlig vakuolisering men även i detta fall var ytterst få fria från vakuolisering.

Vakuoliseringsgrad och grad av cellödem var signifikant högre hos BITSQ1-torsken än hos IBTSQ3-torsken vilket stämmer överens med resultaten från föregående år. Även förekomsten av makrofagcentra och parasiter var högre hos torskar från BITSQ1.

Nematodlarver (Anisakidae, **Bild HF4A**), gallgångsparasiter (*Myxosporidium* sp., **Bild HF4B**) samt hakmasklarver (Acanthocephala) var de typer av parasiter som påvisades i snitten.

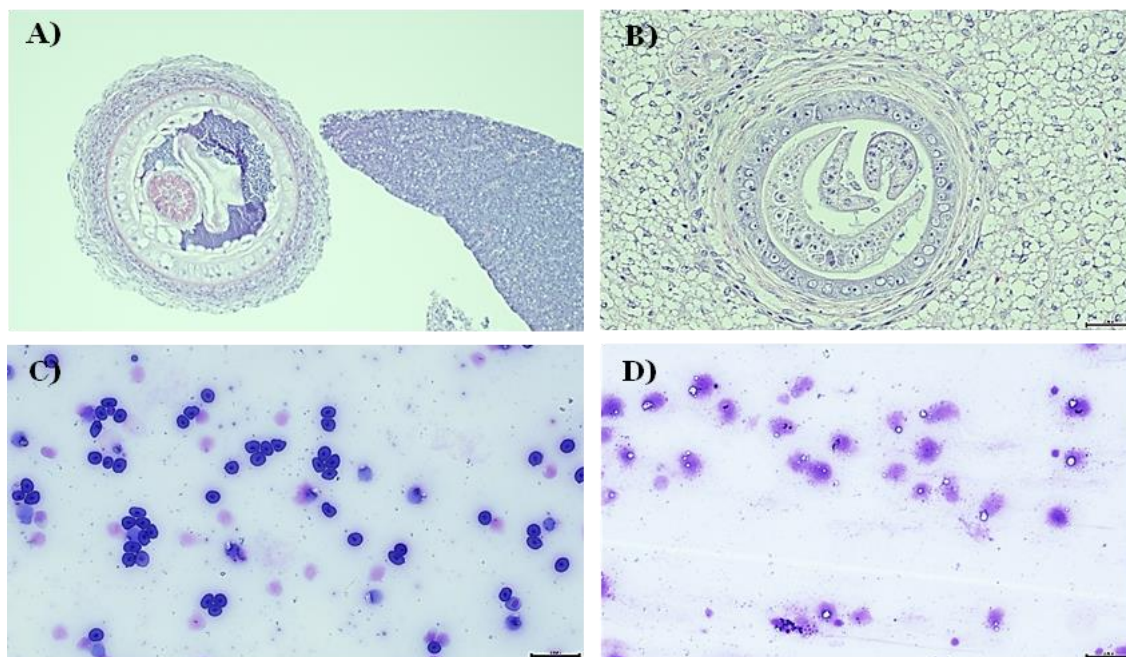


Bild HF4. **A)** Tvärskuren nematod i bindvävskapsel på leverns yta, skrubbskädda. **B)** Plasmodium av myxosporidier i gallgång, torsk. **C)** Normalt blodutstryk, skrubbskädda. Ovala mörkblå celler med mörkare kärna = röda blodkroppar, ljusblå/ljuslila celler med rosaaktig kärna samt cirkulära små mörkblå celler = olika vita blodkroppar, ljusrosa fläckar = så kallade skuggceller/döda röda blodkroppar. **D)** Blodutstryk totalt dominerat av makrofager, merparten med vakuoler (s.k. skumceller), skrubbskädda. OBS att färgnyanserna är olika i C) och D). A) 40 x och B) - D) 400 x förstoring.

Skrubbskäddorna från BITSQ1 hade en signifikant högre parasitbörda än sandskäddorna. Antalet skrubbskäddor från IBTSQ3 var för litet för att en jämförelse skulle kunna göras. Sandskäddorna hade en högre grad av cellödem än skrubbskäddor i BITSQ1 och både sandskäddorna och skrubbskäddorna från IBTSQ3 hade lägre bedömningar av inflammation. Skrubbskäddorna från BITSQ1 hade signifikant mindre blödningar och mer skador på pankreas än både skrubbskäddor och sandskäddor från IBTSQ3, dessa skillnader var stora och hade hög statistisk säkerhet ($p < 0,001$). Detta liknar resultaten från föregående års provtagning.

Gonader

Gonader kunde bedömas fullständigt för 391 individer, varav 195 var torskar, 111 skrubbskäddor och 85 sandskäddor.

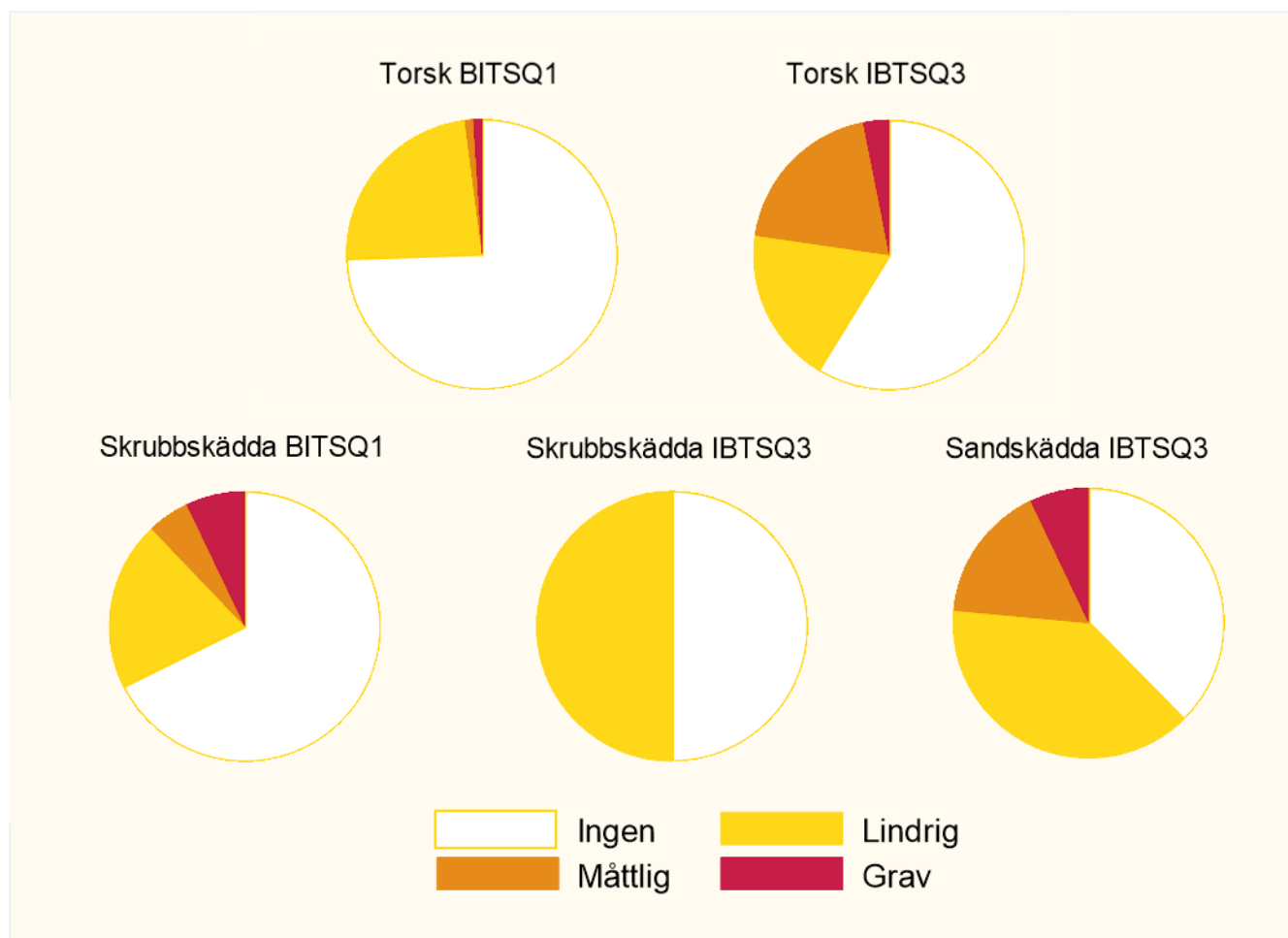
Reproduktionsstörningar

Inga avvikelser i gonadutveckling noterades från vare sig BITSQ1 eller IBTSQ3. En varierande mognadsgrad hos spermier respektive ägg noterades hos 93 (94.9%) torskar från BITSQ1, 95 (97.9%) torskar i IBTSQ3, samtliga 98 skrubbskäddor från BITSQ1, 8 (66.7%) skrubbskäddor från IBTSQ3 och 82 (96.5%) sandskäddor.

Inflammatorisk/infektiös påverkan

Av 391 undersökta fiskar förekom påverkan i form av inflammation och/eller uppenbar infektion hos 155 st (40%). Fördelningen av allvarlighetsgrad (grad av inflammation (0-4) x utbredning (0-4) + förekomst av infektion (0-1)) av förändringarna per art och provtagning finns i **Figur HF3**. Påverkan förekom hos 69 av 195 (35.4%) torskar, hos 38 av 111 (34.2%) skrubbskäddor och hos 53 av 85 (62.4%) sandskäddor. Bland dessa noterades infektion hos 11 torskar (5.6%, varav 8 från BITSQ1 och 3 från IBTSQ3), 5 skrubbskäddor (4.5%, samtliga från BITSQ1) och 3 sandskäddor (3.5%). Resterande fiskar med påverkan hade inflammation utan att infektion påvisades. Signifikant större andel torskar från IBTSQ3 (40 av 97 (41.2%)) än BITSQ1 (25 av 98 (25.6%)) hade påverkan ($\chi^2=5.43$, $p < 0.05$) men det fanns ingen skillnad mellan skrubbskäddorna från de två provtagningarna. Sandskäddor hade signifikant högre andel individer (53 av 85 (62.4%)) med påverkan jämfört med både torsk (65 av 195 (33.3%)) och skrubbskädda (38 av 111 (34.2%)) ($\chi^2=20.4$, $p < 0.001$ respektive $\chi^2=15.3$, $p < 0.001$). Dessa samband gällde också för sandskädda och torsk om enbart individer från IBTSQ3 jämfördes (40 av 97 (41.2%)) för torsk ($\chi^2=8.08$, $p < 0.01$) men inom IBTSQ3 fanns ingen signifikant skillnad mellan sandskädda och skrubbskädda. Det fanns inga skillnader mellan torsk och skrubbskädda. Måttlig till grav påverkan förekom i högre grad hos torsk från IBTSQ3 än torsk från BITSQ1 (22.7% vs. 2.0%, dubbelsidigt (ds) Fisher's exact test, $p < 0.001$), hos skrubbskädda än hos torsk i BITSQ1 (12.1% vs. 2.0%, ds Fisher's exact test, $p = 0.01$), samt hos sandskädda jämfört med all torsk (23.5% vs. 12.3%, ds Fisher's exact test, $p < 0.05$) men inte jämfört med torsken enbart från samma provtagning (IBTSQ3).

Figur HF3. Kategoriserad påverkan¹ i gonaderna hos torsk, skrubbskädda och sandskädda provtagna inom vildfiskövervakningen 2021.



¹ Ingen=inga inflammatoriska eller infektiösa förändringar, lindrig=påverkansgrad 1 – 4, måttlig=påverkansgrad 5 – 10, grav=påverkansgrad 11 – 17

Hos torsken fanns ingen signifikant skillnad i andel med påverkan i gonaderna hos honor respektive hanar. Däremot noterades påverkan hos en högre andel honor i IBTSQ3 än i BITSQ1 (25 av 56 (44.6%) respektive 15 av 56 (26.8%) i BITSQ1, $\chi^2=3.89$, $p<0.05$). Samma förhållande gällde avseende förekomst av måttlig till grav påverkan (16 av 56 (28.6%) respektive 1 av 56 (1.8%) i BITSQ1 (ds Fisher's exakt test, $p<0.001$)).

Hos skrubbskädda och sandskädda noterades inga signifikanta skillnader i andel honor jämfört med hanar. Inga skrubbskäddor från IBTSQ3 hade mer än lindrig påverkan och provtagningarna kunde därför inte jämföras statistiskt varken avseende total andel med påverkan eller andel med måttlig till grav påverkan.

Blod

Blodutstryk fanns från 198 torskar, samtliga 112 skrubbskäddor och 85 sandskäddor.

Röd blodbild

Den röda blod bilden var normal hos alla fiskar (**Bild HF4C**). Endast enstaka ($<1/100$ erythrocyter/röda blodkroppar) proerythrocyter (omogna röda blodkroppar) noterades hos fem torskar och 20 sandskäddor. Ingen förekomst av blastceller (tidiga omogna stadier) noterades. Inte

heller några genomgående förändringar i de röda blodkropparnas form, kärnornas form eller inklusioner i cytoplasman noterades.

Vit blodbild

En skrubbskädda från BITSQ1 bedömdes ha extremt hög förekomst av vita blodkroppar (leukocytos), vilka totalt dominerade blodbilden (**Bild HF4D**). I övrigt bedömdes mängden vita blodkroppar vara normal. Hos torsk varierade andelen lymfocyter mellan 31 - 100%. Hos signifikant fler torskar i BITSQ1 än i IBTSQ3 utgjorde lymfocyterna en normal andel ($\geq 75\%$) av de vita blodkropparna (96% respektive 87%, $\chi^2=4.73$, $p<0.05$). Motsvarande värden för skrubbskädda var 3 - 100% lymfocyter, där lymfocyterna utgjorde en normal andel av de vita blodkropparna hos 94% (BITSQ1) respektive 100% (IBTSQ3) av fiskarna (ej signifikant). Hos sandskädda var andelen lymfocyter 57 - 98%, och utgjorde en normal andel av de vita blodkropparna hos 81% av fiskarna. Detta var en signifikant längre andel jämfört med skrubbskäddor från samma provtagning ($\chi^2=7.59$, $p<0.01$).

Neutrofiler observerades hos 8% av torskarna i BITSQ1, 21% av torskarna i IBTSQ3, 9% av skrubbskäddorna i BITSQ1, 17% av skrubbskäddorna i IBTSQ3 och 32% av sandskäddorna i IBTSQ3 och utgjorde i de fall de observerades max 7% av de vita blodkropparna. De resterande vita blodkropparna (utöver lymfocyter) utgjordes i stället i huvudsak av vad som bedömdes vara monocyter (0 - 62% hos torsk, 0 - 92% hos skrubbskädda och 2 - 21% hos sandskädda). För denna vita blodkropp gjordes också en bedömning av mängden aktiva celler (celler med vakuoler, orsakade av fagocytos av antigener etc, s.k. makrofager). Aktiverade monocyter/makrofager förekom hos 49% av torskarna i BITSQ1, 63% av torskarna i IBTSQ3, 57% av skrubbskäddorna i BITSQ1, 17% av skrubbskäddorna i IBTSQ3 och 65% av sandskäddorna i IBTSQ3. Andelen makrofager av monocytpopulationen var 2 - 100% hos torsk, 0 - 100% hos skrubbskädda och 0 - 59% hos sandskädda. Totalt var det fyra individer, två torskar och två skrubbskäddor, som det enbart identifierades makrofager i monocytpopulationen. Hos tre av dessa var 98 - 99% av det totala antalet vita blodkroppar lymfocyter, vilket innebär att 1 - 2 makrofager/monocyter observerades. Hos den fjärde fisken, en skrubbskädda från BITSQ1, utgjorde makrofagerna 92% av det totala antalet vita blodkroppar.

Virologisk och bakteriologisk odling

Virologisk odling gjordes från tre skrubbskäddor och bakteriologisk odling gjordes från sju torskar och nio skrubbskäddor inom BITSQ1. Virologisk odling gjordes från två torskar, två sandskäddor och en skrubbskädda samt bakteriologisk odling gjordes från njure hos två torskar och nio skrubbskäddor inom IBTSQ3. Ingen växt av virus påvisades. Information avseende de bakteriologiska proverna finns i **Tabell HF9**. Specifika bakterier kunde identifieras i fem prover.

Tabell HF9 Information avseende art, sjuklig förändring och resultat av bakteriologisk odling från njure hos fiskar provtagna under BITSQ1 respektive IBTSQ3.

Art	Förändring	Bakteriologisk odling ¹	Resistensundersökning ²
BITSQ1			
Torsk	Sårskada (kronisk)	<i>Aeromonas sobria</i> (R) i blandflora	Ingen resistens påvisad
Torsk	Fenskada (kronisk)	<i>Shewanella baltica</i> (M) i blandflora	Ej genomförd
Torsk (2 st)	Fenskada (akut, kronisk)	Blandflora (M)	
Torsk (3 st)	Ingen registrerad	Blandflora (M)	
Skrubbskädda	Något svullen njure, små granulom och melanisering av lever	<i>Acinetobacter lwoffii</i> (M)	Ej genomförd
Skrubbskädda	Levergranulom, parasitcystor, svullen njure	<i>Pseudomonas</i> sp. (M) i blandflora	Ej genomförd
Skrubbskädda	Svullen njure med granulom	Blandflora (M)	
Skrubbskädda	Enstaka små levergranulom (prickar)	Blandflora (M)	
Skrubbskädda	Rodnad i huden	Blandflora (M)	Ej genomförd
Skrubbskädda	Ingen registrerad	<i>Pseudomonas fluorescens</i> (M) i blandflora	
Skrubbskädda (4 st)	Ingen registrerad	Blandflora (M)	
IBTSQ3			
Torsk	Rodnad, oidentifierad kräftdjursparasit	Blandflora (R)	
Torsk	Sårskada (akut), oidentifierad kräftdjursparasit	Blandflora (R)	
Sandskädda	Cysta på lever	Blandflora (R)	
Sandskädda	Fenskada (akut)	Blandflora (R)	
Sandskädda	Hudblödning (UlcHaem)	Blandflora (R)	
Sandskädda	Hudblödning (UlcPap), rodnad	Blandflora (R)	
Sandskädda	Fenskada (akut), inre granulom (var?)	Blandflora (R)	
Sandskädda	Ingen registrerad	Ingen växt	
Skrubbskädda	Rodnad, hudlös (<i>L. pectoralis</i>)	Ingen växt	
Skrubbskädda	hudlös (<i>L. pectoralis</i>), svullen njure	Blandflora (R)	

¹ Odling på saltblodagar, marinagar och/eller cysteinagar, (R) riklig växt, (M) måttlig växt. ² Avser följande antibakteriella substanser: Florfenikol, Oxolinsyra, Oxytetracyklin

DISKUSSION

På det stora hela bedömdes torskarna vara i god kondition vid den yttre inspektionen. Ett fåtal hade låg konditionsfaktor (<0.7) men dessa låg precis på gränsen till att bedömas som normala (0,69). Hos 73% (BITSQ1) respektive 75% (IBTSQ3) noterades inga avvikande fynd, vilket är en lägre andel än föregående år för båda provtagningarna. Till skillnad från tidigare undersökningar noterades ej någon hög frekvens av sår på torsk från BITSQ1 (4%). I stället var sårfrekvensen högre hos torsk fångad under IBTSQ3 (10%).

Den mest noterbara skillnaden i resultat i förhållande till 2020 års undersökning är att ingen skrubbskädda bedömdes ha avvikande pigmentering. Detta beror sannolikt inte på att pigmenteringen förändrats markant utan på att en justering har gjorts av bedömningen. De mallar som används för bedömning av pigmentering är utvecklade för sandskädda. Om skrubbskädda bedöms enligt samma mall hamnar många individer inom kategorin avvikande pigmentering. Från och med i år bedöms fiskar med en arttypisk pigmentering som normala även om de enligt internationella mallar skulle klassas som avvikande. Hos sandskädda hade sju (8%) avvikande pigmentering. Av dessa var tre (3%) hyperpigmenterade och fyra (5%) hade pigmenteringsanomali. Pigmenteringsanomali (ökad melaninproduktion på buksidan och minskad melaninproduktion på ryggsidan) har påvisats uppkomma redan under metamorfosen (Kang et al., 2014), och tillståndet har associerats med tre mutationer (single nucleotide polymorphisms) på två pigmentgener (Zhang et al., 2021). Det är oklart om skäddornas pigmenteringsanomali är associerade med en mutation

eller är orsakade av någon yttre påverkan så att det skulle representera en ärrbildning/immunreaktion. Då melanoforer på plattfiskarnas buksida tillbakabildas under metamorfosen förefaller det dock osannolikt att förändringarna uppkommit efter metamorfosen såvida det inte finns någon slags genetisk mutation. Hyperpigmentering orsakas av en tillväxt av pigmentproducerande celler (melanoforer på ryggsidan och iridoforer på buksidan) och det är även associerat med en inflammatorisk reaktion i huden (Baumgart et al., 2008; Noguera et al., 2013). Tillståndet noterades hos sandskädda på 1980-talet och har ökat i förekomst (Baumgart et al., 2008). Orsaken är oklar. Man har inte påvisat någon koppling till patogener (Baumgart et al., 2008; Noguera et al., 2013) och potentiella orsaker inkluderar klimatpåverkan (vattentemperatur, skifte i föda), kontaminanter och genetisk anpassning (Baumgart et al., 2008).

Frekvensen lymfocystis var likvärdig hos skrubbskäddorna i de två provtagningarna (22 och 25%) medan den var betydligt lägre hos sandskäddorna (2%) än hos skrubbskäddorna.

Glädjande är att inga fiskar i denna undersökning visade tydliga tecken på intersex eller reproduktionsstörningar. Vid föregående års undersökning var denna siffra 7% för torskarna från BITSQ1. I rapporten för 2020 diskuterades att detta skulle kunna vara en bidragande faktor till de sviktande torskbestånden. Fiskars könsutveckling kan styras av östrogener och androgener, och hormonpåverkan utanför perioden för könsdifferentiering kan leda till utveckling av intersex (Larsson et al., 2005). Att så är fallet kan fortsatt ej uteslutas, men då ingen fisk från 2021 års provtagning trots ett förhållandevis stort provunderlag uppvisade reproduktionsrelaterade avvikelser torde problemet vara förhållandevis litet i de områden som undersöktes. Upprepade provtagningar krävs för att kunna bedöma om detta är en långsiktigt positiv trend.

Förekomst av lågradiga till måttliga inflammatoriska förändringar i gonaderna kan anses normalt, särskilt under någon till några månader efter lek, framför allt hos honor då icke förbrukade mogna ägg och tömda folliklar ska tillbakabildas. Sandskäddor var i högst grad drabbad av förändringar (infektiösa och/eller inflammatoriska förändringar), andelen påverkade individer var nästan dubbelt så hög som hos torsk och skrubbskädda. Andelen påverkade torsk och skrubbskäddor var i princip identisk men fördelningen mellan populationerna skilde sig markant. Hos skrubba var det ingen signifikant skillnad mellan fiskar fångade under BITSQ1 och IBTSQ3 men hos torskarna var andelen påverkade individer signifikant högre inom IBTSQ3. Även andelen grava förändringar var högre hos torskarna fångade under IBTSQ3. Sandskäddan i Västerhavet leker under april-augusti, medan skrubbskäddan och torsken i Västerhavet leker i januari-april, skrubbskäddan i Östersjön leker i april-juni och torsken i Östersjön kan vara lekmogen året om (www.havochvatten.se). Sandskäddan är därmed provtagen i nära anslutning till lek, skrubbskäddan och torsken i IBTSQ3 något längre efter lek och skrubbskäddan i BITSQ1 innan lek. Detta stämmer tidsmässigt väl med mönstret avseende allvarlighetsgrad av sjuklig förändring och andelen fiskar med förändringar hos sandskädda kontra skrubbskädda. Torsken som antingen är provtagen 5 - 8 månader efter lek eller på olika ställen i cykeln uppvisade skillnader i gonadförändringar som eventuellt kan kopplas till de olika lekyklerna, där fiskarna som lekt för 5 - 8 månader sedan uppvisade en högre påverkansgrad. För en fullständig bedömning avseende lekens potentiella inverkan på gonadernas inflammationsstatus hos sandskädda och skrubbskädda, eller om det finns någon annan faktor som bidrar till en högre inflammationsgrad i Västerhavet, skulle provtagningen behöva kompletteras med prover tagna innan lek i Västerhavet (IBTSQ3) och efter lek i Östersjön (BITSQ1).

Åldersspridningen på torsken i SVA:s provmaterial var större än vid föregående provtagning (2 - 7 respektive 1 - 4 år). Detta bör därmed inte vara en faktor som ger bias i den statistiska analysen. Ett exempel på skillnader som kan vara relaterade till ålder är vakuolisering i levern. Torsken som

provtogets inom BITSQ1 hade en signifikant högre vakuoliseringsgrad än torsken som fångades under IBTSQ3, vilket stämmer med 2020 års resultat. Vakuolerna är näringsupplagring i levern och är i sig inte sjuklig. Torsk har generellt en kraftig vakuolisering, och det är hos denna art normalt att man enbart ser en cellkärna och vakuoler i levercellerna. Vakuoliseringen blir sjuklig (förfettnig) när den blir så kraftig att cellkärnan påverkas eller vakuolerna spränger sönder cellerna (fettnekroser). Ett annat tecken på sjuklig vakuolisering är när endast delar av levern är vakuoliserad eller det är mycket oregelbunden vakuolisering vilket var något som noterades hos en stor del av BITSQ1-torskarna i denna undersökning. Så länge levercellerna inte dör är tillståndet reversibelt, men det är definitivt värt att följa trender över tid. Värt att notera är att fiskarna provtogs under olika tider på året vilket kan påverka hur mycket fett som finns lagrat i levern. En teori kring varför antalet levvar som bedömdes ha förfettnig är lägre än vid föregående års undersökning och andelen som bedömdes ha en ojämn vakuolisering bedömdes som högre är att olika personer har bedömt histologin. Då det inte finns några exakta kvantitativa parametrar för att bedöma detta är det till viss del en subjektiv bedömning. Noterbart är dock att denna skillnad i bedömning mellan undersökningarna är förhållandevis konsekvent över alla fem fiskpopulationer. Utifrån detta bör skillnaderna mellan populationerna vara korrekt.

En annan faktor som vid tidigare undersökningar kan ha påverkats av åldersfördelning är förekomsten av makrofagcentra i levern. Detta är öar av vita blodceller (makrofager) som varierar i storlek och mängd beroende på hur mycket främmande ämnen (till exempel virus och bakterier) som fisken exponerats för och kroppen behövt hantera. Äldre fiskar har därför generellt fler och större makrofagcentra än yngre fiskar, och förekomst av makrofagcentra indikerar inte direkt en pågående inflammation. Vid provtagningarna sågs en signifikant skillnad i påverkan av makrofagcentra där BITSQ1-torskarna hade en signifikant större påverkansgrad än IBTSQ3-fiskarna. Detta sågs även vid föregående provtagning men skillnaden är mer relevant i detta material av flera skäl. Åldersfördelningen är bredare även om medelåldern är högre hos BITSQ1-torskarna (4.2 år) än IBTSQ3-torskarna (2.8 år). Den statistiska säkerheten i skillnaden mellan populationerna var även högre i detta års undersökning.

Cellödem kan vara kopplat både till vakuolisering (vakuolerna tar upp plats och därmed ökar cellen i storlek) eller en reaktion på att celler utsätts för t. ex. toxiska substanser. Både för torsk och skrubbskädda var utbredningen av cellödem högre ju högre vakuoliseringsgraden var. Samtidigt förekom cellödem hos fiskar som hade låg vakuoliseringsgrad, vilket talar för att flera faktorer kan vara inblandade. Det fanns ingen uppenbar förklaring till den högre förekomsten av degenerativa förändringar (oftast mindre områden med cellförändringar varierande från lindrig degeneration till full nekros/vävnadsdöd) och blödningar i levern. Ibland kan man notera nematodlarver eller tydliga gångar i sådana områden (s.k. larva migrans, de dödar vävnaden när de rör sig genom levern) men det förekom inte här.

Sandskäddornas leverstatus bedöms som likvärdig med skrubbskäddornas, men de avvek på olika parametrar. Graden av inflammation var högre hos skäddor fångade under BITSQ1 än under IBTSQ3, detsamma gäller för parasitbörda och förändringar i pankreas. Skäddorna fångade under IBTSQ3 hade däremot betydligt större påverkan av blödningar i levern samt cellödem än de som fångades under BITSQ1.

Att flera parametrar var likvärdiga hos sandskädda och skrubbskädda från IBTSQ3 visar på gemensamma exponeringsfaktorer. Torsk bör inte jämföras statistiskt med dessa två arter då de är för olika biologiskt och lever i olika miljöer. Samtidigt kan det vara värt att notera att samma trender kan ses avseende förekomst av makrofagcentra, inflammation, parasiter och blödningar för

torsk och skrubbskädda provtagen i BITSQ1 respektive IBTSQ3, vilket indikerar områdesspecifika exponeringsfaktorer. Biomarkörer från levern (olika enzymer samt histopatologi) används inom miljöövervakningen som indikatorer på exponering för olika ämnen. Att följa den histopatologiska utvecklingen i lever hos de olika populationer som inkluderas är därför viktigt och det möjliggör jämförelser med fisk som provtas inom miljöövervakningen.

Under 2020 sågs i motsats till tidigare undersökning (SVA, 2019) minskad parasitbörda i levernarna ju längre in i/norrut i Östersjön torsken var fångad. Detta samband kunde inte ses vid undersökningarna 2021. Anledningen till detta är oklar men kan vara en ren tillfällighet. Upprepade provtagningar krävs för att utröna om så är fallet.

Korrelationen mellan parasiter räknade på leverns yta och parasiter räknade vid digestion var betydligt bättre vid denna provtagning än tidigare. Av 110 leverar var kategoriseringen helt överensstämmande för 84 leverar (76%). Fullständig överensstämmelse mellan metoderna kan inte förväntas, då parasitbördan inuti levern är dold innan digestion. Klassning i närmast liggande kategori får därför ses som acceptabel (t. ex. klassning i kategori 1 (1 – 10 parasiter) av parasiter på ytan, men reell kategori efter digestion är 2 (11 – 20 parasiter)), 25 av 110 leverar (23%) hamnade i denna kategori. Detta innebär att bedömningen av parasitbörda på leverns yta och räkningen av parasiter efter digererings endast skiljde sig markant i ett fall (1%) och räkning av parasiter på leverns yta gav en god estimering av parasitbördan i levernarna.

Ingen relevant jämförelse mellan torskens ålder och parasitbörda kunde göras då samtliga torsk från IBTSQ3 var infekterade men medelåldern var signifikant lägre än hos torskarna från BITSQ1. Det fanns ett signifikant samband mellan antal anisakida larver efter digestion och längd samt antal anisakida larver efter digestion och CF, där längre fiskar och fiskar med högre CF hade en högre parasitbörda. Detta skulle kunna kopplas till att fiskar som ätit en större sammanlagd volym föda under sitt liv har en högre parasitbörda alternativt till att längre fiskar med bättre kondition har haft ett annat födosöksbeteende och därmed ätit andra bytesarter.

Förekomst av omogna röda blodkroppar i blodcirkulationen är normalt, då röda blodkroppar kontinuerligt dör och ersätts av nya. Produktion hos fisk sker i bland annat njure, och den slutliga mognaden sker i blodet. Enstaka blaster (tidiga utvecklingsstadier) kan också förekomma. Hos fisk kan runt 10% av de röda blodkropparna bestå av omogna stadier utan att någon anomaly föreligger (Witeska, 2013). En ökad mängd omogna röda blodkroppar och blaster indikerar en akut förändring som kräver en ökad nybildning av röda blodkroppar, t. ex. en större blödning eller en infektion som förstör de röda blodkropparna. Jämförelse mellan olika provtagningspunkter för samma art/arter med samma habitat och mellan år blir viktigt för att bedöma vad som är normalt. I provtagningarna 2021 förekom inga individer med mer än enstaka omogna röda blodkroppar (<1%). Detta kan jämföras med 2020 där tre sandskäddor (5%) hade onormalt hög mängd omogna röda blodkroppar (>10%). Ett fåtal individer 2020 och inga individer 2021 som bedömts ha ökad blodbildning, tillsammans med avsaknad av inklusioner eller andra avvikelser i de mogna röda blodkropparna tyder på att ingen miljöfaktor som påverkar blodbildningen föreligger i provtagna punkter i vare sig Östersjön eller Västerhavet. Hos alla tre arter förekom fisk med en lägre andel lymfocyter än normalt. Hos skrubbskäddan i IBTSQ3 förekom dock inga individer med lägre lymfocytandel än normalt, samtidigt som 13% av torsken och 19% av sandskäddorna hade låg lymfocytandel. Detta kan dock jämföras med 2020, då 37% av torsken i IBTSQ3 hade låg lymfocytandel. Ett skifte i fördelningen av de vita blodkropparna indikerar stress, akut eller kronisk inflammatorisk process, vilket delvis kan bedömas utifrån vilken blodkropp som ökar i andel. Neutrofiler observerades i låg grad både avseende andel fiskar och andel av totala mängden vita

blodkroppar. Neutrofiler ökar vid stress och vid akuta infektioner, vilket indikerar att ingetdera var orsak till skiftet i fördelning mellan de olika vita blodkropparna. Samtidigt förekom monocyter/makrofager i högre grad än normalt, och en hög andel var aktiva. Detta indikerar en mer kronisk inflammatorisk påverkan på fiskarna.

En skrubbskädda från BITSQ1 stack ut med en extremt hög förekomst av vita blodkroppar (leukocytos), och där 92% var makrofager. Denna fisk hade en kraftigt svullen njure med granulomliknande förändringar, men SLU hade inte tagit ut prov för histopatologisk undersökning. Bakteriologisk odling visade bara blandflora. De makroskopiska fynden och blodbilden talar dock entydigt för en omfattande infektions- och inflammationsprocess, sannolikt av bakteriellt ursprung med tanke på granulombildningen. Ytterligare två med svullen njure var provtagna för bakteriologisk undersökning och där förekom *Acinetobacter* sp. respektive *Pseudomonas* sp. i blandflora. Dessa två fiskar hade en normal lymfocyt- och monocytmakrofagkvot. Se vidare under rubriken "Undersökningar från SLU:s kustprovfisken i Hanöbukten 2020 och 2021", sid 41, då liknande förändringar observerats och provtagits där. Vuxna stadier av hakmask förekommer i slutvärdens tarm. Om fel slutvärd infekteras av larver kan larverna i stället kapslas in i cystor på de inre organen. Hakmaskcystor observerades hos 22 skäddor, där alla skrubbskäddor (n=21) provtagits i BITSQ1. Prevalensen i Östersjön förfaller därmed vara mycket högre än i Västerhavet. Detta mönster kunde ses även under 2020, då resultatet var nära på identiskt. Artbestämning har inte gjorts då det kräver antingen morfologisk undersökning av spritfixerade larver eller molekylära metoder. Phylum Acanthocephala innehåller ca 1 100 arter ([Invasive species compendium, CABI](#)) och det är möjligt att det rör sig om ett par olika arter med larver/cystor av olika storlek. Av de 27 fiskar där njurprover togs för bakteriologisk odling kunde specifika bakterier endast odlas fram från fem fiskar. Samtliga dessa kom från BITSQ1. En trolig anledning till att inga renkulturer kom från IBTSQ3 är att proverna togs direkt till agarplattor, vilka fick fällning av kondens under resan. Detta förorenade plattorna med bakterier som kan finnas i damm och aerosol. Proverna från BITSQ1 placerades i stickagarrör med skruvkork vilka förebygger kontamination av luft/kondens.

De fiskar som SVA har undersökt är inte helt representativa för all torsk/skrubbskädda och sandskädda som fångades inom BITSQ1 och IBTSQ3 2021. Om det har funnits till exempel sårskador har den fisken prioriterats för SVA:s del. Frekvensen yttre sjukliga förändringar är därmed sannolikt högre än för all fisk inom dessa provfisken. Det har inte heller gått att helt representativt fördela respektive art per drag, inte heller torsk för undersökning av *Contracaecum* sp. Detta beror bland annat på att det varit ont om någon art i vissa drag och när det gäller torsk har det inte alltid funnits fisk av tillräcklig storlek att tillgå eller att SLU tagit hand om leverarna för sina parasitundersökningar.

Detta är ett problem som även uppkommit tidigare år och som med största sannolikhet kommer att vara svårt att lösa även vid framtida provtagningar på grund av det sätt fisket bedrivs på och tillgången på fisk i olika områden.

SLUTSATS

Förekomsten av yttre sjukliga förändringar var låg. Inga tecken på reproduktionsstörningar noterades men för att avgöra om detta är en positiv utveckling eller en tillfällig förbättring bör gonader även fortsättningsvis inkluderas i övervakningen och material sparas för undersökningar av miljörelaterade orsaker. Likaså skulle kompletterande provtagningar i andra delar av årscykeln behöva göras för att fullständigt utvärdera inflammatoriska gonadförändringar hos sandskädda och skrubbskädda. Förekomsten av *Contracaecum* sp. hos torsk och sambandet mellan yttre visuell bedömning av levern kontra det totala innehållet av *Contracaecum* sp. bör fortsätta att utvärderas.

REFERENSER

- Baumgart, F., Lang, T., Feist, S., Bruno, D., Noguera, P., Wosniok, W. (2008). Hyperpigmentation in North Sea dab (*Limanda limanda*): spatial and temporal patterns, host effects and possible causes. ICES ASC 2008/D:03, Theme Session D: New trends in diseases of marine organisms: causes and effects.
- Buchmann, K., Kania, P. (2012). Emerging *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) problems in Baltic cod, *Gadus morhua* L., associated with grey seal colonization of spawning grounds. *J Fish Dis* 35: 861–866.
- Bucke, D., Vethaak, D., Lang, T., Møllergaard, S. (1996). ICES techniques in marine environmental sciences, No. 19. Common diseases and parasites of fish in the North Atlantic: Training guide for identification. *International Council for the Exploration of the Sea*. ISSN 0903-2606
- EURLP/European Union Reference Laboratory for Parasites. Artificial digestion of fish fillets for the isolation of Anisakidae and Opisthorchidae larval stages. Standard operation procedure (SOP). Department of Infectious, Parasitic and Immunomediated Diseases, Unit of Gastroenteric and Tissue Parasitic Diseases, Istituto Superiore di Sanità, Italien.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2013. Hanöbuktsutredningen, Regeringsuppdrag. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013-10-31.
- Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Uppdrag att övervaka miljön i Hanöbukten under tre år för att undersöka eventuella samband mellan miljöfarliga ämnen och fiskhälsa. Avrapportering, Regeringsuppdrag M2104/1350/Nm
- Kang, D-K., Byun, S-G. Myeong, J-I., Kim, H-C., Min, B-H. (2014). Morphological analysis of blind-side hypermelanosis of the starry flounder, *Platichthys stellatus* during early development. *Dev Reprod* 18(2): 79-87
- Lang, T., Wosniok, W. 2008. The fish Disease Index: a method to assess wild fish disease data in the context of marine environmental monitoring. ICES ASC 2008/D:01 Theme Session D: New trends in diseases of marine organisms: causes and effects.
- Larsson, J., Norrgren, L., Förlin, L. (2005). Hormoner och hormonstörande ämnen i miljön. I: Läkemedel och miljö, kapitel 6, s 85-103. Apoteket, Stockholms läns landsting och Stockholms universitet.
- Lunneryd, S. G., Ljungberg, P., Ovegård, M., Bernt, K., Boström, M. (2015). Sälmask och spiralmask i torsk och rötsimpa i svenska kustvatten. *Aqua reports* 2015:1, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Mehrdana, F., Bahloul, Q.Z., Skov, J., Marana, M.H., Sindberg, D., Mundeling, M., Overgaard, B.C., Korbut, R., Strøm, S.B., Kania, P.W., Buchmann, K. (2014). Occurrence of zoonotic nematodes *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum* and *Anisakis simplex* in cod (*Gadus morhua*) from the Baltic Sea. *Vet Parasitol* 205(3-4): 581-587.
- Nadolna, K., Podolska, M. 2014. Anisakid larvae in the liver of cod (*Gadus morhua*) L. from the southern Baltic Sea. *J Helminthol* 88: 237–246
- Noguera, P.A., Feist, S.W., Bateman, K.S., Lang, T., Grütjen, F., Bruno, D.W. (2013). Hyperpigmentation in North Sea dab *Limanda limanda*. II. Macroscopic and microscopic characteristics and pathogen screening. *Dis Aquat Org* 103, 25-34

Sokolova, M., Buchmann, K., Huwer, B., Kania, P.W., Krumme, U., Galatius, A., Hemmer-Hansen, J., Behrens, J.W. 2018. Spatial patterns in infection of cod *Gadus morhua* with the seal-associated liver worm *Contracaecum osculatum* from the Skagerrak to the central Baltic Sea. *Marine Ecol Progr Series* 606: 105–118.

SVA (2016). Kartläggning av omfattningen av sårskadad fisk i Hanöbukten. Redovisning av regeringsuppdrag M2014/1349/Nm

SVA (2019). Säihälsa, zoonosrisker, säl- och torsksmask. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten 20190215

Witeska, M. (2013). Erythrocytes in teleost fishes: a review. *Zool Ecol* (online publication)

Zhang, B., Peng, K., Che, J., Zhao, N., Jia, L., Zhao, D., Huang, Y., Liao Y., He, X., Gong, X., Bao, B. (2021). Single-nucleotide polymorphisms responsible for pseudo-albinism and hypermelanosis in Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) and reveal two genes related to malpigmentation. *Fish Physiol Biochem* 47, 339–350

BILAGA HF1 – KLASSIFICERING AV UTVÄRTES FYND

Tabell HF4. Utvändigt synliga förändringar – klassificering av allvarlighetsgrad^{1,2}

Lymphocystis (plattfiskar)	
Ly1	1 – 10 knölar, vars totala yta är mindre än en cirkel med diametern 10 mm
Ly2	Mer än 10 knölar, vars totala yta är större än en cirkel med diametern 10 mm men mindre än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
Ly3	Knölar vars totala yta är större än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
Epidermal hyperplasi/papillom (alla arter)	
EpPap 1	Hyperplasi/papillom vars totala yta är mindre än en cirkel med diametern 10 mm
EpPap 2	Hyperplasi/papillom vars totala yta är större än en cirkel med diametern 10 mm men mindre än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
EpPap 3	Hyperplasi/papillom vars totala yta är större än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
Hudsår (alla arter) - UlcAcu, UlcHe, Pap, Chro men inte UlcHaem, UlcAb³	
Ulc 1	Sårens totala yta är mindre än en cirkel med diametern 10 mm
Ulc 2	Sårens totala yta är större än en cirkel med diametern 10 mm men mindre än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
Ulc 3	Sårens totala yta är större än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan
Melanisering/hyperpigmentering (alla arter)	
Mel 1	Max 10 % av kroppsytan drabbad
Mel 2	Mer än 10% av kroppsytan men max två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan drabbad
Mel 3	Mer än två gånger ytan av den utsträckta stjärtfenan drabbad
Pigmentanomalier/albinism (alla arter)	
Pig 1	Max 1/3 av kroppsytan drabbad
Pig 2	Mellan 1/3 och 2/3 av kroppsytan drabbad
Pig 3	Minst 2/3 av kroppsytan drabbad
Skelettdeformationer (alla arter) – skolios, lordos/kyfos, mopsskalle etc	
1-3	subjektiv klassificering, behöver kalibreras mellan olika aktörer
Pseudolipom (sandskädda)	
1-3	subjektiv klassificering, behöver kalibreras mellan olika aktörer

¹ Översatt från tabell (opubl) erhållen av Jörn Scharsack, Thünen Institute of Fisheries Ecology, Tyskland; ² För att klassa allvarlighetsgrad ska hela kroppsytan bedömas. För dokumentation av de mest drabbade områdena ska referens ske till uni-/bilateralt (sidor), dorsalt (rygg) eller ventralt (buk). Exempel: Ly 2 dorsalt/ventralt (plattfisk); Ulc 2 akut bilateralt (torskfiskar); ³ Sår delas in i sex stadier: UlcHaem: små blödningar med nedsänkning i huden, Pap: små blödningar men huden har börjat bukta utåt, UlcAcu: akut öppet (kött)sår, Chro: äldre inflammerat sår, ibland med varbildning med var, UlcHe: sår under avläkning, UlcAb: avläkt sår, ofta med melanisering. Bedömning av utbredning görs inte för UlcHaem eller UlcAb

BILAGA HF2 – KLASSIFICERING AV PARASITBÖRDA

Tabell HF5. Klassificering av parasitbörda hos havslevande fisk¹

Parasit	Kod	Värdart	Grad			Lokalisation
			1	2	3	
<i>Stephanostomum baccatum</i>	Steph	Sandskädda	1 - 10	11 - 50	>50	Vita cystor på kroppens undersida
		Skrubbskädda				
<i>Acanthochondria cornuta</i>	Acanth	Sandskädda	1	2	≥3	Kräftdjursparasit, gälar
		Skrubbskädda				
<i>Lepeophtheirus pectoralis</i>	Lepe	Sandskädda	1	2	≥3	Kräftdjursparasit, bröstfena, hud
		Skrubbskädda				
<i>Cryptocotyle</i> sp.	Cryp	Sandskädda	1 - 10	11 - 50	>50	Cystor, hud
		Skrubbskädda				Cystor, bara på kaudala fenor
		Rund fisk				Cystor, hud
Myxosporidia	Myxo	Rund fisk	Ingen gradering, bara ja/nej			Ögon
		All fisk	Ingen gradering, bara ja/nej			Gälar
		Plattfisk	1 - 10	11 - 50	>50	Fenbaser
<i>Lernaecera branchialis</i>	Locera	Rund fisk	1	2	≥3	Kräftdjursparasit i gälhålan
<i>Loma branchialis (morhua)</i>	Loma	Rund fisk	1 - 10	11 - 50	>50	Cystor i gälfilamenten
Anisakidae	Anis	Sill/strömming	1 - 10	11 - 50	>50	<i>Anisakis simplex</i> (spiralmask) i bukhålan, på inre organ
		Torsk				
Liver-Nematodes	Nemato	Sandskädda	1	2	≥3	Ofta <i>Contracaecum</i> sp., inkapslad i levern
		Skrubbskädda				
		Torsk				
<i>Acanthocephala</i> sp.	Kratz	Sandskädda	1	2	≥3	Hakmask, vuxna förankrade inuti tarmen eller larver i förankrade cystor i bukhålan

¹ Översatt från tabell (opubl) erhållen av Jörn Scharsack, Thünen Institute of Fisheries Ecology, Tyskland. ² Kan därefter klassas enligt 0 (inga nematoder), 1 (1 - 10 nematoder), 2 (11 - 20 nematoder), 3 (21 - 30 nematoder), 4 (>40 nematoder).

Akutmedel

Endast ett fall avseende havslevande fisk togs in på akutmedel under 2021.

Fall 1. Massdöd av sill/strömming

En stor mängd död sill hittades i strandkanten i Stenshuvuds nationalpark utanför Simrishamn. Länsstyrelsen i Skåne skickade in fisk till SVA för bedömning av trolig dödsorsak. Fiskarna hade bleka gälar, i övrigt sågs inga stora avvikelser. Virologisk och bakteriologisk undersökning var negativa. Dödsorsaken bedömdes vara syrebrist, men förgiftning på grund av till exempel algblomning kunde inte uteslutas.

Rapportportalen

Under 2021 kom totalt tio rapporter om havslevande fisk och en rapport om en tioarmad bläckfisk. Förutom en rapport om en makrill från Öresund med massiv förekomst av parasiter på bukorganen (**Bild HF5**) och en oskygg fisk av okänd art som observerats i finska viken rörde samtliga rapporter fisk utan synliga skador (utöver sådana som tillkommit efter döden). En rapport i augusti rörde massdöd av sill och även lite tobis. Rapporten finns beskriven under Akutmedel ovan. Fynd av uppspolad tobis rapporterades också från Härnösand i februari. Från Bottenhavet (Hudiksvall) rapporterades även ett fynd av en död ringbuk utan synliga skador i mars. En skrubbskädda rapporterades från Halmstad i mars. I april rapporterades en död pigghaj i Göteborgs-området, i maj rapporterades ett stort antal skallar (skelett) av näbbgäddor på Skanörs strand samt en piggvar från Norrtälje skärgård. I juni inkom rapporten om en tioarmad bläckfisk som fångats med håv och som sattes ut igen (**Bild**, se rapportens framsida). I augusti rapporterades en uppspolad snutra i Halmstad.

Bild HF5. Makrill med omfattande förekomst av parasiter på bukorganen. Dels ses friliggande Anisakida maskar (sannolikt *Anisakis simplex* samt eventuellt ytterligare någon art (*Contracaecum osculatum*, *Pseudoterranova decipiens*), dels cystor (gula kulor) som sannolikt innehåller larvstadier av någon sugmask). Foto: Igor Milanovic.



Undersökningar från SLU:s kustprovfisken i Hanöbukten 2020 och 2021

SAMMANFATTNING

SLU:s Kustfiskelaboratorium genomför årligen provfisken på ett antal stationer längs den svenska kusten. Under 2019 avsattes en del av SVA:s akutmedel för insamling, preparering och histopatologisk bedömning av vävnader från fisk som skulle samlas in under SLU:s djupstratifierade provfiske med nordiska kustöversiktsnät i Hanöbukten under hösten. Tanken var att säkra material och kunna göra uppföljning på fiskhälsan efter SVA:s och HaV:s regeringsuppdrag 2014 – 2018, samt SVA:s pilotprojekt avseende fiskhälsa som genomfördes i samband med SLU:s kustprovfisken 2018 (HaV, 2018; SVA, 2016; SVA, 2019). 2019 års kustprovfiske avrapporterades i SVA:s årsrapport till HaV för 2020 (SVA, 2021). SVA och HaV bedömde att det finns ett värde i att fortsätta provtagning och därmed kommer en del akutmedel årligen att avsättas för SLU:s kustprovfiske i Hanöbukten. Fisken som SLU samlade in under 2020 års kustprovfiske frystes och undersöktes inte förrän i början av 2021. Bakteriologiskt prov togs från två skrubbskäddor med svullen njure och skickades för analys. I samband med 2021 års kustprovfiske togs ett antal prover från skrubba och torsk ut i fält och skickades löpande till SVA.

MATERIAL OCH METODER

Prover för histopatologisk analys togs från inre organ på skrubbskädda och torsk, samt från hudsår på torsk och vitling. Organbitarna konserverades i formalin och skickades till SVA. Proverna preparerades rutinmässigt för histopatologisk bedömning (se avsnittet ”Histopatologi och cytologi”, sidan 15). Läsning gjordes i ljusmikroskop vid 40 – 1000 x förstoring.

Prover för bakteriologisk analys togs från hudsår eller njure och stacks till agarrör innehållande marinagar eller blodagar. Vid ankomst till SVA ströks proverna om till plattor med motsvarande agar och inkuberades vid 20°C i max sju dagar innan slutavläsning gjordes.

RESULTAT

Från SLU:s provfiske i Hanöbukten hösten 2020 skickades prover från två skrubbskäddor och från provfisket hösten 2021 skickades prover från sex torskar, en vitling och sju skrubbskäddor. För ett par fiskar fanns foton tillgängliga.

Torsk och vitling (2021)

Bildunderlag saknades för samtliga provtagna fiskar.

Två torskar hade hudsår på olika delar av kroppen och vitlingen hade enligt muntlig uppgift en hudförändring. Bakteriologiskt prov hade tagits från torskarna. Dessa visade endast växt av blandflora.

Från alla tre fiskar hade sårvävnad fixerats i formalin. I samtliga vävnadsprover saknades ordentliga marginaler mot normal vävnad. Hos vitlingen sågs omfattande bindvävsinväxt som var något ostrukturerad men mogen och utan inflammation. Detta är typiskt för en avläkt skada. Hos den ena torsken sågs också omfattande bindvävsinväxt som var mycket ostrukturerad, innehöll även fibroblaster (omogna bindvävsceller), riklig kärlinväxt och riklig förekomst av en mixad population av inflammatoriska celler. Bitvis förekom mycket lucker, ödematös bindväv. Inga mitoser påvisade (tecken på malignitet saknades). Därmed bedömdes förändringen som en kronisk inflammation med pågående läkningsprocess. Hos den tredje torsken sågs ett område med kraftigt prolifererad, halvt organiserad, mogen bindväv som utgick centralt i mellanhudens bindväv och tryckte sig åt sidan/uppåt som en svulst. Mycket lindrig inflammatorisk infiltration sågs mot

hudens yta. Runt bindvävsområdet förekom bitvis vävnadsdöd i de ytliga delarna av mellan huden och överhuden. Skadan bedömdes som i princip avläkt.

Från de sista fyra torskarna, samtliga honor, fanns fixerad gonadvävnad. Två hade journalanteckning om förändringar i gonaderna i form av "vita korn" och "stenrom", för en fanns noterat att gonaden var missbildad och för en saknades journalanteckning. Hos torsken med missbildad gonad sågs områden med normal ovarievävnad och områden med helt granulomatöst omvandlad vävnad. Granulomen var av varierande utseende, från helt infiltrerade av inflammatoriska celler till granulom fyllda med död vävnad men samtliga såg ut att vara av bakteriellt ursprung. Immunohistokemisk färgning gjordes avseende bakterien *Franscisella noatunensis*, som orsakar denna typ av förändringar, men bakterien påvisades inte. Orsaken till inflammationen kunde inte säkerställas. De övriga tre fiskarna hade förekomst av mikrosporidier (encelliga parasiter) i oocyterna. Hos en torsk var infektionen lindrig-måttlig med en lokal kraftig inflammation. Flera olika utvecklingsstadier av mikrosporidier sågs. Hos två torsk var infektionen långt gången med en kraftig granulomatös inflammationsreaktion. Utöver mikrosporidiecystor i olika utvecklingsstadier sågs ett antal nedbrutna mikrosporidiecystor samt mikrosporidiecystor som infiltrerats av makrofager. Hos alla tre torskarna fanns områden med normala oocyter i olika utvecklingsstadier.

Skrubbskädda

2020

Bakteriologiska prover inkom från två skrubbskäddor ur 2020 år fiske. Skrubbskäddorna beskrevs ha svullen njure och en hade också klassats som mager. Från ett prov växte blandflora och från ett prov växte *Shewanella baltica*.

2021

Bilder fanns på fyra av sju skrubbskäddor varifrån prover skickats.

Tre skrubbskäddor hade bedömts ha konstiga (gulvita) romsäckar samt svullen njure. För en fisk saknades bilder. Två hade på bild en stor gulvit romsäck och hos en av dessa individer kunde njuren ses och bedömdes som kraftigt svullen. Histologiska prover fanns från gonaderna och visade romsäck med folliklar i olika mognadsstadier, från vilande till nästan mogna. Hos en av individerna var enstaka folliklar granulom-omvandlade. Samtliga tre romsäckar bedömdes som normala. Histopatologiskt prov från njurarna saknades och bakteriologiska prover var negativa eller visade blandflora.

Fyra skrubbskäddor hade enbart notering om svullen njure. Från en fisk saknades bilder. Från en fisk fanns en bild på en måttligt svullen njure, från en fisk var njuren skuggad på bilden och kunde inte bedömas ordentligt. Från den sista fisken fanns i stället bild på ett kroniskt sår med multipla centra, sannolikt flera mindre sammanflutna sår, på den opigmenterade sidan strax framför stjärtpolen. Såren var djupgående ner i muskulaturen, och med lite genomskinlig och fuktig yta. Från tre av fiskarna var bakteriologisk undersökning negativ. Från en fjärde påvisades *Vibrio anguillarum* (tidigare kallad *Listonella anguillarum*) serotyp 2. Histopatologiskt prov fanns enbart från en av njurarna (en som var bakteriologiskt negativ). Histologi visade kronisk glomerulonefrit (njurinflammation) - en omfattande kronisk inflammationsprocess i de blodfiltrerande kärlnystanen i njuren, i form av förtjockade kapslar, svullna epitelceller (i vissa glomeruli så att det såg ut som en enda tjock vävnads massa). Det förekom celldöd och lindrig infiltration av olika vita

blodkroppar. Tubuli (där urin koncentreras/ späds) såg normala ut. De större samlingsrören hade måttlig till kraftig granulocytär infiltration i väggen. I njurens blodbildande vävnad sågs mycket riklig förekomst av stora makrofagcentra samt en del enskilda makrofager. Inga bakterier eller parasiter kunde ses.

Histopatologisk undersökning av hudsåret från den skrubbskädda som bedömts ha svullen njure bekräftade att såret var av äldre datum och det fanns en aktiv inflammationsprocess med pågående läkning i form av bindvävsinväxt. Histopatologiskt prov från njuren saknades. I bakteriologiskt prov från såret påvisades *Aeromonas salmonicida* subspecies *pectinolytica*. Det bakteriologiska provet från njure var negativt, vilket visar att infektionen inte var spridd i fisken utan lokaliserad till såret.

DISKUSSION

Ett antal skrubbskäddor hade svullen njure men histopatologiskt prov fanns enbart från en av individerna. Bakteriologiska prover från sådana individer 2020 och 2021 har visat inkonsekvent resultat (inga bakterier, blandflora, *Shewanella baltica*, *Vibrio anguillarum*). Förändringarna i njuren har därmed inte kunnat kopplats till någon specifik bakterie och det är också högst oklart om det är samma typ av förändringar som förekommer i de svullna njurarna. Det är av yttersta vikt att få in vävnadsprover från förändrad vävnad när man undersöker sjukdomar med oklar genes. Ytterligare undersökningar måste därför göras för att bedöma typen av förändringar och försöka avgöra orsaken till deras uppkomst.

Vibrio anguillarum är en patogen som förknippas med sårbildning och allmäninfektion hos bland annat ål och laxfiskar. Provet hade tagits från njuren, varför en allmäninfektion förelåg, men eftersom histopatologiskt prov från den svullna njuren saknades kan vi inte bedöma om infektionen är orsak till svullanden. Även släktet *Aeromonas* är bakterier som förknippas med sårbildning, vissa av arterna även med muskelböldar och allmäninfektion. Det finns också opportunistiska arter som ger problem sekundärt till något som redan satt ner fisken.

Granulombildning kan uppstå vid infektion med bakterier eller encelliga parasiter som förökar sig intracellulärt. Detta gäller till exempel mykobakterier, *Fransicella* sp., *Edwardsiella tarda*, *Renibacterium salmoninarum* och släktet mikrosporidier. Här påvisades granulomatös inflammation med sannolikt bakteriellt ursprung i gonad hos en torsk och granulomatös inflammation orsakad av mikrosporidios i gonad hos två fiskar. Beroende på mikrosporidieart kan olika organ affekteras, och det är inte alltid bara ett målorgan (ex *Pseudoloma neurophilia* som infekterar nervsystem och könsceller hos bland annat zebrafisk). Det är oklart vilken art det rör sig om hos dessa torskar, och eftersom inga andra organ undersökts går det inte att avgöra hur spridd infektionen var i torskarna. Hos skrubbskäddorna noterades enstaka inflammerade folliklar utan granulomatös reaktion. Romkorn/oocyter som inte släpper i samband med lek samt de tömda folliklarna måste efter lek återbildas. Resorptionen av oocyter sker genom en inflammatorisk process. Att hitta enstaka inflammatoriskt omvandlade folliklar är därför helt normalt.

Övergång till normal vävnad saknades i hudsnitten. I ett par fall fanns en övergång till ytligt sett normal vävnad, medan inflammationen djupare var mer spridd och gränsen saknades. Man behöver därför ta en bred marginal på hudprover för att säkerställa att övergången finns med. Gränsen mellan normal och sjuklig vävnad är extremt viktig för att till exempel avgöra lokal malignitet ifall en tumör påvisas, och det är ofta i gränsområdet en infektion är mest aktiv och man kan påvisa eventuella patogener.

REFERENSER

Havs- och vattenmyndigheten, 2018. Uppdrag att övervaka miljön i Hanöbukten under tre år för att undersöka eventuella samband mellan miljöfarliga ämnen och fiskhälsa. Avrapportering, Regeringsuppdrag M2104/1350/Nm

SVA (2016). Kartläggning av omfattningen av sårskadad fisk i Hanöbukten. Redovisning av regeringsuppdrag M2014/1349/Nm

SVA (2019). Pilotprojekt vildfiskövervakning. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten 2019-02-15

SVA (2021). Hälsöövervakning av vildlevande fisk, kräftdjur och blötdjur 2020. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten 2021-06-01

Del 2.

Anadrom fisk

SAMMANFATTNING

Övervakningen av anadrom fisk fokuseras för närvarande på laxfiskar, och då främst lax. Även Vänerns lax- och havsöringbestånd inkluderas i övervakningen även om de inte är sant anadroma då de bara vandrar i sötvatten.

Sedan många år sker en riskbaserad övervakning av parasiten *Gyrodactylus salaris*, eller laxdjävul, på laxungar i västkustmynnande vattendrag. Övervakningen har tidigare skett i SLU:s regi, men från 2020 har SVA tagit över ansvaret för övervakningen. Misstänkta *G. salaris* från vattendrag där parasiten inte tidigare visats, eller i tidigare oinfekterade provtagningspunkter i vattensystem där parasiten förekommer, artbestäms med molekylärgenetisk teknik. Detta görs då morfologiskt lika men inte lika patogena arter förekommer. I Örekilsälven och Sävån var samtliga laxungar negativa, medan parasiten påvisades i samtliga mer sydliga vattendrag. I några provtagningspunkter var samtliga laxungar infekterade. I Åtran/Högvadsån förefaller förekomsten av *G. salaris* ha minskat.

Under 2020 började SVA bygga upp en hälsoövervakning av lekvandrande fisk och då framför allt lax, då problem med sjukdom och dödlighet på nystigen fisk förekommit i Östersjöälvar sedan 2014. Även under leksången förekommer sedan 2014 relativt omfattande problem med svampangripen lax och öring. Sedan 2017 förekommer även i Vänerns laxpopulationer (Gullspångs- och Klarälvslox) och i västkustmynnande vattendrag. Det finns en mängd potentiella faktorer som kan samverka till problemen och det är fortfarande oklart vilka som är signifikant bidragande. Fokus under 2020 och 2021 var därför att samla in prover för vidare forskning så att relevanta faktorer att övervaka kan identifieras. Resultaten kommer att publiceras i en separat rapport. Utöver detta utvärderas inventering av leksträckor och många kompensationsanläggningar bidrar genom att besvara ett formulär avseende avelsfiskens hälsa. Dessa två insatser innebär att även havsöringens hälsa kan övervakas aktivt.

Förutom den aktiva övervakningen av laxungar och återvändande lax sker passiv övervakning via rapportportalen, vilket också möjliggör akuta provtagningsinsatser eller planering av provtagningsinsatser om behov identifieras. Enstaka fall av intresse kan också plockas in på akutmedel. Under 2021 avsattes en del medel till metodutveckling avseende *Saprolegnia* spp., de algsvampar som orsakar svampangreppen på lax och öring. En metodik för att bestämma genetisk variation (7 gens-MLST (Multi-Locus Sequence Typing)) testades och visar preliminärt intressanta resultat.

För nejonögon finns ingen aktiv övervakning utan enbart passiv övervakning via rapportportalen och andra kontaktvägar samt möjlighet att ta in fisk på akutmedel.

INTRODUKTION

Anadrom fisk i svenska vatten inkluderar laxfiskar, framför allt lax (*Salmo salar*) och havsöring (*S. trutta*) samt nejonögon (havsnejonöga (*Petromyzon marinus*) och flodnejonöga (*Lampræta fluviatilis*). Laxfiskarna, framför allt laxen, har en pågående hälsoproblematik som visar sig genom ett antal sjukdomssymptom och därför fokuserar hälsoövervakningen på denna art och till viss del på havsöring.

M74 är ett syndrom där laxyngel drabbas av tiaminbrist till följd av att honan inte kan föra över tillräckligt stora mängder tiamin till rommen. Dödligheten är hög men syndromet kan undvikas

genom tiaminbadning av rom och yngel. Det finns också referenser på att oxidativ stress och brist på antioxidanten astaxanthin bidrar till syndromet. M74-läget i Sverige övervakas av SLU:s sötvattenslaboratorium, Drottningholm.

Gyrodactylus salaris är en monogen parasit som anses endemisk i vattendrag som mynnar i Östersjön och som inte vållar direkta problem för Östersjölaxungar (*Salmo salar*). Atlantlaxen, som även den tillhör arten *S. salar*, är däremot känsligare och parasiten kan vålla stora problem för laxungarnas hälsa. Första gången parasiten påvisades i ett västkustvattendrag var 1989 (Säveån). Endast ett fåtal laxförande vattendrag längs västkusten anses numera fria. Årlig övervakning av parasitens förekomst har skett i SLU:s regi men från 2020 har SVA ansvar för övervakningen.

Hälsosituationen för återvändande lax i Östersjövattendragen har varit problematisk sedan 2014, med rapporter om UDN-liknande skador, hudblödningar på buksidan, sår, fenskador och svampangrepp började komma från flera vattendrag. Problemen avtar på sensommaren, men sedan ökar svampangrepp under perioden runt lek och där drabbas såväl lax som havsöring. Höstliga svampangrepp har förekommit i de västkustmynnande vattendragen och Klarälven/Vänern ungefär lika länge som i Östersjö-vattendragen, och de senaste åren har även hudblödningar och svamp rapporterats på nystigen lax. "Syndromet" med hudblödningar följt av svampangrepp döptes till Red skin disease (RSD) vid en internationell workshop i Oslo i november 2019. SVA påbörjade på uppdrag av HaV undersökningar av problematiken 2016 och ny provtagning genomfördes 2018. Provtagningarna har gjorts i samverkan med bland annat Finska Livsmedelsverket (föret Evira, numera Ruokavirasto), Göteborgs universitet (GU) och SLU i Umeå. Ingen specifik patogen har kunnat påvisas, men det finns misstanke om förekomst av svåridentifierade virus (SVA, 2017; SVA & Evira 2017). Histopatologiska undersökningar av hud från områden med blödningar 2016 visade likheter med Red Mark Syndrome, en sjukdom som orsakar blödningar/sår hos regnbåge. Sjukdomen har kopplats ihop med små intracellulära organismer kallade MLO (Midichloria-like organisms, Metselaar et al., 2020). Mätning av biomarkörer/fysiologiska parametrar identifierade rubbningar i nivåerna av sköldkörtelhormon i två vattendrag med synbart frisk respektive allvarligt sjuk fisk. Det finns också indikationer på en rubbad nybildning av röda blodkroppar. Allvarligt sjuk fisk hade höga värden av blodglukos, ett resultat av de processer som pågick i kroppen (kronisk inflammation, svampangrepp med rubbning av kroppens salthalt). De prover som hittills analyserats visar inte på att tiaminbrist skulle vara en bakomliggande faktor. Det har även genomförts en fall-kontrollstudie där tiamin inte hade någon positiv effekt på steget hos MSW (multiple sea winters)-lax, den grupp som vanligen drabbas av RSD (SVA, GU och SLU, 2019). Alla analyser av prover från SVA:s undersökningar 2020 – 2021 är ännu inte klara. Resultaten kommer att publiceras i en separat rapport så snart resultaten sammanställts.

I samband med de att de första undersökningarna påbörjades 2016 skapades rapportportalen (<https://rapporterafisk.se>) för att möjliggöra passiv övervakning av laxen genom att allmänheten kan rapportera in fynd av sjuk, skadad eller död fisk.

Syfte

För laxungar var syftet att fortsätta övervakningen av *G. salaris* i oförändrad form. För återvändande lax fortsattes uppbyggnaden av ett hälsoövervakningsprogram. Eftersom orsaken till problematiken inte är klarlagd låg fokus på att samla in prover för vidare forskning. Dessutom fortsatte utvärderingen av aktiv, icke invasiv övervakning i form av kontroll av leksträckor och avelsfiskens hälsa i kompensationsodlingar. Den passiva övervakningen av anadrom fisk via rapportportalen fortsatte i oförändrad form.

Övervakning av *Gyrodactylus salaris*

MATERIAL OCH METODER

Provtagningspunkter

Provtagningen genomförs av Sportfiskarna, region Väst. Övervakningen är riskbaserad och provtagning görs i sju vattensystem på västkusten, nämligen Örekilsälven (tre lokaler), Anråsån (en lokal), Säveån (en lokal), Kungsbacka-ån (tre lokaler), Rolfsån (tre lokaler), Himleån (två lokaler) och Ätran (fem lokaler). Anråsån provtas vartannat år och resterande vattendrag varje år.

Provtagning

Laxungar samlas in med hjälp av elfiske. Lokalens längd, bredd, avfiskad yta, vatten- och lufttemperatur, vattenförhållanden (flödestyp, vattennivå) samt bottensubstrat noteras i protokoll. Infångade laxungar avlivs, vägs, mäts och konserveras i 95% etanol.

Laboratorieanalyser

Förekomst av haptormaskar/*Gyrodactylus* sp. undersöks under lupp i 40 x förstoring. Antalet parasiter vid/på ryggfena och bröstfena noteras. I mikroskop är det svårt att säkert artbestämma *Gyrodactylus*. Nedan anges därför *Gyrodactylus* sp. som fynd, även om det säkerligen handlar om *Gyrodactylus salaris* i redan infekterade vattendrag. För diskussion kring infektionen och dess konsekvenser används benämningen *G. salaris*. När haptormaskar upptäcks på laxungar i en lokal där *G. salaris* inte påvisats tidigare skickas maskarna för genetisk analys avseende art och haplotyp vid Norges veterinärinstitut (NVI). Analysen genomförs med konventionell PCR samt sekvensering av två regioner: internal transcribed spacer region (ITS) samt cytokromoxidas 1-genen (CO1) enligt den metodik som finns angiven i [OIE:s akvatiska manual](#).

RESULTAT

Förekomst av *Gyrodactylus* sp. i provtagna vattendrag och lokaler

Anråsån provtogs inte 2021 utan resultaten baseras på övriga sex vattendrag. Totalt samlades 146 laxungar in. Antalet laxungar per vattensystem och lokal, medianvärden (min, max) för längd, vikt, förekomst av laxungar med *Gyrodactylus* sp. samt medianvärde (min, max) hos infekterade individer finns i **Tabell AF1**. *Gyrodactylus* sp. hittades på laxungar i samtliga vattendragen söder om Säveån, medan Säveån och Örekilsälven var negativa.

Totalt var 65 (45%) laxungar infekterade med *Gyrodactylus* sp. Den totala prevalensen var därmed lägre än 2020 (59%, Wilcoxon's rangsummetest $Z=2.66$, $p<0.01$). Högst prevalens förelåg i Kungsbackaån, där 94% av alla laxungar var infekterade och lägst prevalens förelåg i Ätran/Högvadsån. Prevalensen i Ätran/Högvadsån hade sjunkit gentemot 2020 (66% 2020 vs. 20% 2021, $Z=4.55$, $p<0.001$). I Himleån hade prevalensen synbart sjunkit, med ett p-värde strax över signifikansnivån (100% 2020 vs. 62% 2021, $Z=1.93$, $p=0.053$). I Kungsbackaån, Rolfsån och Himleån var prevalensen 100% på en till två av tre provtagna lokaler. Lokaler utan påvisad infektion fanns i Örekilsälven och Säveån, Ätran och Rolfsån (**Tabell AF1**). Antalet påvisade *Gyrodactylus* sp. per infekterad individ varierade från 1 till 850, med ett medianvärde på 0 parasiter per laxunge (**Tabell AF1**, **Figur AF1**). Maxantalet påvisade *Gyrodactylus* sp. hade synbart minskat på samtliga infekterade lokaler. Under 2020 räknades >1000 maskar på en del laxungar från Kungsbackaån och Rolfsån. Högst antal haptormaskar 2021 (850 st) hittades på en laxunge i Rolfstorp, Himleån (**Tabell AF1**). Trettio (46%) av de infekterade laxungarna hade max 20 *Gyrodactylus* sp. (**Figur AF1**), vilket motsvarar 2020, då 45% hade max 20 *Gyrodactylus* sp.).

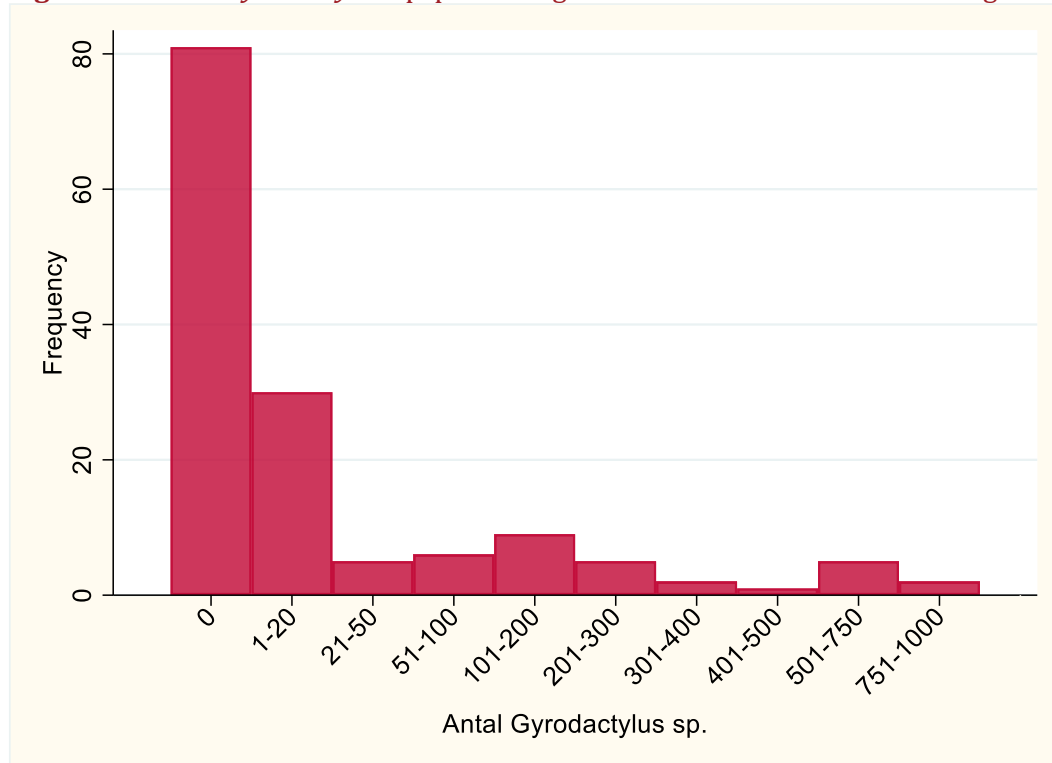
Högst medianvärde för antal *Gyrodactylus* sp. per laxunge hittades i Rolfsån, med ett snitt på 86 haptormaskar per infekterad laxunge. Skillnaden gentemot Kungsbackaån och Himleån var dock synbart mindre än 2020, då båda dessa vattendrag hade synbart högre medianvärden 2021, medan Rolfsåns medianvärde synbart hade minskat (**Tabell AF1**). Medianmängden *Gyrodactylus* sp. per infekterad laxunge var också signifikant lägre 2021 jämfört med 2020 i Rolfsån (median 179 st 2020 vs. 86 st 2021, $Z=2.00$, $p<0.05$) samt i Ätran/Högvadsån (median 8 st 2020 vs. 1 st 2021, $Z=2.20$, $p<0.05$). Det var ingen signifikant storleksskillnad på oinfekterade och infekterade laxungar (för längd $Z=-1.50$, $p>0.05$, för vikt $Z= -1.32$, $p>0.05$).

Tabell AF1. Förekomst av *Gyrodactylus* sp. hos laxungar i övervakade västkustvattendrag 2021 samt jämförande data avseende andel infekterade individer och parasitbörda 2020.

Vattensystem Lokal	Fiske- datum	Antal laxungar	Längd (cm) median (min, max)	Vikt (g) median (min, max)	Gyrodactylus sp. 2021		Gyrodactylus sp. 2020	
					Infekterade laxungar Antal (%)	Antal maskar, median ¹ (min, max)	Infekterade laxungar Antal (%)	Antal maskar, median ¹ (min, max)
Örekilsälven	4/5	23	9.0 (5.8, 14.7)	8.6 (3.0, 85.0)	0	-	1 (5)	5
Munkedalsälven		8	-	-	0	-	0	-
Skäret		6	12.1 (5.8, 14.7)	15.3 (4.9, 85.0)	0	-	1 (17)	0 (0, 5)
Stenhöljan		9	8.8 (7.1, 14.0)	5.3 (3.0, 15.0)	0	-	0	
Anråsån								
Kvarndalen	<i>Ej provtagen 2021</i>						0 (0)	-
Säveån								
Jonsereds fabriker		<i>Ej provtagen 2021</i>					3 (19)	0 (0, 2)
Kåhögbron	28/4	16	11.1 (8.8, 12.5)	11.0 (5.1, 16.0)	0	-	<i>Ej provtagen 2020</i>	
Kungsbackaån	22/4	31	8.7 (6.2, 15.0)	5.2 (1.8, 36.5)	29 (94)	64 (2, 801)	30 (100)	46 (3, 1030)
Alafors		17	9.0 (6.2, 14.2)	5.3 (2.0, 21.0)	16 (94)	13 (0, 283)	11 (100)	25 (5, 407)
Hovgården Nordån		6	7.5 (6.5, 8.1)	3.2 (1.8, 4.0)	6 (100)	201 (5, 660)	10 (100)	56 (3, 522)
Ålgårdsbacka		8	12.9 (7.0, 15.0)	21.2 (2.7, 36.5)	7 (88)	328.5 (0, 801)	9 (100)	43 (4, 1030)
Rolfsån	27/4	28	8.9 (5.8, 13.0)	4.9 (1.4, 19.0)	19 (68)	86 (1, 626)	16 (64)	179 (1, 1880)
Bosgården		9	10.2 (8.2, 13.0)	9.7 (4.9, 19.0)	9 (100)	92 (2, 626)	6 (100)	302.5 (25, 1880)
Fälån		10	8.5 (5.8, 9.1)	4.4 (1.4, 5.8)	10 (100)	13.5 (1, 365)	9 (100)	173 (43, 1161)
Island pool		9	8.0 (7.5, 9.6)	4.0 (3.1, 6.5)	0 (0)	-	1 (10)	0 (0, 1)
Himleån	19/4	13	12.9 (10.5, 15.0)	18.6 (9.3, 25.6)	8 (62)	73.5 (3, 850)	15 (100)	49 (1, 699)
Göingegården		11	12.9 (10.5, 15.0)	18.6 (9.3, 25.6)	8 (73)	7 (0, 245)	9 (100)	139 (7, 699)
Ön i Rolfstorp		2	13.8 (12.8, 14.8)	18.8 (15.9, 21.7)	2 (100)	435 (20, 850)	6 (100)	22 (1, 49)
Ätran/Högvadsån	9/12	35	7.2 (6.4, 12.9)	3.6 (1.6, 15.2)	7 (20)	1 (1, 28)	53 (66)	8 (1, 830)
Fageredsån		6	7.2 (6.9, 11.3)	3.5 (2.2, 8.9)	4 (67)	3 (0, 28)	8 (75)	3.5 (0, 68)
Hjärtaredsån	<i>Ej provtagen 2021</i>						0 (0)	-
Nydala kvarn		4	8.0 (6.6, 12.9)	3.6 (2.7, 15.2)	0	-	16 (89)	5 (0, 799)
Kogstorp		4	8.0 (7.1, 9.5)	4.1 (2.9, 7.1)	1 (25)	0 (0, 1)	<i>Ej provtagen 2020</i>	
Sumpafallet		17	7.2 (6.6, 12.5)	3.8 (2.4, 14.5)	2 (12)	0 (0, 1)	24 (71)	5 (0, 830)
Århult		4	6.9 (6.4, 10.2)	2.4 (1.6, 8.5)	0	-	5 (45)	0 (0, 25)
Totalt		146	9.0 (5.8, 15.0)	5.5 (1.6, 85.0)	65 (45)	0 (0, 850)	118 (59)	3 (0, 1 880)

¹ Medianvärdet per lokal inkluderar samtliga provtagna individer medan medianvärdet per vattendrag enbart inkluderar infekterade individer

Figur AF1. Antal *Gyrodactylus* sp. per laxunge i övervakade västkustvattendrag 2021.



Laboratorieanalyser

Inga laboratorieanalyser genomfördes 2021 då inga haptormaskar påvisades i lokaler som anses fria från *Gyrodactylus salaris*.

DISKUSSION

Gyrodactylus salaris har hittills inte påvisats i svenska vattendrag som mynnar i Atlanten/Västerhavet norr om Göta älv. Denna status blir dock något osäker då enbart två vattendrag norr om Göta älv provtas. Eftersom det finns en risk för spridning av *G. salaris* till norska laxälvar i Oslofjorden om parasiten förflyttar sig norrut längs västkusten togs därför beslut inför 2022 att utöka provtagningarna i buffertzonen och inkludera två lokaler i Strömsån, som ligger precis vid norska gränsen. Under 2020 påvisades *Gyrodactylus* sp. hos en laxunge i Örekilsälven. Denna artbestämdes dock till *G. derjavinoides*, och i provtagningarna 2021 var ingen laxunge i Örekilsälven infekterad. Prevalensen hade minskat i Himleån och framför allt Ätran/Högvadsån, medan Rolfsån och Kungsbackaån hade en prevalens motsvarande 2020. På lokalerna Bosgården och Fälån i Rolfsån påvisades *G. salaris* först 2020. Prevalensen låg då på 100% och situationen 2021 var identisk, samtidigt som prevalensen i den tredje lokalen (Island pool) är fortsatt låg (0% 2021, 10% 2020). Antalet haptormaskar per infekterad laxunge hade minskat signifikant 2021 jämfört med 2020 i Rolfsån och Ätran/Högvadsån. Även om mängden haptormaskar per infekterad laxunge minskat i Rolfsån bedöms det totala smittrycket som fortsatt mycket högt i vattendraget på grund av den höga prevalensen. Likaså bedöms smittrycket som fortsatt mycket högt i Kungsbackaån och Himleån.

I Ätran bedöms smittrycket vara lägre än 2020, då det förutom en minskad prevalens och minskning i medianvärde på antal haptormaskar per infekterad laxunge också en synbart drastisk minskning av maxantalet haptormaskar, från 830 st 2020 till 28 st 2021.

Flera faktorer kan påverka resultaten utöver en sant minskad prevalens. Två sådana faktorer är fiskeförhållanden och populationstätheter. Både 2020 och 2021 genomfördes fisket i Ätran/Högvadsån i mitten av december för att temperaturerna skulle hinna sjunka under 10°C och man var dessutom tvungen att vänta på grund av höga vattenflöden som gjorde fiskeplatserna otillgängliga tidigare. Tidpunkten på året har därmed varit densamma, likaså har förhållanden på fiskeplatserna enligt protokoll varit likartade (mediumhög vattennivå, liknande vattenföring) vilket indikerar att detta inte påverkat resultaten i någon stor utsträckning. Populationstätheten påverkar förekomsten av infektionssjukdomar, då smittspridning kan ske i högre grad ju tätare populationen är. Knappt hälften så många laxungar fångades för gyroprovtagning 2021 jämfört med 2020 (35 st vs. 80 st), och fångsten hade minskat i samtliga fyra provtagningspunkter som provtogs även 2020. Elfiskedata från svenska elfiskeregistret ([Databasen för provfiske i vattendrag - SERS | Externwebben \(slu.se\)](#)) visade inga stora skillnader för Högvadsån och Fageredsån 2021 jämfört med 2020 (i snitt 43 vs. 53 laxungar/100 m²). Skillnader i vattenföring, vattenstånd och om olika personer genomfört fisket kan förklara de något olika tätheterna. Enbart resultat från lokaler som elfiskats både 2020 och 2021 har inkluderats. Populationstätheten av laxungar verkar alltså inte vara en förklaring till minskad förekomst av *Gyrodactylus salaris*. Fortsatta undersökningar får visa om den lägre prevalensen i Ätran/**Högvgyrodacadsån** är en trend eller om det var en tillfällig förbättring av läget.

SLUTSATS

Örekilsälven kan fortsatt räknas som fri från *G. salaris*. Smitttrycket i Kungsbackaån, Rolfsån och Himleån, som är relativt nyinfekterade (2010-talet), är mycket högt medan smitttrycket i Ätran (infekterad i början av 1990-talet) verkar minska.

Återvändande lax

Under 2016 och 2018 undersöktes nystigen lax i Mörrumsån, Torneälven och Umeälven (SVA, 2017; SVA, GU och SLU, 2019). I båda projekten undersöktes dessutom fisk som inte var helt nystigen samt lekmogen fisk från andra vattendrag. Under 2020 och 2021 fokuserades provtagningarna på nystigen fisk. Inför 2020 var Ruokavirasto, Luke, SLU i Umeå och GU delaktiga i planeringen, GU och Luke skulle delta i provtagningen. Ruokavirasto deltog i övervakningen av Torneälven. Inför 2021 var Ruokavirasto delaktiga i planeringen och deltog i övervakning av Torneälven.

MATERIAL OCH METODER

Provtagningspunkter och antal fisk

Torneälven och Umeälven ingår som primära lokaler då de sinsemellan haft stora skillnader i antalet påverkade laxar och det finns tidigare insamlade data att jämföra med. Provtagningarna i Torneälven genomförs inom ett samarbete med Ruokavirasto och bekostas av forskningsmedel från inkomster från det gemensamma svensk-finska gränsälvsfiskekortet. Torneälven ingår alltså inte i den hälsoövervakning som finansieras genom det allmänna uppdraget från HaV, men inkluderas i rapporteringen eftersom provtagningarna genomförs på samma sätt och det är viktigt att jämföra älvarna sinsemellan. Råneälven planerades först som referensvattendrag till Torneälven men då det inte skulle gå att fånga tillräckligt mycket fisk vid ett tillfälle valdes i stället Luleälven som referensvattendrag. Ätran på västkusten samt Klarälven (Vänern) inkluderades också. Klarälven provtogs 2020 medan Ätran provtogs för första gången 2021. Både Klarälvslox och Gullspångslox

återvänder i dagsläget till Klarälven, då kompensations-odlad lax av båda stammarna har satts ut där som smolt. Provtagningen riktades enbart mot Klarälvslox då beståndet av Gullspångslax är sårbart och därmed inte bör skattas.

Provtagningspunkter valdes en bit uppströms, så att laxen befunnit sig i hemälven runt en till två veckor. Dessutom planerades provtagning utanför/i älvmynningen för att få material från fisk som ännu inte migrerat uppströms. I Ätran planerades bara uppströms provtagning, då vi redan 2020 tillsammans med länsstyrelsen konstaterat att det inte går att få till något nedströms fiske. Totalt planerades det för provtagning av 20 laxar per provtagningsplats och provtagningsstillfälle (**Tabell AF2**), vilket skulle resultera i 180 fiskar.

Tabell AF2. Planerade provtagningar av lax inom laxhälsoövervakningen 2021

Vattendrag	Provtagningspunkt	Provtagning	Totalt (antal)
Ätran	Nydala kvarn (biflöde Högvadsån)	v. 21/22	20
Torneälven	Haparanda skärgård/Seskarö Risudden	v. 24	40
Luleälven	Innanför mynningen/Lövsjär Bodens kraftverksdamm	v.27	40
Umeälven	Innanför mynningen/Lill-Sandsjär Norrfors laxtrappa/kraftverksdamm	v.27	40
Klarälven	Norra Vätern Forshaga kraftverksdamm	v.28	40

Fångst och förvaring av fisk

För provtagningar i mynningsområdena till Torneälven, Luleälven och Klarälven anlätades yrkesfiskare. Fångst skedde med push up-/kombifälla. För provtagning i Umeälvens mynningsområde anlätades ett notfiskelag. Drivnätsfiske användes för uppströms provtagning i Torneälven och genomfördes av ett byalag. I övriga vattendrag användes laxtrappor eller befintliga fällor för att fånga fisken. Fisken fångades in samma dag som provtagningen genomfördes, eller någon några dagar innan provtagning (uppströms i Ätran, Luleälven och Klarälven). Fisk hölls vid liv i kar/bassänger i anslutning till fångstplatsen till dess provtagning genomfördes. Detta då resultatet av vissa analyser påverkas snabbt efter fiskens död.

Obduktion och provtagning

Fisken bedövades med ett slag i huvudet och avlivades genom avblodning, där 10 – 20 ml hjärtblod samlades upp med hepariniserad spruta och kanyl, alternativt togs venöst blod vid stjärtpolen. Obduktion och provtagning genomfördes därefter omgående. Samtliga individer fotograferades och yttre och inre avvikelser noterades. Parasitbörda (*Eubotrium* sp.) i tarm noterades för en del individer. Kön, längd, vikt, levervikt, gonadvikt, och magtarmpaketets vikt registrerades. Fiskens konditionsfaktor (CF) beräknades enligt Fulton (somatisk vikt (g) x 100/ längd (cm)³), och leversomatiskt index (LSI), gonadosomatiskt index (GSI) och gastrointestinal-somatiskt index (GISI) (lever-/gonad-/gastrointestinalvikt (g)/somatisk vikt (g) x 100). Blod och organ togs ut för analys enligt nedanstående.

Blodpreparering och blodanalyser i fält

De 10 - 20 ml blod som togs från respektive fisk hanterades enligt följande.

Cirka 1 ml helblod fördes direkt över till eppendorffrör och frystes på kolsyreis. Proverna förvarades sedan vid -80°C inför tiaminanalys.

Ett par droppar helblod användes för mätning av hematokrit (HAEMATOKRIT 200, Andreas Hettich GmbH & Co.KG, Tuttlingen, Germany), hemoglobinkoncentration (HemoCue® Hb 201+ System, HemoCue AB, Ängelholm, Sweden) och blodglukos (HemoCue® Glucose 201+ System, HemoCue AB, Ängelholm, Sweden) omgående efter att blodprov tagits ut.

Cirka 10 ml blod fördes över till ett serumrör och centrifugerades vid 5 000 x g i 3 min. Plasma och röda blodkroppar separerades till olika mindre rör och frystes på kolsyreis. Rören förvaras vid -80°C inför analys. Proverna har transporterades till GU, förutom 1 ml plasma per fisk som SVA sparade för forskning/metodutveckling. Det arbetet kommer pågå hela 2022.

Prover för detektion av patogener

Vid samtliga provtagningar utom Klarälven togs bitar av njure, hjärta och mjälte ut från varje fisk och placerades i virusmedium (Eagles minimum essential medium) för rutinmässig odling av virus på cellkultur. Proverna poolades per tio fiskar, vilket enligt plan innebar två virusprover per provtagningspunkt. På lax från Ätran togs svabb från njure och hjärta för analys av infektiöslaxanemivirus (ISAV). På lax från Torneälven och Klarälven togs fem respektive två prover för analys av salmonid alphavirus (SAV). Från lax med hudblödningar (Torneälven, Luleälven och Umeälven) togs hudprov för analys avseende MLO-liknande organismer. Från svampangripna fiskar togs hudprov till PG1-agar för analys avseende *Saprolegnia* sp. (Se avsnittet "Akutmedel" sid 68). Vid misstanke om bakteriell infektion tas prov från njure och eventuellt förändrat organ till hästblodagar och TYES-agar för bakteriell odling.

Histopatologi och cytologi

Bitar av lever, njure, mjälte, pylorus med bukspottskörtel och halva hjärtat skars ut för histopatologisk bedömning och placerades i 10% formalin för fixering. Från fiskar med hudförändringar (UDN-liknande förändringar, hudblödningar eller sår) fixerades även hudbitar. Från hjärtblod gjordes blodutstryk på objektsglas för hematologisk bedömning.

Formalinfixerade prover bäddas, snittas och rutinfärgas (Hematoxylin och Eosin (HE)) för histopatologisk undersökning vid 40 – 1000 x förstoring. Blodutstryk fixeras med aceton samt färgas med Giemsa inför bedömning vid 100 – 1000 x förstoring.

Laboratorieanalyser

Blodanalyser

Tiaminanalys (totaltiamin, fritt tiamin, tiaminmonofosfat (TMP) och tiaminpyrofosfat (TPP)) utfördes av Ruokavirasto enligt Koski et al., 2005.

Plasmajoner (K⁺, Na⁺, Ca²⁺ och Cl⁻) och pH ska mätas av GU med en elektrolytmätare baserad på jonselektiv elektrod-teknologi (Convergys® ISE comfort Electrolyte Analyzer, Convergent Technologies, Cölbe, Germany). Under 2022 jobbar GU med att ta fram metodik för att mäta sköldkörtelstatus på plasmaproverna.

Detektion av patogener

Virusodling genomförs rutinmässigt enligt av EU:s referenslaboratorium föreskriven metodik för viral hemorragisk septikemivirus (VHSV) och infektiös hematopoietisk nekrosvirus (IHNV) ([VHSV-and-IHNV-diagnostic-manual-v2021-2.pdf](#)). Metodiken fångar upp ett relativt brett spektrum av virus utöver VHSV och IHNV. Kortfattat prepareras provet och inokuleras på två

cellinjer (BF-2 och FHM) och inkuberas vid 15°C i en vecka. Därefter görs en så kallad passage – provet förs över till fräscha celler av samma cellinjer. Efter ytterligare en vecka avslutas odlingen. Cellkulturerna kontrolleras dag tre-fyra, vid passage samt därefter dagligen för cytopatogena effekter (CPE), vilket indikerar växt av virus. Om CPE förekommer genomförs ELISA för VHSV, IHNV eller infektiöst pankreasnekrosvirus (IPNV) beroende på vilken infektion som misstänks utifrån utseendet på CPE:n. Vid positiv ELISA genomförs qPCR för att bekräfta virusets art och genotyp. Om ELISA är negativ genomförs andra undersökningar för att utreda vilket virus som isolerats. Vissa virus finns qPCR uppsatt för, vissa behöver helgenomsekvenseras för identifiering.

Virusprover från Ätran sattes även på en tredje cellinje (Atlantic salmon kidney/ASK) för odling avseende infectious salmon anemia virus (ISAV), då det viruset förekommer på lax i Atlanten. Analys avseende ISAV görs även direkt från svabbar genom qPCR enligt ([ISA-diagnostic-manual-v3.pdf](#)) och analys avseende salmonid alphavirus (SAV) görs med qPCR enligt Hodneland & Endresen (2006).

Dessutom kommer plasma att undersökas genom metabolomik med hjälp av Nuclear magnetic resonance (NMR) på NMR-centrum vid Chalmers tekniska universitet. Med tekniken identifieras samt kvantifieras alla metaboliter i ett biologiskt prov som till exempel plasma.

Lever och muskulatur för miljöanalys och banking

Leverprover, totalt fem per fisk, togs centralt från levern direkt efter avlivning och frystes på kolsyreis. Proverna har transporterats till GU för analys av olika enzym som kan påverkas av miljögifter.

Den lever som blev över packades i aluminiumfolie. Ca 100 g ryggmuskel togs mellan huvudet och ryggen på fiskens vänstra sida och packades i aluminiumfolie och sedan i påse.

Proverna frystes på kolsyreis för transport till laboratoriet, därefter förvarades de vid -20°C innan de skickades till biobanken vid Naturhistoriska riksmuseet (NRM).

Fjäll och fenklipp

Fjäll togs från alla fiskar. Fjällproverna torkades och förvaras i fjällprovskuvett. Fenklipp togs av Linnéuniversitetet och placerades direkt i 70% etanol. Proverna förvaras vid rumstemperatur inför eventuella åldersbestämningar, genetiska analyser samt analys av stabila isotoper.

RESULTAT

Genomförande av provtagningar 2021

Covid19-pandemin innebar fortsatta restriktioner 2021, men det påverkade inte årets provtagningar.

I Ätran kunde enbart 12 fiskar fångas och provtas under det planerade fisket i månadsskiftet maj-juni. En provtagning av ytterligare åtta laxar genomfördes därför i slutet av september. Torneälven var 2021 på en normal nivå och det uppströms fisket kunde genomföras som planerat. Fisket vid Seskarö såg ett tag ut att inte kunna genomföras på grund av storm, men med en dags förskjutning gick det att sätta ut fällorna och sedan tömma dem. I båda provtagningspunkterna för Torneälven kunde samtliga 20 planerade laxar provtas på en dag. Detsamma gällde för Luleälven, där både det nedströms och uppströms fisket genererade tillräcklig mängd fisk för att fylla provtagningskvoten på 20 laxar per provtagningspunkt. I Umeälven kunde 20 fiskar provtas i det uppströms fisket vid Norrfors, medan notfisket inte resulterade i mer än tre laxar på en hel dag. Det bedömdes inte vettigt att försöka fiska ytterligare med not för att försöka fånga resterande 17 laxar. I Klarälven

kunde 20 laxar provtas i det uppströms fisket, medan fisket i Vänern genererade 18 fiskar. Totalt provtogs 161 av 180 planerade laxar.

Tabell AF3. Antal provtagna laxar per provtagning inom laxhälsoövervakningen 2021.

Vattendrag	Provtagningspunkt	Antal laxar		Totalt antal laxar
		Provtagn. 1	Provtagn. 2	
Ätran	Nydala	12	8	
Torneälven	Seskarö	20	-	40
	Risudden	20	-	
Luleälven	Lövsjär	20	-	40
	Boden	20	-	
Umeälven	Lill-Sandsjär	3	-	23
	Norrfors	20	-	
Klarälven	Norra Vänern	18	-	38
	Forshaga	20	-	
Alla vatten	Mynning	61	-	161
	Uppströms	92	8	
	Totalt	153	8	

Fynd vid obduktionerna redovisas tillsammans med analysdata i en separat rapport för att ge ett helhetsperspektiv.

DISKUSSION

Covid-restriktioner gällde fortfarande under 2021 men har inte påverkat provtagningarnas omfattning. Provtagning i fält är ett vågspel, då man aldrig kan garantera väderförhållanden, vattenflöden mm som kan påverka utfallet av en provtagning. Ätran kunde antligen börja provtas men det krävdes två resor för att få ihop alla fiskar, och de olika tidpunkterna (juni resp. september) gör att resultat inte kommer vara direkt jämförbara inom vattendraget och delvis inte heller jämfört med de andra vattendragen. Örekilsälven kunde fortsatt inte provtas. Detta blir problematiskt, då Atlantlaxen och Östersjöaxen lever under olika ekologiska förutsättningar, bland annat avseende föda och patogenspektrum. Vi vet ännu inte om de symptom som generellt benämns RSD bara är likartade yttringar beroende på samma etiologiska faktorer, delvis samma etiologiska faktorer eller helt olika etiologiska faktorer. Vid fortsatta problem i Örekilsälven vore det bra om samma mätningar som hittills genomförts på Östersjöaxen kan genomföras.

SLUTSATS

Uppbyggnaden av ett övervakningsprogram baserat på provtagningar är beroende av att vi hittar signifikanta faktorer som kan användas för en bra klassificering av fiskens hälsostatus inte bara utifrån yttre fynd. I och med 2021 års provtagning finns data från två på varandra följande år insamlade. Provtagningarna har fortsatt under 2022. Av särskild vikt är att nystigen lax i västkustmynnande vattendrag provtas för att påbörja utredning av problematiken där och jämföra resultaten med resultaten för Östersjöaxarna.

REFERENSER

Koski, P., Bäckman, C., Pelkonen, O. (2005). Pharmacokinetics of thiamine in female Baltic salmon (*Salmo salar* L.) broodfish. *Environ. Toxicol Pharmacol* 19: 139-152

Metselaar, M., Thompson, K.D., Paley, R., Green, D.M., Verner-Jeffreys, D., Feist, S., Adams, A. (2020). Investigating the involvement of a Midichloria-like organism (MLO) in red mark syndrome in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 528: 735485

Hodneland, K., Endresen, C. (2006). Sensitive and specific detection of salmonid alphavirus using real-time PCR (TaqMan). *J Virol Methods* 131: 184–192.

Statens veterinärmedicinska anstalt, 2017. Sjuklighet och dödlighet i svenska laxälvar under 2014 – 2016. https://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/om_sva/publikationer/rapport-laxdoden-2016.pdf

Statens veterinärmedicinska anstalt och Evira, 2017. Laxdöden i Torneälven 2014 – 2016. https://www.sva.se/globalassets/redesign2011/pdf/om_sva/publikationer/laxdoden-tornealv-2014-2016.pdf

Statens veterinärmedicinska anstalt, Göteborgs universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet, 2019. Fortsatta undersökningar av laxsjuklighet under 2018. https://www.sva.se/media/ysybjmqg/rapport_fortsattning-laxsjuklighet_2019.pdf

Avelsfisken

SYFTE

Syftet är att skapa en samlad övervakning för avelsfisken i reglerade vattendrag, då rapporter om hög andel skadad fisk under avelsfisket samt svårighet att hålla fisken vid liv fram till romstrykning, vilket kan bero på faktorer som fisken exponerats för under sin livstid i vilt tillstånd, kommit från vissa anläggningar de senaste åren.

METOD

En Excelfil för registrering av observationer på återvändande fisk i älven samt skador under perioden i anläggning fram till romstrykning skickades under sommaren ut till kompensationsodlingars avelsanläggningar. Även de anläggningar som befinner sig i inlandszonen och enbart odlar stationär öring inkluderades, då det är enklare att samla samma typ av verksamhet under en övervakning. Arbetet med Excelfilen påbörjades av Stefan Palm, SLU Aqua sötvattenslaboratorium, och Åke Forssén, Norrfors laxodling under 2018. Viss modifiering gjordes inför utskicket 2020 och samma enkät kommer fortsatt att användas med möjlig modifiering i form av tillagda frågor.

Under 2021 preparerades och lästes också formalinfixerade leverprover som samlades in från avelshonor i Skellefteälven, Ume-/Vindelälven, Dalälven samt Göta älv under 2019. Provtagningen genomfördes i samarbete med Stockholms universitet (SU) och Göteborgs universitet (GU) och var avsedd att utgöra en möjlighet att jämföra levercellernas histopatologiska utseende med resultat för olika miljöanalyser. GU och SU har ännu inte publicerat några resultat av de analyser som de genomfört. I samband med SVA:s provtagning genomfördes också så kallad stamfiskprovtagning, vilket är rutinmässig provtagning för analys av ett antal virus och den bakteriella sjukdomen BKD i enlighet med Jordbruksverkets dåvarande förordning SJVFS 2014:4, bilaga 3 (K41) om flytt av rom från kustzon till inlandszon. Morfometriska data samt resultat från den histopatologiska undersökningen redovisas nedan. Samtliga statistiska jämförelser av histopatologiska parametrar har gjorts med Wilcoxons rangsummetest i Stata 15 (Stata Corp., 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas, 77845 USA).

RESULTAT

Enkätundersökning

Totalt svarade åtta anläggningar, varav sex anläggningar tar in både lax och öring, en tar in bara lax och en tar in bara öring. Två anläggningar svarade för första gången 2021, varför jämförande data för 2020 saknas.

Lax

En jämförelse av svar för säsongerna 2020 och 2021 finns i **Tabell AF4**. Klassificeringen av vad som är ”mindre än normalt”, ”normalt” och ”mer än normalt” varierar beroende på frågan. Klassificeringarna specificeras i fotnoter under tabellen. Tre anläggningar angav att helhetsintrycket av årets säsong var mer lax i älven än normalt, två bedömde återvandringen som normal och tre att det var mindre lax i älven än normalt. Andelen stor/äldre fisk (multiple sea winters/MSW) bedömdes högre än normalt i två vattensystem och lägre än normalt i fyra vattensystem. Enbart i en älv bedömdes åldersfördelningen som normal. En högre andel MSW-honor än normalt förekom i tre vattensystem medan kvoten MSW-honor bedömdes normal i övriga vattensystem. En av de anläggningar som angett normal kvot honor/hanar kommenterade dock att de tycker det blivit svårare att få tag på hanar. Denna anläggning hade angett hög andel MSW-

honor 2020. Konditionen bedömdes som normal utom i ett vattensystem där fisken var tydligt smalare än normalt. Avvikande beteende (till exempel slö fisk, vinglare) noterades i ”normal” (låg) frekvens i fyra vattensystem och inte alls i tre vattensystem. Förekomsten av skadad fisk bedömdes som normal i samtliga vattensystem, men för en älv fanns kommentaren ”normal för de senaste åren, hög gentemot för 10 år sedan” angetts. Den älven klassas därför som hög förekomst. Samma sak gällde svaret på förekomsten av svampangripen fisk i älven. Utöver denna älv var det ytterligare en älv som noterade en högre andel svampangripen fisk än normalt. De två anläggningarna upplevde också att det var problematiskt att hålla avelsfisken vid liv.

En jämförelse mellan 2020 och 2021 visar att situationen var ganska lika mellan åren i två älvar, med undantag för att ingen avelsfisk överlevde till lek 2021 i en av anläggningarna. I övriga vattensystem fanns flera skillnader mellan åren. För en älv saknas jämförande data för 2020.

Öring

En jämförelse av svar för säsongerna 2020 och 2021 finns i **Tabell AF5**. Klassificeringen av vad som är ”mindre än normalt”, ”normalt” och ”mer än normalt” varierar beroende på frågan. Klassificeringarna specificeras i fotnoter under tabellen. En anläggning angav att helhetsintrycket av årets säsong var mer öring i älven än normalt, fyra bedömde återvandringen som normal och två att det var mindre öring i älven än normalt. Andelen stor/äldre fisk bedömdes högre än normalt i ett vattensystem och normal i sex vattensystem. Kvoten MSW-honor och fiskarnas kondition bedömdes normal i samtliga sju vattensystem där frågan besvarats. Avvikande beteende (till exempel slö fisk, vinglare) noterades i ”normal” (låg) frekvens i sex vattensystem och inte alls i ett vattensystem. Förekomsten av skadad fisk bedömdes som normal i samtliga vattensystem, men för en älv fanns kommentaren ”normal för de senaste åren, hög gentemot för 10 år sedan” angetts. Den älven klassas därför som hög förekomst. Samma sak gällde svaret på förekomsten av svampangripen fisk i älven. Där fanns också en hög andel svampangripen avelsfisk i anläggningen och att hålla avelsfisken vid liv.

En jämförelse mellan 2020 och 2021 visar att situationen var lika mellan åren i en älv. I två älvar skiljde en parameter mellan åren och två anläggningar hade svarat olika avseende flera parametrar. För två älvar saknas jämförande data för 2020.

En fråga som inte tagits med i tabellen avser resultatet av årets kläckning, det vill säga avkomman till föregående års avelsfisk.

Tabell AF4. Svarsresultat av Excelenkät i avelsanläggningar för lax.

Vattensystem/älv	A		B		C		D		E		F		G
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2021
Mängd fisk i älven	hög	något låg	normal	hög	normal	normal	hög	normal	normal	låg	hög	hög	låg
Andel MSW (stor fisk) ¹	normal	låg	hög	hög	hög	normal	normal	låg	normal	låg	hög	hög	låg
Andel ♀ bland MSW ¹	normal	normal	normal	hög	normal	normal	normal	hög	normal	hög	normal	normal	normal
Kroppskondition ²	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	låg
Andel med avvikande beteende ³	inga	normal	normal	inga	normal	normal	normal	hög	normal	normal	normal	normal	inga
Skador/sår/rodnader ³	hög	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	hög	hög	normal
Mängd svampangripen fisk i älven ³	ingen	låg	normal	hög	normal	normal	normal	normal	-	ingen	hög	hög	normal
<i>sommar</i>													
<i>höst</i>	normal	låg	hög	normal	-	normal	normal	normal	hög	normal	hög	hög	normal
Svampangripen fisk i anläggningen ³	hög	normal	normal	normal	normal	-	normal	normal	-	normal	hög	hög	normal
Svårighet att hålla fisken vid liv till romstrykning	ja	nej	ja	ja	nej	nej	nej	nej	nej	nej	ja	ja	nej
Behandling för att hålla fisken vid liv ⁴	hög	normal	hög	-	normal	normal	normal	normal	hög	normal	hög	hög	normal
Andel fisk som dött innan romstrykning (%)	14.8	8.3	13.8	-	2.9	0.4	4.4	3.3	2.5	3.7	65	100	8.6

Svarsalternativ: ¹ Mindre andel/normal fördelning/större andel än normalt, ² Smalare än normalt/normal kondition/trindare än normalt, ³ Inga observationer/normal (låg) andel/högre andel än normalt, ⁴ Mindre/normalt/mer än normalt. Färgkodning: Röd=ja, Grön=Inga observationer/nej, Blå=mindre andel/smalare än normalt, ljusgul=normalt (låg) andel, Orange=större/trindare/högre andel/mer än normalt.

Tabell AF5. Svaresresultat av Excelenkät i avelsanläggningar för öring.

Parameter	A		B		C		D		F		G	H
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2021	2021
Mängd fisk i älven	normal	normal	normal	normal	normal	normal	något låg	något låg	låg	hög	låg	normal
Andel MSW (stor fisk) ¹	hög	normal	-	normal	normal	normal	normal	normal	hög	hög	normal	normal
Andel ♀ bland MSW ^{1,7}	normal	normal	-	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal
Kroppskondition ^{2,7}	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal
Andel med avvikande beteende ³	inga	normal	inga	normal	normal	normal	inga	normal	normal	normal	normal	inga
Skador/sår/rodnader ³	hög	inga	normal	normal	normal	normal	normal	normal	hög	hög	normal	normal
Mängd svampangripen fisk i älven ³	ingen	ingen	normal	normal	normal	normal	normal	normal	hög	hög	normal	ingen
<i>sommar</i>												
<i>höst</i>	normal	ingen	hög	normal	-	normal	normal	normal	hög	hög	normal	ingen
Svampangripen fisk i anläggningen ^{3,6}	hög	normal	normal	normal	normal	normal	normal	normal	hög	hög	normal	normal
Svårighet att hålla fisken vid liv till romstrykning	ja	nej	nej	nej	nej	nej	nej	nej	ja	ja	nej	nej
Behandling för att hålla fisken vid liv ⁴	hög	normal	hög	-	normal	normal	hög	normal	hög	hög	normal	normal
Andel fisk som dött innan romstrykning (%) ⁵	16.7	2.8	6.4	-	0.3	0.7	7.5	4.6	46.5	100	0	7.8

Svarsalternativ: ¹ Mindre andel/normal fördelning/större andel än normalt, ² Smalare än normalt/normal kondition/trindare än normalt, ³ Inga observationer/normal (låg) andel/högre andel än normalt, ⁴ Mindre/normalt/mer än normalt. Färgkodning: Röd=ja, Grön=Inga observationer/nej, Blå=mindre andel/smälare än normalt, ljusgul=normalt (låg) andel, Orange=större/trindare/högre andel/mer än normalt

Provtagning av avelsfisk 2019

Totalt provtogs 75 fiskar. Samtliga provtagna individer var urlekta honor av lax (68 st) eller havsöring (17 st). Samtliga honor friförklarades inom stamfiskkontrollen, dvs. det var ingen förekomst av virus eller BKD.

I **Tabell AF6** finns morfometriska data för respektive vattensystem och art angivna. Gonadvikt vid mognad har räknats ut utifrån honornas vikt innan romstrykning och honans vikt i samband med SVA:s provtagning. Vikt vid provtagning har använts som somatisk vikt vid beräkning av konditionsfaktor (CF), gonadosomatiskt index (GSI) samt leversomatiskt index (LSI).

Tabell AF6. Medianvärden \pm standardavvikelse avseende morfometriska parametrar för provtagna lax- och öringhonor efter romstrykning 2019.

Vattensystem	Antal honor	Vild/odlad ¹	Längd (cm)	Vikt (g)	CF ²	Gonadvikt (g)	GSI (%) ³	Levervikt (g)	LSI (%) ³
Skellefteälven									
Lax	10	10/0	98.5 \pm 8.9	8 500 \pm 2 145	0.87 \pm 0.14	1 650 \pm 735	22.2 \pm 6.7	86.0 \pm 22.7	1.03 \pm 0.18
Öring	10	9/1	80.5 \pm 6.3 ⁴	4 500 \pm 924	0.85 \pm 0.09 ⁴	950 \pm 613	18.1 \pm 23.0	40.5 \pm 13.1 ⁴	0.97 \pm 0.16 ⁴
Ume-/Vindelälven									
Lax	13	3/10	88.0 \pm 7.4	4 400 \pm 1 496	0.90 \pm 0.11	1 300 \pm 480	28.2 \pm 4.9	68.4 \pm 26.5	1.53 \pm 0.15
Öring	7	4/3	59.0 \pm 2.7	1 800 \pm 345	0.88 \pm 0.08	600 \pm 157	29.4 \pm 5.9	27.3 \pm 10.6	1.50 \pm 0.31
Dalälven									
Lax	20	0/20	85.5 \pm 5.9	4 900 \pm 866	0.74 \pm 0.12	1 500 \pm 294	30.6 \pm 2.2	Data saknas	Data saknas
Göta älv									
Lax	15	15/0	79.0 \pm 3.9	5 200 \pm 1 043	1.00 \pm 0.08	Data saknas	Data saknas	41.0 \pm 12.2 ⁴	0.84 \pm 0.15 ⁴

¹ Vild = fettfena kvar, odlad=fettfeneklippt; ² Vikt vid provtagning använd som somatisk vikt, konditionsfaktor (CF) = (vikt (g) x 100)/längd (cm)³; ³ GSI/LSI = gonad- respektive levervikt (g) /vikt (g) x 100; ⁴ Data saknas för en hona

För en laxhona från Ume-Vindelälven hade fixering av lever missats, och den bedömningen baseras därför på 12 av de 13 laxar som provtogs. Klassificeringen av undersökta parametrar samt totalpoäng finns i **Tabell AF7**. Klassificeringen är densamma som rutinmässigt används för undersökning av nystigen lax samt andra arter som torsk och skrubbskädda (se sid 15). Blödningar eller foci of cellular alteration (FCA, förstadier till tumörer) förekom ej och har därför inte tagits med i tabellen. Laxar och öringar har inte jämförts med varandra, utan alla statistiska beräkningar har gjorts inom respektive art men mellan vattensystemen. Ju högre totalpoäng desto sjukare bedöms levern vara. Totalpoängen för undersökta leverar var generellt låg.

Signifikanta skillnader i totalpoäng påvisades mellan laxar respektive öringar från Skellefteälven och Ume-/Vindelälven (Wilcoxon rangsummetest, $p < 0.05$ för båda arterna där laxen hade högre totalpoäng i Ume-/Vindelälven medan öringen hade högre totalpoäng i Skellefteälven). I övrigt sågs enbart skillnader mellan olika parametrar. Avseende degeneration var det sammanlagda värdet för grad och utbredning lägst i Skellefteälven ($p < 0.05$ gentemot Ume-/Vindelälven och Göta älv, $p < 0.01$ gentemot Dalälven) och öringen från Ume-/Vindelälven hade lägre grad av degeneration än öringen i Skellefteälven ($p < 0.05$). Inflammationsgraden var låg i alla vattensystem och ingen inflammation noterades i levern från Dalälven, vilket bidrog till stark signifikans gentemot laxlevern från övriga vattensystem ($p < 0.001$). Likaså var graden av cellödem generellt

låg, men då samtliga laxlevrar från Ume-/Vindelälven fick poäng 30 drog det upp medianvärdet och ledde till signifikans ($p < 0.01$) gentemot de andra vattensystemen.

Tabell AF7. Data avseende parametrar som undersöks histopatologiskt i lever från avelshonor 2019. Data anges som medianvärde (min, max), som poäng (antal fiskar) eller som antal parasiter (antal fiskar).

Vattensystem	Antal honor	Totalpoäng	Degeneration	Parasit-förekomst	Inflammation	Cellödem	Steatos
Skellefteälven							
Lax	10	60 (10, 120) ^a	20 (0, 90) ^{c, d, aa}	0 (10)	10 (0, 60) ^{aaa}	25 (10, 30) ^{bb}	0 (10)
Öring	10	75 (50, 120) ^b	40 (20, 90) ^e	0 (5) 1-3 (4) 3-9 (1)	0 (0, 20)	20 (10, 30)	0 (10)
Ume-/Vindelälven							
Lax	12	105 (30, 140) ^a	60 (0, 90) ^c	0 (12)	10 (0, 60) ^{bbb}	30 (30, 30) ^{bb, cc, dd}	0 (12)
Öring	7	45 (10, 80) ^b	20 (0, 60) ^e	0 (6) 1-3 (1)	0 (0, 0)	20 (10, 30)	0 (7)
Dalälven							
Lax	20	85 (40, 110)	60 (30, 80) ^{aa}	0 (19) 1-3 (1)	0 (0, 0) ^{aaa, bbb, ccc}	20 (10, 30) ^{cc}	0 (18) 20 (2)
Göta älv							
Lax	15	80 (50, 150)	60 (10, 80) ^d	0 (14) 1-3 (1)	10 (0, 60) ^{ccc}	20 (10, 40) ^{dd}	0 (15)

^{a, aa, aaa} etc. Variabler med samma bokstav skiljer sig signifikant från varandra enligt $p < 0.05$, $p < 0.01$ eller $p < 0.001$ (Wilcoxon's rangsummetest).

DISKUSSION

Enkätundersökning

I och med att 2021 var andra året merparten av anläggningarna skickade in formuläret kan vi nu börja följa trender i älvarna. Samtidigt krävs det åtminstone tre till fyra år innan det börjar bli verkligt intressant. Då kan tabeller eller grafer också delas upp utifrån de specifika vattensystemen och data blir mer lättöverskådliga i rapporteringen. Vi saknar fortfarande respons från några avelsanläggningar, vilket gör att vi inte kan få en översikt för samtliga kompensationsodlingar. Påminnelser gick ut och SVA presenterade resultaten vid "Smoltmötet" 2022 och uppmanade alla anläggningar att delta. Vi hoppas på full uppslutning för säsongen 2022.

Under 2020 användes också en enkät avseende själva avelsfisket. Denna skickades inte ut 2021 då den i utvärderingen för 2020 bedömdes som svår att fylla i, då flera anläggningar genomför upprepade fisken för avelsfisk och därmed antingen måste fylla i upprepade gånger eller försöka komma ihåg allt till efter sista fisket.

Andelen MSW-lax var något låg i vissa av vattensystemen under 2021, vilket innebär att mycket grils (en havsvinter) återvänt. Mängden grils varierar naturligt från år till år, men ibland blir situationen extrem. Ett exempel är Vindelälven, där ca 12 000 lekvandrande laxar passerade trappan i Norrfors 2018. Av dessa var runt 11 000 grils, vilket ger en kraftig skevhet i könsfördelningen på lekfisken, då grils nästan uteslutande brukar utgöras av hanar. I en älv noterades en hög andel fisk med låg kroppscondition, vilket också kan bli problematiskt eftersom den fisken inte har lika stora kroppsliga resurser att ta av fram till lek. Man hade dock inga problem

med att hålla fisken vid liv fram till romstrykning. Varför fisken från en älv skulle ha generellt sämre kondition än i andra älvar är svårt att förklara, då samtliga laxbestånd har sina uppväxtområden i södra Östersjön. Analys av fiskarnas ämnesomsättning i samband med provtagningarna 2018 visade dock tydliga skillnader mellan de vattensystem som ingick (SVA, GU och SLU, 2019). Detta kan indikera att bestånden har olika områden för födosök, och därmed olika tillgång till föda.

Provtagning av avelsfisk 2019

De fiskar som provtogs bedömdes generellt vara i gott skick. Avseende allvarliga infektioner, varav vissa kan överföras till avkomman, var de också helt friska. Statistisk jämförelse för morfometriska data mellan lokalerna har inte genomförts. Laxhonorna från Göta älv avviker möjligen från övriga med en högre CF och ett lägre LSI. Vikt före romstrykning saknas, och därmed även en bedömd gonadvikt vid romstrykning. Något som kan bidra till högre CF och lägre LSI är om fiskens totalvikt innan romstrykning används för uträkning av indexen, eftersom gonaderna då kan uppnå avsevärd vikt (maximal uträknad vikt för öring var 2.6 kg och för lax 2.4 kg). I detta fall är det dock garanterat att honornas vikt registrerats i samband med provtagningen, och att de därmed var urlekta, och man har missat att be om vikt innan romstrykning. Detta indikerar alltså en generellt högre konditionsstatus hos honorna i Göta älv än i vattensystemen som rinner ut i olika delar av Östersjön.

Leverstatus bedömdes generellt som god och inga allvarliga sjukliga förändringar noterades. Vakuoliseringsgraden var låg, vilket är förväntat efter en längre period med svält, där näringen i vakuolerna förbrukats. För att vakuolisering ska räknas med i totalpoängen behöver den bedömas som sjuklig. Inga sådana leverar förekom. Två öringlever från Ume-/Vindelälven visade upp enstaka små centra med steatos, vilket indikerar att de varit nära förfettning eller lindrigt förfettade under sommaren, innan näringsreserven börjat användas. Förekomst av parasiter i vild fisk är normalt, och graden av fynd i lever från laxfisk i Östersjön brukar i likhet med dessa resultat vara låg. Degenerativa förändringar kan vara relaterade till parasiters rörelse inne i levervävnaden (s.k. larva migrans) eller vara relaterat till andra processer som skadar vävnaden. Här gick det inte att relatera degeneration till parasitförekomst eftersom flertalet fiskar inte hade förekomst av parasiter. Vad som orsakat de degenerativa förändringarna är oklart. Inflammatoriska processer, framför allt kraftiga sådana, kan också vara associerade med parasitangrepp. Inte heller här kunde en direkt korrelation ses, då inflammation bara noterades i en lever med parasitangrepp. Inflammation uppstår dock som respons på skada eller angrepp av främmande ämne, ex. patogener, så det finns många potentiella triggande faktorer. Utbredningen av cellödem var relativt låg. Cellödem/cellsvullnad ses i samband med att cellen retas till ökad aktivitet eller då vakuoliseringsgraden blir hög så att cellmembranet spänns ut. Här var vakuoliseringsgraden låg, vilket talar för att aktivitetsgraden i cellerna var lindrigt till måttligt hög. Detta bör så småningom korreleras mot resultat från SU:s och GU:s analyser.

REFERENSER

Statens veterinärmedicinska anstalt, Göteborgs universitet och Sveriges Lantbruksuniversitet, 2019. Fortsatta undersökningar av laxsjuklighet under 2018.

https://www.sva.se/media/ysybjmqg/rapport_fortsattning-laxsjuklighet_2019.pdf

Inventering av leksträckor

Inventeringar av leksträckor genomfördes i Kalixälven (Linaälven och Ängesån), Kågeälven, Vindelälven, Öreälven, Ljungan (Åbäcken), Mörrumsån och Örekilsälven. Tanken var att respektive leksträcka skulle inventeras ca 1 gång per vecka under 4 – 5 veckors tid. Om sträckan var kortare än 500 m skulle hela sträckan kontrolleras och om den var längre skulle 500 m av sträckan kontrolleras. Antalet enskilda lekvilliga fiskar på plats, antalet lekvilliga fiskar med svampangrepp, antalet döende eller döda fiskar skulle räknas eller uppskattas beroende på mängden fisk. Öring och lax behövde inte separeras. Död lekfisk som gick att komma åt önskade vi en buköppning av för att se om de hunnit leka. Rapportering gjordes i en Excel-fil med möjlighet till kommentarer. En ”älvsvis” sammanställning följer nedan.

RESULTAT

Kalixälven (Linaälven och Ängesån)

Linaälven mynnar i Ängesån som mynnar i Kalixälven. Inventeringarna genomfördes av Fiskemiljö Nord AB.

I Linaälven kontrollerades en ca 70 m lång leksträcka (Aksusaari) vid fyra tillfällen från 27 september till 14 oktober. Antalet fiskar var fyra, sju, tre och noll vid respektive tillfälle. Vid de två första tillfällena noterades en lekvillig svampinfekterad fisk. Ingen död fisk observerades. Då ingen fisk fanns kvar på sträckan den 14 oktober bedömdes att leken var över och inventeringen avbröts.

I Ängesån kontrollerades en ca 50 m lång leksträcka (Nilivaara) vid fyra tillfällen från 27 september till 13 oktober. Antalet fiskar var tre, fem, två och noll vid respektive tillfälle. Vid det andra tillfället noterades en lekvillig svampinfekterad fisk. Ingen död fisk observerades. Då ingen fisk fanns kvar på sträckan den 13 oktober bedömdes att leken var över och inventeringen avbröts.

Kågeälven

Kågeälvens nedre FVO besökte tre kända leklokaler i princip dagligen under lekperioden. Höga vattenflöden gjorde dock att man inte över huvud taget kunde observera lek eller lekropar. Däremot har man sett lax som uppehåller sig i leklokalerna. Sjuka eller döda laxar och öringar noterades inte. De höga flödena kan bidra till detta, men under säsongen 2021 rapporterades inga sjuka eller döda fiskar till SVA eller till Kågeälvens nedre FVOF. Avseende steg sågs mer fisk, framför allt lax, än vanligt i slutet av fiskesäsongen, vilket också kan vara kopplat till de höga flödena. Om mängden fisk i älven kring lek var normal eller hög är oklart då man inte kunnat göra ordentliga observationer.

Vindelälven

Inventering genomfördes på leksträckan Krokforsstryckan av Daniel Jonsson, V River Service. Utöver de fasta dagar som noterats i mallen (nio tillfällen mellan 1 och 29 oktober) flögs drönare frekvent över stora delar av älven för att kunna observera bland annat levande och död fisk. Även i Vindelälven var det mycket höga flöden långt in i december vilket försvårade arbetet och inga noteringar om fisk på leksträckan har kunnat göras.

Öreälven

I Öreälven assisterade Öreälvens FVO med inventering av fyra leksträckor (Bjurholm, Hummelholm, Långedsforsarna samt Per Larsforsen-Håknäsforsen). Under perioden 22 september till 27 oktober:

Bjurholm: Lekplatsen kunde inte inventeras på grund av högt vattenstånd under hela perioden.

Hummelholm: Den 27/9 till 13/10 noterades fyra, två respektive en levande fisk. Av dessa var samtliga, utom en vid första observationstillfället, svampangripna men lekvilliga (**Bild AF1**). Det gick inte att se någon död fisk. Vid ytterligare två observationstillfällen fram till 27/10 var lekplatsen tom.

Långedsforsarna: Den 22/9 och 4/10 noterades åtta respektive fem levande fiskar men det gick inte att bedöma svampangrepp på grund av högt vatten. Den 27/9 och 13/10 noterades en respektive två döende fiskar på platsen, inga levande friska fiskar observerades. Vid två ytterligare observationstillfällen var lekplatsen tom.

Per Larsforsen-Håknäsforsen: 22/9 en levande, ej svampangripen fisk på plats. 27/9 och 4/10 noterades två levande fiskar, varav en var svampangripen men lekvillig, och en döende. Den 13/10 noterades två svampangripna döende fiskar, och vid två ytterligare observationstillfällen var lekplatsen tom.

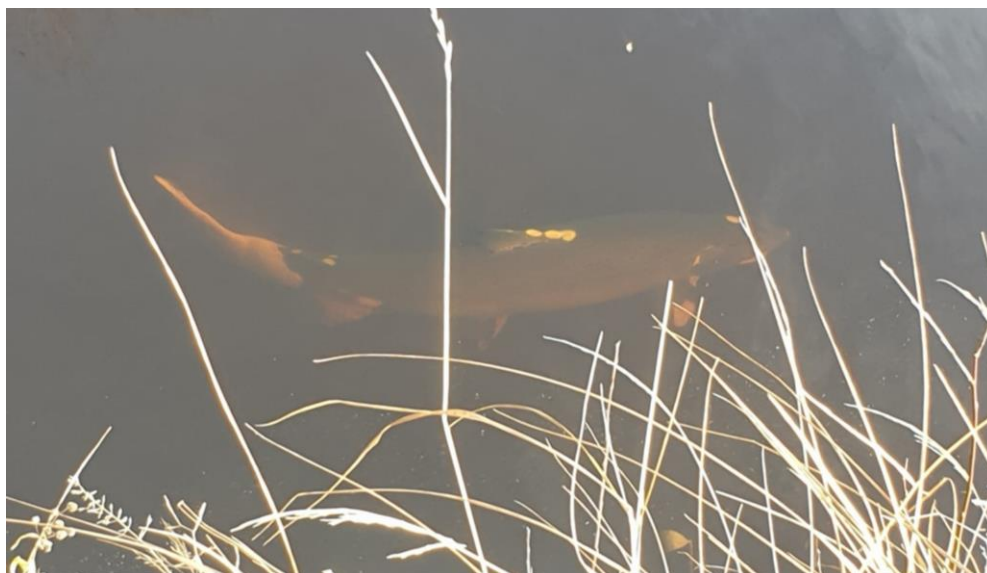


Bild AF1. Svampangripen lax vid leksträckan Hummelholm. *Foto: Leif Berggren*

Ljungan

Nedre Ljungans FVO inventerade en leksträcka i biflödet Åbäcken. Inventeringarna påbörjades den 27/9 och avslutades den 2/11. Totalt observerades 10 levande öringar och 6 – 8 lekgropar på sträckan under perioden. Ingen svampangripen eller död fisk noterades. Hälften av öringarna bedömdes väga 2 - 6 hg, tre stycken ca 1 kg, och en vardera bedömdes väga 2 respektive 3 kg.

Den 27/9 noterades två öringar och två lekgropar. Den 1/10 var vattennivån hög, men två öringar och två lekgropar kunde observeras. Under perioden 4 – 9/10 var vattennivån mycket hög och siktdjupet noll, ingen fisk kunde observeras. Den 11/10 var vattnet klart igen och en stor öring och fem nya lekgropar observerades. Den 16/10 noterades en ny lekgrop men ingen fisk och den 18/10 noterades två öringar. Den 20/10 var det återigen mycket högt vattenstånd och inget siktdjup. Vid tre senare observationstillfällen var vattnet återigen klart men ingen öring observerades.

Mörrumsån

Två leksträckor inventerades av Blekinge Folkhögskola i Bräkne-Hoby. Inspektion gjordes vid fem tillfällen under perioden 19/10 – 16/11. Vattenförhållandena varierade men man har ändå gett en detaljerad beskrivning för alla inventeringsdagar.

Vittskövlerakan: Den 19/10 noterades tre levande fiskar varav en med svampangrepp men pigg. Leken upplevdes inte ha kommit igång ordentligt ännu. Den 26/10 noterades tre lekvilliga fiskar, samtliga utan svampangrepp. Vattenföringen var hög för årstiden (ca 25 m³/s), vilket minskade möjligheterna att observera fisk. Man noterade ljusare fläckar på botten, vilket bedömdes tyda på lek eller att fisk rört sig där innan lek. Den 1/11 var vattenföringen fortsatt hög och ingen fisk kunde observeras. Däremot noterades ett par nya ljusa fläckar på botten. Den 9/11 och den 16/11 var vattenföringen ännu högre (>30 m³/s) och det var omöjligt att se någon fisk.

Erlandssons kvill: Vid flera av observationstillfällena var vattenföringen mycket hög (se Vittskövlerakan) vilket gjorde förhållandena svåra. Varken levande eller död fisk noterades vid något av de fem observationstillfällena. Ett antal ljusa fläckar, indikerande pågående eller genomförd lek, kunde dock observeras på botten vid ett par tillfällen.

Blekinge Folkhögskola kommenterar, utöver att det varit svåra förhållanden för observation, att man diskuterat med studenterna varför så lite fisk (död eller levande) kunnat observeras. Tänkbara förklaringar utöver att vattenföringen påverkat är att det inte funnits så mycket fisk i vattensystemet under 2021 eller att färre fiskar drabbats av svamp än de senaste föregående åren. Mariebergs kraftverk har också rivits ut, varför en fundering varit om det kan påverka tätheten på sträckorna nedströms kraftverket. Magkänslan säger att det varit mindre dödlighet, och diskussion med personal på Mörrums Kronolaxfiske indikerade detsamma. Trots jakt på död fisk i Hemsjö övre och nedres lövhögar i jakt på död fisk (där död fisk normalt samlas) hittade man inget annat än löv. Det är dock oklart hur mycket fisk som gått upp i Mörrumsån under året, varför bedömningen blir mycket osäker.

Örekilsälven

Två leksträckor inventerades av Per Nyqvist, Brålands Gård vid sju tillfällen under perioden 18/10 – 7/12. Vattenföringen var måttlig med höga vattennivåer under i princip hela lekperioden. Detta försvårade inventeringarna men en del levande fisk, samtliga svampangripna, kunde observeras på lekplatserna och ett par döda fiskar noterades också (**Bild AF2**).

Övre leksträckan: fisk observerades vid tre tillfällen mellan den 3/11 och den 20/11. Vid de två första tillfällena observerades en levande, svampangripen men lekvillig fisk, och vid det tredje tillfället två levande, svampangripna men lekvilliga fiskar. Vid det andra tillfället hittades en död fisk, som vid buköppning visade sig ha lekt.

Nedre leksträckan: fisk observerades vid tre tillfällen mellan den 3/11 och den 20/11. Vid det första tillfället observerades två levande, svampangripna men lekvilliga fiskar och vid de två följande tillfällena observerades en levande, svampangripen men lekvillig fisk. Vid det andra tillfället hittades en död fisk som inte öppnades.



Bild AF2. Döda laxhanar med svampangrepp. *Foto: Per Nyqvist*

DISKUSSION

Hög vattenföring försvårade inventeringarna på många av leksträckorna. Samtidigt kunde ett antal leksträckor inventeras vid ett flertal eller samtliga tillfällen. Drönare testades i Vindelälven, men även den övervakningstekniken påverkades av de höga flödena. Sannolikt kan metoden fungera bra vid normala flöden och bra väder. Inventering av leksträckor bedöms som en användbar metod under förhållanden som medger observationer, vilket innebär att relativt små vattendrag och vatten som inte vanligtvis är kraftigt färgade kan fungera bra. Att välja ut mindre biflöden till olika större älvar kan vara ett alternativ för att få en viss övervakning av lekfisken i dessa vattensystem.

Akutmedel

Diagnostik av *Saprolegnia* sp.

SAMMANFATTNING

Under 2021 togs ingen anadrom fisk in för utredning av dödsorsak med hjälp av akutmedel. Däremot gjordes undersökningar avseende algsvampen *Saprolegnia* spp. Svampangrepp eller vattenmögel, så kallad saprolegnios, förekommer både hos odlad och vild fisk. De senaste nio åren har det varit relativt omfattande problem med svampangrepp på både nystigen lax i vissa vattensystem och på lekfisk (både lax och öring) i många vattensystem. Detta har gjort att SVA bedömer ett behov av att utveckla diagnostiken för att bättre förstå infektionen. SVA har implementerat en qPCR-metod där vi kan analysera om ett prov innehåller *Saprolegnia parasitica* och/eller arter tillhörande *S. diclina*-gruppen. Metoden gör att vi, även om vi inte lyckas renodla vattenmöglet, enkelt kan påvisa att den förekommer i ett infekterat hudsår. SVA har under 2021 gått vidare i syfte att karakterisera fynden av *S. parasitica* genetiskt genom att undersöka några av proverna som inkom till SVA under 2021 en så kallad 7-gens MLST (Multi Locus Sequence Typing) (Ravasi et al., 2018). Av det fåtal isolat vi hittills hunnit analysera med metoden dominerar en variant, och den har påträffats hos fisk både från norra och södra Sverige. Varianten är mycket lik den som associerats med epizootier av saprolegnios i Frankrike och Schweiz (Ravasi et al., 2018).

INTRODUKTION

Angrepp av vattenmögel, så kallad saprolegnios, förekommer både hos odlad och vild fisk (**Bild AF3**). Med saprolegnios menas svampliknande angrepp orsakade av någon *Saprolegnia* sp. *Saprolegnia* förekommer framför allt i sötvatten, men överlever också i lätt bräckt vatten. Generellt tror man att angreppen sker sekundärt, det vill säga efter att huden skadats mekaniskt eller av en infektion. Även stress, som ger sänkt immunkompetens, kan vara en underliggande orsak till angreppen. Det är till exempel inte onormalt att utlekta fiskar drabbas av saprolegnios och dör, då immunförsvaret är kraftigt nedsatt i samband med lek. Ofta är angreppen tydliga, med vita beläggningar fläckvis över kroppen, och växten försvårar diagnostik av underliggande/primära orsaker till skadorna, då svampen växer lokalt invasivt och förstör vävnaden.

De senaste nio åren har det varit relativt omfattande problem med saprolegnios på både nystigen lax i vissa vattensystem och på lekfisk (både lax och öring) i många vattensystem. Detta har gjort att SVA ser ett behov av att utveckla diagnostiken för att bättre förstå infektionen. SVA har tidigare implementerat en qPCR-metod där vi kan analysera om ett prov innehåller *Saprolegnia parasitica* och / eller arter tillhörande *S. diclina*-gruppen. För *S. parasitica* används metodik/probe enligt Rocchi et al. (2017) och för *S. diclina* har metodik/probe utvecklats in-house. *Saprolegnia parasitica* förknippas



Bild AF3. Saprolegnia-infekterad lax, Klarälven 2021. Foto: Bengt Gjester

oftast med angrepp hos vuxen fisk och *S. diclina*-gruppen med angrepp på rom, även om båda arterna kan förekomma både hos vuxen fisk och rom. Metoden gör att vi, även om vi inte lyckas renodla vattenmöglet, enkelt kan säga att den förekommer i ett infekterat hudsår. Vi har under 2021 gått vidare i syfte att karakterisera fynden av *S. parasitica* genetiskt. Det finns en hypotes om att olika genetiska varianter av *S. parasitica* har olika patogen potential (Ravasi et al., 2018). För att identifiera olika varianter finns en så kallad 7-gens MLST (Multi Locus Sequence Typing). MLST innebär att man sekvenserar delar av ett antal olika gener, i detta fall sju stycken, och jämför dessa mot varandra (Ravasi et al., 2018). För att kunna göra detta behöver man jämföra gener som finns hos alla isolat man undersöker. Därför väljs så kallade "house-keeping" gener, alltså gener som alla isolat måste ha för sin överlevnad. Oftast används gener som är viktiga för artens grundläggande metabolism. En 7-gens MLST-profil säger alltså något om det genetiska släktskapet mellan isolat, men inget om deras sjukdomsframkallande förmåga. Eftersom samma problematik förekommer i finska älvar, sker metodutvecklingen i samarbete med Christine Engblom, Laboratoriet för Akvatisk Patobiologi, Åbo Akademi, och Sirpa Heinikainen och Satu Viljamaa-Dirks, Finska Livsmedelsverket/Ruokavirasto.

Syfte

Syftet är att fastställa om det framför allt är *S. parasitica* som förekommer i hudsår hos svårt angripna vildfisk. Under 2021 har vi dessutom genomfört en pilotstudie avseende genetisk karakterisering av *Saprolegnia*-isolat för att titta på släktskap mellan isolat från olika vattensystem.

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling, provuttag och odling

Angripna fiskar från provtagningar inom övervakningen av anadrom fisk, från kompensationsodlingar, en kommersiell anläggning samt en fiskevårdsförening undersöktes under 2021. Hudprover med vattenmögelangrepp odlades för *Saprolegnia* sp. på speciellt avsedda agarplattor (s.k. PG1-agar). PG1 är en agar där *Saprolegnia* sp. växer bra, och som innehåller ämnen som hämmar bakterietillväxt för att de mer långsamväxande algsvamparna ska få chansen att växa till sig.

Laboratorieanalyser

Artbestämning gjordes med hjälp av qPCR på svamphyfer renodlade på PG1-agar, eller från DNA som extraherats direkt från hudprover i de fall renodling inte har fungerat. qPCR:en visar om provet innehåller *Saprolegnia* spp. och dessutom huruvida *S. parasitica* och/eller någon art inom *S. diclina*-gruppen förekommer i provet.

Några renodlade vattenmögelisolat har efter artbestämning valts ut och analyserats med 7-gens MLST, för att undersöka genetiska likheter/skillnader hos *S. parasitica* enligt Ravasi et al. (2018).

RESULTAT

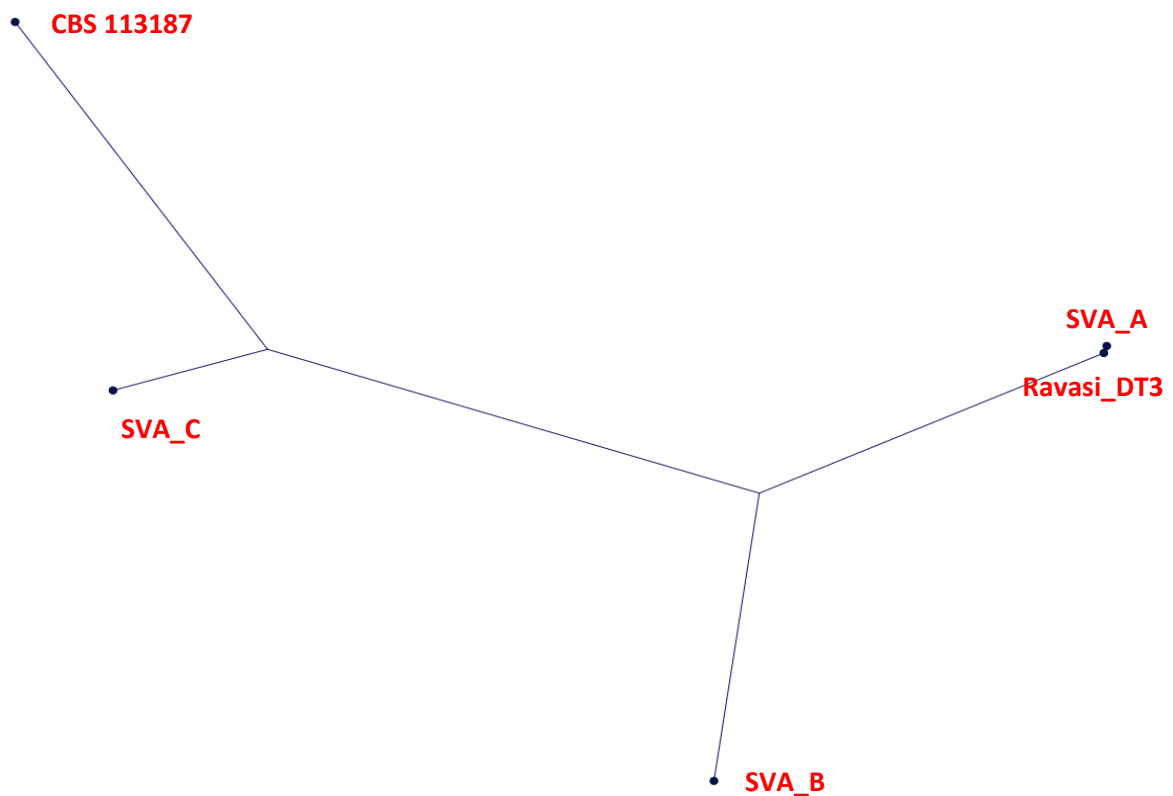
Elva olika fall med svampangrepp inkluderades, och totalt analyserades 24 prover. I de flesta undersökta fall med vattenmögelinfectioner i hud har *S. parasitica* påvisats. Ett fall av vattenmögelangrepp på gäle var orsakat av en art från *S. diclina*-gruppen. Resultaten redovisas i **Tabell AF8**.

MLST av renodlade isolat visade att de allra flesta som analyserades tillhör samma sekvenstyp (ST). Denna sekvenstyp har döpts till SVA_A. Två isolat tillhörde andra STs, ett från Ätran

(SVA_B) och ett från ett företag vars fisk drabbats svårt av hudinfektioner (SVA_C). Den dominerande sekvenstypen SVA_A grupperar nära den sekvenstyp som dominerande i sjukdomsutbrott i Schweiz och Frankrike (Ravasi et al., 2018) (**Figur AF2**).

Tabell AF8. Uppdrag med misstanke om förekomst av *Saprolegnia* sp. på laxfisk och som analyserats på akutmedel 2021

Uppdrag och vattensystem	Fiskart	Provtagnings- orsak	artbestämning med qPCR	renodlad	7-gens MLST
1. Ätran	Lax (vuxen)	övervakning	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
2. Haparanda skärgård	Lax (vuxen)	övervakning	ej påvisad	-	-
3. Ätran	Lax (vuxen)	övervakning	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_B
4. Umeälven	Öring (1-årig)	sjukdom	<i>S. dicilina</i>	ja	-
5. Umeälven	Lax (vuxen)	övervakning	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
6. Gullspångsälven	Lax (1-årig)	sjukdom	<i>S. parasitica</i>	nej	-
			<i>S. parasitica</i>	nej	-
			<i>S. parasitica</i>	nej	-
			<i>S. parasitica</i>	nej	-
7. Privat företag (RAS)	Lax (1-årig)	sjukdom	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_C
8. Put and take-sjö, Stockholm	Röding	sjukdom	<i>S. parasitica</i>	nej	-
			<i>S. parasitica</i>	nej	-
			<i>S. parasitica</i>	nej	-
9. Gullspångsälven	Lax (1-årig)	sjukdom	ej påvisad	-	-
10. Gullspångsälven	Lax (1-årig) Öring (1-årig)	sjukdom	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	ej utfört
			<i>S. parasitica</i>	ja	ej utfört
11. Gullspångsälven	Lax (1-årig)	sjukdom	<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A
			<i>S. parasitica</i>	ja	SVA_A



Figur AF2. Släktskapsförhållanden mellan *S. parasitica* isolerade från hudsår hos angripen fisk baserat på 7-gens MLST som beskrivs i Ravasi et al. (2018). Beteckningen "SVA_A" visar den variant som varit vanligast förekommande i prover från vildfisk (se **Tabell AF8**). SVA_B och SVA_C är de två andra varianterna som påvisats hos fiskar under 2021. Noden med beteckningen Ravasi_DT3 är den sekvenstyp som var dominerande i sjukdomsutbrott i studien av Ravasi et al. (2018). CBS 113187 är ett referensisolat inköpt från en stambank.

DISKUSSION

Under 2021 införde SVA en qPCR som rutin för att artbestämma vattenmögelpåväxt hos fisk. Detta har gjort att vi med säkerhet kan avgöra om *S. parasitica* eller *S. diclina* förekommer i ett prov, vilket är i princip omöjligt om artbestämning sker morfologiskt. I samband med att qPCR:en sattes upp och validerades köptes ett tiotal referensisolat av olika *Saprolegnia*-arter in från en referensstambank. Referensstammarna behövdes för att fastställa att qPCR:en är robust och specifik, så det var av stor vikt att referensmaterialet verkligen var säkert artbestämt. Dock upptäckte vi, efter att vi sekvenserat två gener från alla isolaten, att flera av referensisolaten givits fel artnamn. Efter diskussioner med kuratorn på referensstambanken har några av dessa bytt namn, andra har tagits ur sortimentet.

I de flesta fall där hud med vattenmögelloverväxt analyserats har *S. parasitica* påvisats, vilket indikerar att det är den art som orsakar problem med svampangrepp i svenska vatten. Att *S. diclina*-gruppens arter inte bara kan orsaka infektion hos rom är väl känt, och ett sådant fynd har också gjorts i 2021 års undersökningar. Då handlade det dock om ett utbrott av vattenmögelangrepp på gälar, utan att huden var påverkad.

Eftersom svampangreppen hos vildfisk har varit högt de senaste nio åren och vissa vattendrag har upprepade epizootier har vi diskuterat om det finns varianter av *S. parasitica* med olika virulens.

En studie av *S. parasitica*-isolat från olika vattensystem i Frankrike och Schweiz (Ravasi et al., 2018) kunde särskilja flera genetiska varianter av *S. parasitica*, varav en var särskilt dominerande vid utbrott av saprolegnios, både hos vild och odlad fisk. Någon underliggande orsak till hudskadorna i dessa utbrott kunde inte identifieras, varför författarna menar att denna variant skulle kunna vara en primärpatogen. Vi satte därför upp den metod som finns beskriven i artikeln, och arbetar tillsammans med Åbo Akademi och Ruokavirasto för att harmonisera metodiken mellan institutionerna. Detta gör att vi kommer att kunna jämföra resultat mellan Sverige och Finland, då samma problematik förekommer i båda länderna.

Av det fåtal isolat vi hittills hunnit analysera med metoden dominerar en variant, och den har påträffats hos fisk både från norra och södra Sverige. En jämförelse med data från Ravasi et al., (2018) visar att denna variant, som vi tills vidare kallar SVA_A, är genetiskt mycket lik den variant som var dominerande i sjukdomsutbrott i Schweiz och Frankrike, där ingen underliggande orsak till skadorna kunde identifieras.

Fisk/prover från anläggningar har inkluderats trots att metodutvecklingen främst genomförs för vildfisken, dels för att kompensationsodlingar håller fisk som är avkomma till vildlevande fisk, dels för att få en översikt över likheter och skillnader i sjukdomsbild kontra MLST mellan svampangrepp i naturvatten och i olika typer anläggningar.

Den nya diagnostiken kommer fortsatt att användas för att identifiera förekomst av *S. parasitica* hos svampangripen fisk under 2022, både från vildfiskövervakningen och kompensationsodlingar, och definiera isolaten med 7-gens MLST. Metoden enligt Ravasi et al. (2018) visar hur olika isolat är besläktade. MLST:n säger dock inget om isolatens virulensegenskaper. Vi planerar därför att under 2022 analysera ett utvalt antal isolat med helgenomsekvensering, pengar för detta har sökts från SVA:s forskningsfond. På så sätt hoppas vi kunna identifiera skillnader i genuppsättning som påverkar virulensegenskaperna hos *S. parasitica*.

SLUTSATS

I det hittills mycket begränsade material som undersökts från svampangripen fisk har, i de allra flesta fall, *S. parasitica* av en specifik sekvenstyp kunnat påvisas. Denna sekvenstyp är mycket lik sekvenstypen DT3 som identifierats vid utbrott av saprolegnios i Frankrike och Schweiz, och den skulle kunna vara en primärpatogen hos immunokompetent fisk.

REFERENSER

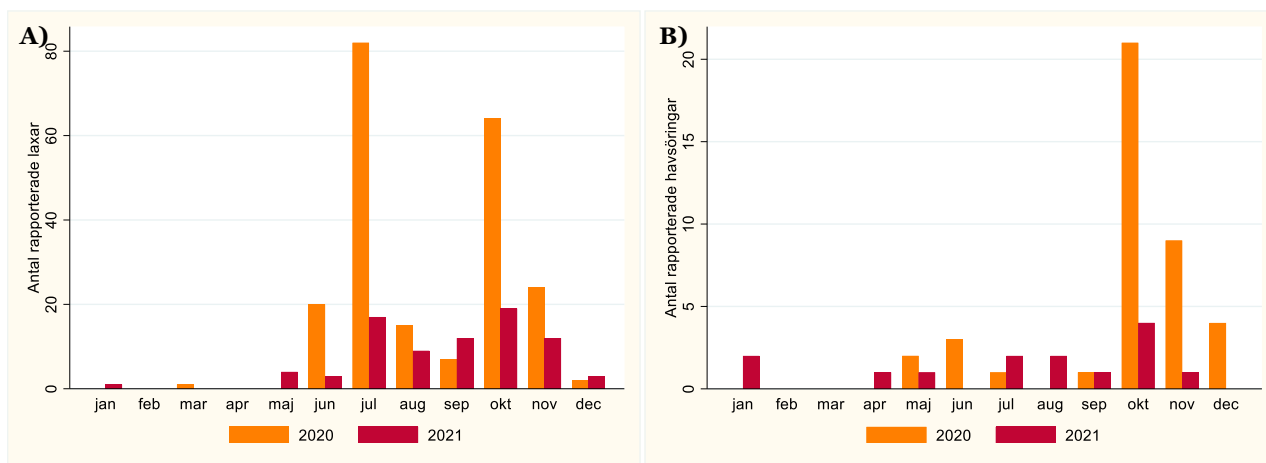
Ravasi, D., De Respinis, S., Wahli, T. (2018). Multilocus sequence typing reveals clonality in *Saprolegnia parasitica* outbreaks. *J Fish Dis* 41(11): 1653-1665. doi: 10.1111/jfd.12869.

Rocchi, S., Tisserant, M., Valot, B., Laboissière, A., Frossard, V., Reboux, G. (2017). Quantification of *Saprolegnia parasitica* in river water using real-time quantitative PCR: from massive fish mortality to tap drinking water. *Int J Environ Health Res* 27(1): 1-10

Rapportportalen

Liksom alla föregående år sedan rapportportalen lanserades 2016 dominerade laxfiskar och framför allt lax i inkomna rapporter. Totalt rapporterades 96 anadroma fiskar varav 80 laxar, 14 havsöringar och 3 laxar eller öringar (artbestämning ej möjlig på grund av avsaknad av foto eller att det inte gick att definiera utifrån fotot).

Liksom tidigare år uppvisade rapporteringen av lax ett bimodalt mönster med en topp på sommaren och en topp på hösten, även om topparna inte var lika markanta som tidigare år (**Figur AF3A**). Svamp var det vanligast rapporterade fyndet (53 laxar). I övrigt rapporterades sårskador, trasiga fenor, bit-/rivsår, rodnader, hudblödningar, fjällförluster och enstaka fall av "annat". I två fall angavs "ingen synlig skada" och i fyra fall hade fynd inte rapporterats. Flera fiskar var stadda i förruttelse. Havsöringen visade också en jämnare distribution över året än tidigare år, men merparten av rapporterna kom fortfarande under lekperioden (**Figur AF3B**). Sju av rapporterna rörde svamp, tre invärtes parasiter (varav två var binnikemask och en rapport var oklar då bilden på inälvorna inte visade något onormalt), för två angavs ingen synlig skada, för en angavs trasiga fenor och en rörde rapport om misstänkt syrebrist i ett litet dike.



Figur AF3. A) Fördelningen av rapporter avseende lax över året under 2020 och 2021. B) Fördelningen av rapporter avseende havsöring över året under 2020 och 2021.

Från de vattendrag där provtagningar genomfördes 2021 har rapporter inkommit enligt följande:

TORNEÄLVENS VATTENSYSTEM

Under 2021 rapporterades totalt nio sjuka eller döda laxar från Torneälvsystemet och mynningsområdet/Haparanda skärgård. Rapporterna kom in mellan 25 juni och 7 november, varav tre i juli och tre i november. Fyra laxar hade hittats döda och fyra observerades svaga/döende. Samtliga dessa fiskar hade svampangrepp. Den nionde fisken fångades på fluga och hade en noskada. Antalet inkomna rapporter under 2021 var kraftigt reducerat jämfört med tidigare år (52 st 2020, 144 st 2019, 44 st 2018, 26 st 2017 och 101 st 2016).

Samtal med länsstyrelsen i Norrbotten, boende vid älven och finska Livsmedelsverket stärker bilden av att mängden sjuk lax i Torneälven faktiskt minskade 2021.

LULEÄLVENS VATTENSYSTEM

Nio rapporter inkom från Luleälven mellan 26 april och 5 november. Av dessa handlade sju om lax och två om havsöring. En havsöring som fångats på spinnsjö i april hade binnikemask i

muskulaturen. Den andra havsöringen hade svampangrepp och observerades levande i november. Samtliga sju laxar observerades döende eller döda i oktober och början av november och var svampangripna. Antalet rapporter minskade gentemot 2020 (21 st) men låg högre än 2017 – 2019, då en till fem observationer per år rapporterades. 2016 kom tio rapporter från Luleälvens vattensystem.

UME- OCH VINDELÄLVENS VATTENSYSTEM

Totalt inkom 13 rapporter från Ume- och Vindelälven avseende sjuk eller död lax. I tillägg kom en rapport om havsöring från Österfjärden i älvmyningen. Rapporterna kom in från 5 juli till 19 september, varav sex i juli, fem i augusti och två i september. Tio av laxrapporterna handlade om svampangripna fiskar som var döda eller döende (77%). Även havsöringen var drabbad av svamp. Tre laxar hade varit döda ett tag och det kunde inte säkert bedömas om svampen kommit innan eller efter döden även om de sannolikt dött av svampangrepp. Antalet rapporter minskade gentemot tidigare år, ex kom 54 st 2020, 36 st 2018 och 42 st under uppstartsåret 2016.

Liksom för Torneälven var laxens situation i Ume-/Vindelälven bättre under 2021 års steg (*pers. komm.* Åke Forssén, Norrfors, Vattenfall AB).

KLARÄLVENS VATTENSYSTEM

Tre rapporter kom in från Klarälven i september och oktober. Alla tre rörde levande svampangripen fisk som observerats i mynningsområdet (i Karlstad). I tillägg kom fyra rapporter om svampangripen lax i Vänern: en från Packhusalléns strandpromenad i september, en vid Jäverön och en från Kolstrandsviken i oktober och en från Säffle i november. Den årliga rapporteringen från nedre Klarälven och Vänern i närheten av mynningen har legat stabilt på 3-6 rapporter per år sedan 2016.

ÄTRANS VATTENSYSTEM

Från Ätran inklusive Högvadsån inkom 12 rapporter om lax mellan 6 maj och 4 november, varav sju rapporter i juli. En rapport rörde Gyrodactylus-angripen smolt i smoltfällan i Nydala, Högvadsån. Fem rapporter rörde svampangripen fisk, varav tre fiskar redan var döda. Fyra rapporter rörde fisk som var stadda i förruttelse. Två rapporter rörde fiskar som fångats på fluga och hade hudblödningar. Den ena led av red vent syndrome (RVS/anisakiasis) medan ytterligare information om och bild på den andra fisken saknades.

Antalet rapporter ligger stabilt gentemot 2020, 2017 (13 st per år) och 2018 (14 st) men har minskat gentemot 2019 (20 st)

Del 3.

Katadrom fisk

Provtagningsprogram

SAMMANFATTNING

Obduktion med notering av längd och vikt, förekomst av yttre och inre symptom på sjukdom inklusive parasiterna simblåsemask (*Anguillicoloides crassus*) och vita prick/ich (*Ichthyophthirius multifiliis*) har genomförts på juveniler och större gulål i nio provtagningspunkter. Totalt har 252 ålar undersökts. I tillägg till obduktionen har diagnostik avseende virus och bakterier genomförts. Syftet är att övervaka ålens hälsa samt risken för att vandrande ål introducerar virus i inlandszonen. Resultaten visar att ålherpes och simblåsemask är vanligt förekommande. Resultaten är förväntade utifrån tidigare års undersökningar.

INTRODUKTION

Europeisk ål (*Anguilla anguilla*) är en hotad art i hela utbredningsområdet, som inkluderar Europa, Nordafrika och västra Asien. År 2007 antog EU en förordning om åtgärder för återhämtning av det europeiska ålbeståndet (EG) nr 1100/2007). Inför 2022 gick Internationella havsforskningsrådet (ICES) ut med en rekommendation om att stoppa allt fiske efter europeisk ål, då deras modelleringar inte visar på någon återhämtning av beståndet trots EU:s åtgärdsförordning (ele.2737.nea (ices.dk)). Sverige har en [ålförvaltningsplan](#) som fastställdes 2008 och godkändes av EU-kommissionen 2009 (<https://www.havochvatten.se/data-kartor-och-rapporter/rapporter-och-andra-publikationer/aldre-publikationer/ovriga-publikationer-fran-fiskeriverket/2012-11-05-nationell-forvaltningsplan-for-al.html>). Bland annat sätts stora mängder importerad juvenil ål ut varje år i kust- och inlandszon efter karantän och hälsokontroll för att säkerställa frihet från sjukdom. Hälsokontrollen genomförs främst med syftet att utesluta förekomst av infektiös pankreasnekros (IPN), en virussjukdom som kan slå hårt mot laxfisk. Ålen är ofta subkliniskt infekterad, men viruset har påvisats i svensk ålodling i samband med sjukdom. Sverige har fristatus gentemot EU avseende IPN i inlandszon. Sverige har så kallade nationella åtgärder avseende sjukdomen enligt 4. Kap, Artikel 226, (EU) 2016/429. Detta innebär att Sverige övervakar och ska vidta åtgärder om infektionen upptäcks. Därmed kan inte ål från kustzon planteras ut i inlandszon utan påvisad frihet från viruset. Hälsokontrollen innebär också att andra, för ålen potentiellt allvarliga sjukdomar, kan upptäckas vilket i stort säkerställer att det är frisk ål som sätts ut.

Under 2018 påbörjade SVA hälsoövervakning av naturligt vandrande juvenil ål samt blankål på västkusten i ett par provtagningspunkter. I samband med detta utvecklade SVA diagnostik avseende ålherpes (Ang-HV1). Viruset kan inte upptäckas med den ordinarie virusodling som genomförs på SVA, utan en qPCR har utvecklats för att övervaka sjukdomen. Infektion med simblåsemask är också ett potentiellt hälsoproblem för ålen och ingår därmed i övervakningen. Parasiten introducerades i Sverige under 1980-talet och kan påverka simblåsans funktion samt orsaka anemi. Även andra infektioner noteras eller utreds vid behov.

Syfte

Hälsöövervakningen syftar till att övervaka potentiell introduktion av IPN i inlandszonen via naturlig eller assisterad flytt av ål samt förekomsten av för ålen allvarliga infektioner i både uppvandrande fisk (juveniler) och lekvandrande fisk (blankål).

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling

Provinsamling pågick under sommarhalvåret. Insamling av juveniler genomfördes i fällor som används för att samla upp ålen och lyfta den vidare uppströms förbi. I några sötvattensystem fångades större gulål. Insamling av ål i havet skedde i samband med SLU:s kustprovfisken.

Provtagningspunkter och fisk

Utöver att insamlingen utgick från punkter där ål redan samlas in var också ett mål att sprida provtagningen geografiskt. Totalt utsågs 10 provtagningspunkter, och från varje provtagningspunkt var målet att samla in 30 ålar fördelat på två omgångar. SLU:s kustprovfisken tillät bara en fångstomgång och således fångades 30 ålar vid varje provfiske. Totalt skulle detta generera 300 fiskar. Ålen skulle skickas färsk till SVA för provtagning.

Obduktion och provuttag

Beroende på ålarnas storlek genomfördes obduktion och provuttag på olika sätt. För ålar <12 cm togs endast totalvikten och längsta respektive kortaste ålen mättes. Yttre respektive inre avvikelser noterades men simblåsan undersöktes inte avseende förekomst av simblåsemask. Provuttag för virus gjordes genom att kroppen bakom anus avlägsnades och resten av kroppen finfördelades.

På ålar ≥ 12 cm togs individuella längd- och viktmått, yttre och inre avvikelser noterades samt simblåsan undersöktes avseende förekomst av simblåsemask. För virusodling togs njure, hjärta och mjälte ut. För analys avseende ålherpesvirus (Ang-HV1) togs gälar, njure, hjärta och mjälte ut.

Om fler än tio individer skickades in genomfördes obduktion på samtliga individer. Provtagning avseende virusodling och ålherpes gjordes på 10 respektive 9 - 12 individer per provtagning. För virusodling poolades organdelar från upp till 10 individer till ett prov, vilket resulterade i ett till två prov per provtagning. För ålherpesanalys poolades organdelar från tre individer till ett prov, vilket resulterade i tre till fyra prover per provtagning. Vid förekomst av sår eller annan indikation på bakteriell infektion togs prov för bakteriologisk odling ut från förändrat organ och njure.

Laboratorieanalyser

Virusundersökning genomfördes dels med qPCR avseende Ang-HV1, dels genom allmän virologisk odling enligt av EU:s referenslaboratorium för fisk och kräftdjur föreskriven metodik för IHNV/VHSV (VHS - EURL Fish & Crustacean Diseases (eurl-fish-crustacean.eu)). Denna metodik fångar även upp IPNV.

Bakteriologisk odling på hästblod- och TYES-agar genomfördes på alla individer med indikation på bakteriell infektion. Plattorna inkuberades vid 20°C i upp till 7 dagar.

Databearbetning

För deskriptiv statistisk bearbetning överfördes data till Stata 15 (Stata Corp., 4905 Lakeway Drive, College Station, Texas, 77845 USA). Utöver ren deskriptiv statistik har Wilcoxons rangsummetest samt enkel Poisson-regression använts för att undersöka samband.

RESULTAT

Provinsamling

Insamling genomfördes under juni - september, med en insamling i juni, fem insamlingar i juli, sex i augusti och två i september. Sammanlagt inkom ålar från fjorton olika insamlingstillfällen i totalt nio provtagningspunkter (**Bild KF1** (gula romber) samt **Tabell KF1**). Ål från tre av SLU:s fisken inkom först i oktober och hade då varit frysta. På grund av mycket dålig rekrytering av ål till en av provtagningspunkterna ströks den ur planen. Vid en annan provtagningspunkt (Helgeån, Torsebro kraftverk) hade ålen börjat vandra tidigt och därmed missade man peaken, vilket gjorde att endast tre ålar kunde samlas in. Totalt inkom 252 ålar till SVA för provtagning.

Obduktion och provuttag

I fem inskick fanns ålar som var så små att endast min-max längd och snitt-/totalvikt skulle mätas. För de ålar som mättes individuellt varierade längden mellan 14 - 72 cm och vikten mellan 2.17 - 683 g (**Tabell KF1**). Generellt var ålen i god kondition.

Från Vombverket noterades i första inskicket hudsår hos två ålar och en ål med svullen mjälte. I andra inskicket sågs rodnad bukfenan och svullen mjälte på tre ålar. Fem ålar hade pigmenterad simblåsa. Hos en av dessa var simblåsan fylld med vävnad och en hade svullna gaskörtlar.

Från Barsebäck noterades tre ålar med svullen mjälte och åtta med blödning i lever. Hudsår sågs hos tre ålar. Blödningar i bukfenan samt rodnad runt munnen noterades på två ålar vardera. Blödning i bröstfenor, pigmenterad simblåsa samt en ljus fläck på mjälten sågs hos en ål vardera.

I insändning från Motala Ström hade tre ålar blödning på bukfenan, bröstfenan samt i lever, två ålar blödning på buken och en ål hade svullen mjälte.

Från Vendelsö i Kattegatt fick SVA in ål vid två tillfällen. Vid första tillfället noterades sex ålar med blödning runt munnen, fyra med blödning i bukfenor, två hade blödningar i bröstfenorna och runt fenbasen samt två hade mörka leverar.

Parasiter

Ettundraåttio ålar från nio provtagningar undersöktes avseende simblåsemask (**Bild KF2**). Andelen infekterade ålar per provtagningspunkt varierade från 0 - 63%. Totalt var 58 av 180 (32%) ålar från 6 av 9 (67%) provtagningspunkter infekterade. Undersökning saknas för totalt åtta ålar >12 cm i tre provtagningspunkter. Medianvärdet var 3 (min 1, max 31) maskar/infekterad ål (**Tabell KF1**). Det fanns ingen signifikant längdskillnad mellan icke infekterade och infekterade ålar (median 45.8 cm, n=122 vs. 46.0 cm, n=58; $Z=-0.12$, $p>0.05$, Wilcoxon's rangsummetest), men då har de minsta ålarna (som inte undersökts avseende simblåsemask) inte inkluderats. Däremot fanns ett positivt samband mellan antalet påvisade maskar och längd hos infekterade individer, dvs. ju längre en ål är, desto fler simblåsemaskar kan man förvänta sig att hitta om ålen är infekterad ($\chi^2=53.7$, $p<0.001$, Poissonregression). **Figur KF1** visar antalet simblåsemaskar för ålar av olika längd samt regressionslinjen med förväntat antal maskar.

Vita prick (*I. multifiliis*) påvisades hos totalt 17 ålar, varav 4 i provtagningspunkt Vombverket/ Kävlingeån, 5 i provtagningspunkt Motala Ström och samtliga 8 ålar i första sändningen från provtagningspunkt Ätran.

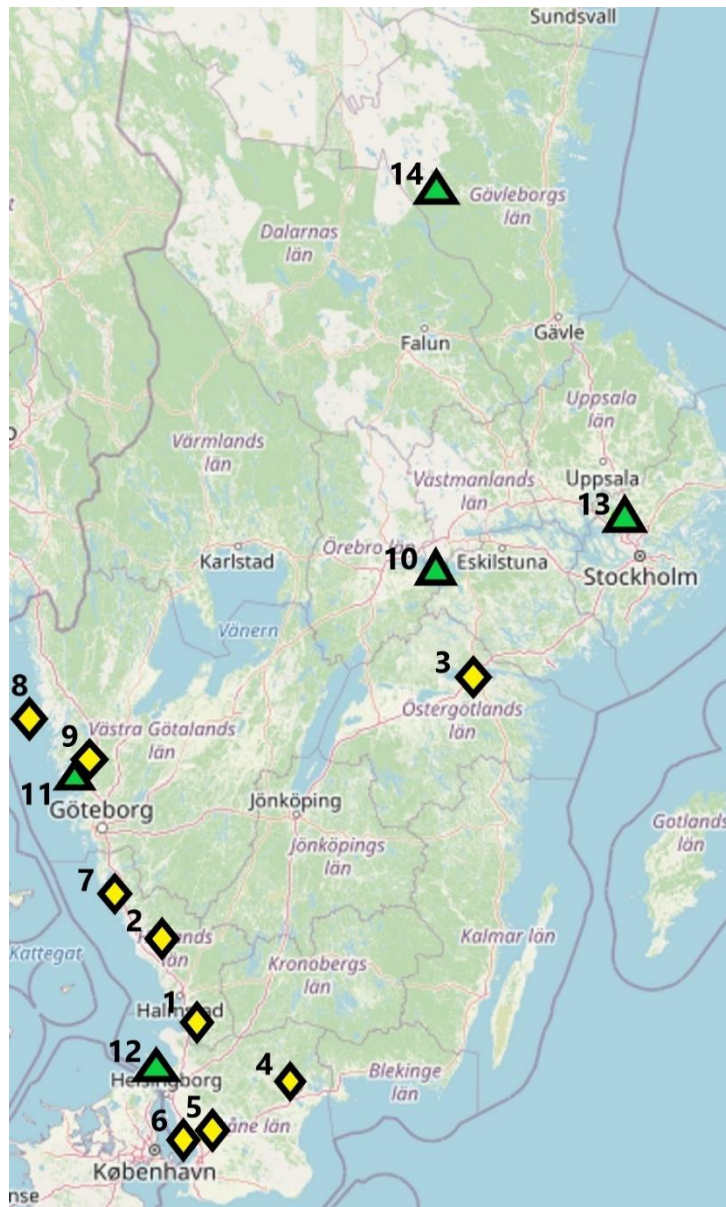


Bild KF1. Gula romber (1-9) = Lokaler från övervakningsprogrammet, gröna trianglar (10-13) = lokaler varifrån ål kommit in på akutmedel. Numrering inom respektive program har gjorts utifrån ankomstordning till SVA. Kartunderlag från www.rl.se.

Laboratorieanalyser

Totalt odlades 31 organpooler för virus. Alla virusodlingar var negativa, vilket innebär att virus som IPNV/Eel virus European (EVE), Eel virus European X (EVEX) och Eel virus American (EVA) inte påvisats. Ålherpes undersöktes i totalt 85 organpooler, varav 44 st från nio olika provtagningspunkter var positiva (**Tabell KF1, Bild KF3**). Positiva prover inkluderade ål som var minst 10 cm. Dock mättes inte ålarna från en av provtagningspunkterna, och en pool från dessa ålar var positiv. Medianlängden hos ål i ålherpes-negativa pooler var signifikant mindre än hos ål i positiva pooler (27 cm, n=101 vs. 48 cm, n=129; $Z=-8.0$, $p<0.001$, Wilcoxons rangsummetest) (**Figur KF2**). Ingen av ålarna med hudblödning, sår eller bleka gälar ingick i ålherpes-positiva pooler.

Bakteriologisk undersökning på njure gjordes på fem ålar från två provtagningspunkter (Barsebäck, Motala Ström) men ingen bakterie påvisades.

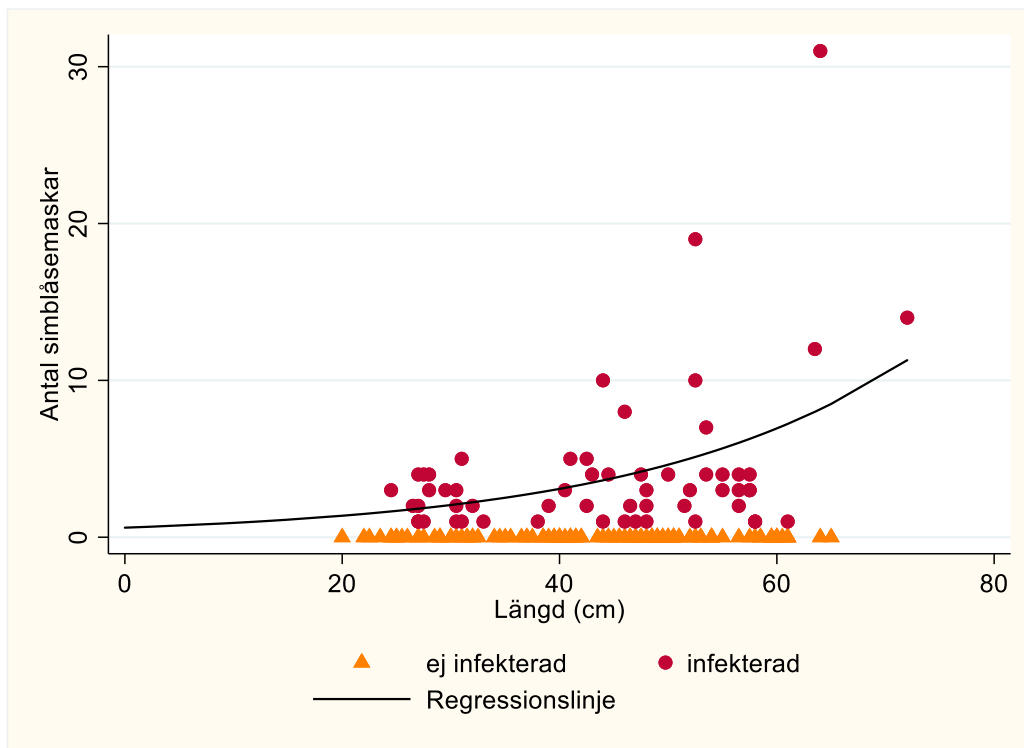
Tabell KF1. Resultat avseende somatiska undersökningar, virusundersökning, vita prick och förekomst av simblåsemask inom ålhälsöövervakningen 2021

Provtagningsspunkt	Fångst-datum	Antal ålar	Längd, cm	Vikt, g	Ålherpes, pooler	Virusodling, pooler	Vita prick	<i>Anguillicoloides crassus</i>	
			Median (min, max)	Median (min, max)	Pos/totalt	Pos/totalt		Pos/totalt	Median (min, max) ³
1 Lagan/Laholm kraftstation	6/9	10	2.4 (snittlängd) ¹	0.6 (snittvikt) ²	0/3	0/1	0/10	Ej undersökt	Ej undersökt
	24/8	21	Data saknas	Data saknas	1/7	0/2	0/21	Ej undersökt	Ej undersökt
2 Ätran/Ätrafors kraftverk	5/7	8	14.8 (snittlängd) ¹	4 (snittvikt) ¹	0/3	0/1	8/8	Ej undersökt	Ej undersökt
	30/8	22	11.5 (9, 14.5)	1.31 (0.8, 3.4)	2/8	0/3	0/22	Ej undersökt	Ej undersökt
3 Motala ström	7/7	15	31.5 (22.5, 50)	32.3 (11.3, 147)	0/5	0/2	0/15	5/15	3 (2, 4)
	17/8	15	30.5 (27, 40.5)	30.2 (20.5, 70.6)	5/5	0/2	5/15	4/15	1.5 (1, 2)
4 Helgeån/Torsebro kraftverk	7/7	3	10.0 (snittlängd) ²	0.8 (snittvikt) ²	0/1	0/1	0/3	Ej undersökt	Ej undersökt
5 Vombsjön/ Kävlingeån	7/7	15	30.0 (20, 41)	32.6 (9.9, 74.1)	0/5	0/2	2/15	4/15	2.5 (1, 5)
	27/7	15	26.5 (14, 40)	22.0 (2.2, 77.7)	1/5	0/2	2/15	6/15	2 (1, 4)
6 Barsebäck	8/8	30	51.0 (29.5, 72)	175 (71, 683)	10/10	0/3	0/30	19/30	3 (1, 31)
7 Vendelsö, Kattegatt	13/9	9	50.0 (41.5, 60.5)	190.1 (145.5, 426,4)	3/3	0/1	0/9	0/9	-
	29/9	26	49.0 (37, 65)	197.5 (91, 430)	1/9	0/3	0/26	6/9	2 (1, 4)
8 Fjällbacka/Skagerrak	3/8	30	50.1 (37.5, 64)	166.5 (66, 596)	10/10	0/4	0/20	13/26	4 (1, 19)
9 Stenungssund/Stig-/Askeröfjorden	21/8	33	48.5 (38.5, 61)	172 (80, 464)	11/11	0/4	0/33	1/33	1
Totalt		252	41.0 (2.4, 72)	97.0 (0.6, 683)	44/85	0/31	17/252	58/167	3 (1, 31)

¹ minsta och största ålen mätt/vägd, ² alla vägda tillsammans, ³ för infekterade ålar



Bild KF2. Simblåsa med uttagna simblåsemaskar (*Anguillicoloides crassus*)



Figur KF1. Antal simblåsemaskar och längd hos ålar där förekomst av simblåsemask undersökts. Regressionslinjen visar det förväntade antalet maskar hos en infekterad individ av en specifik längd.

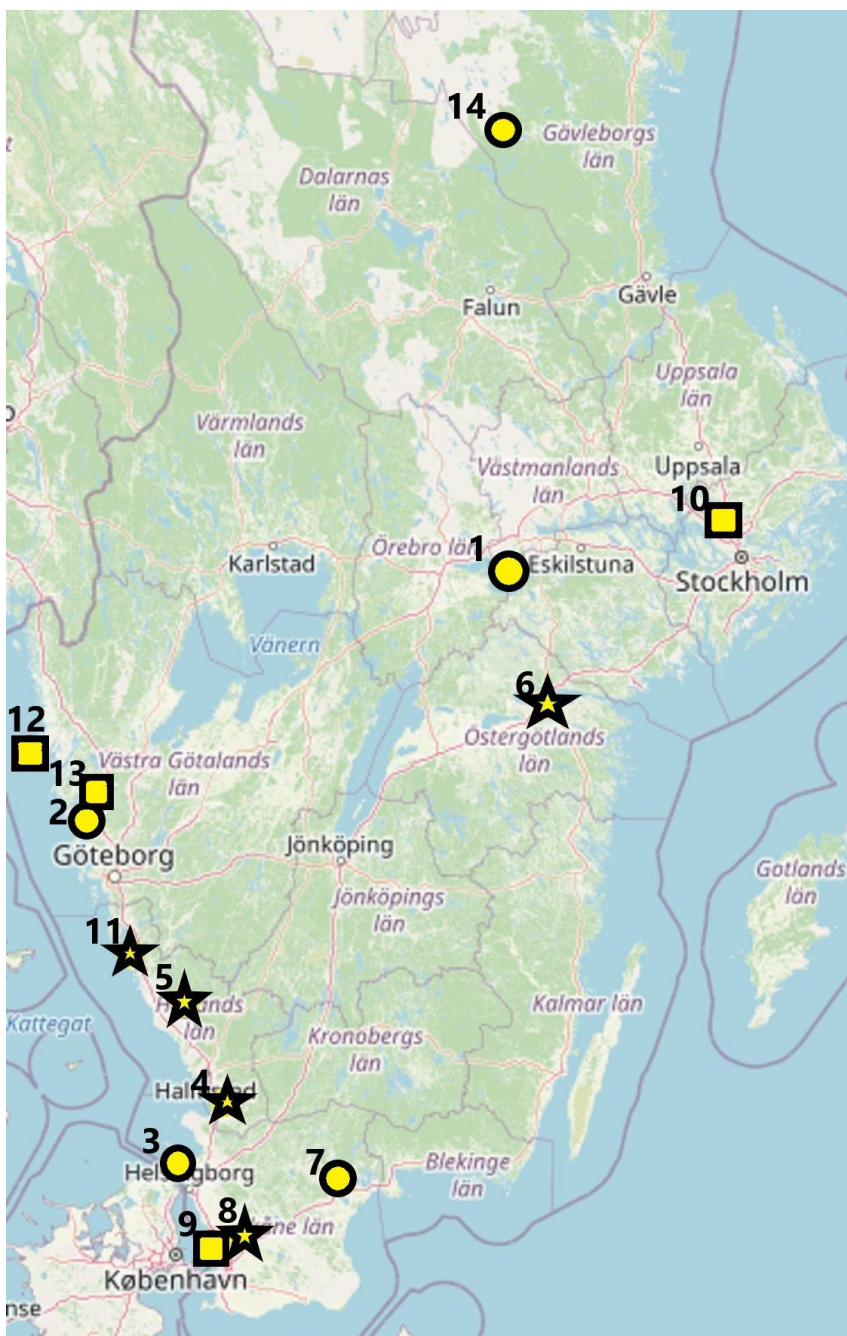
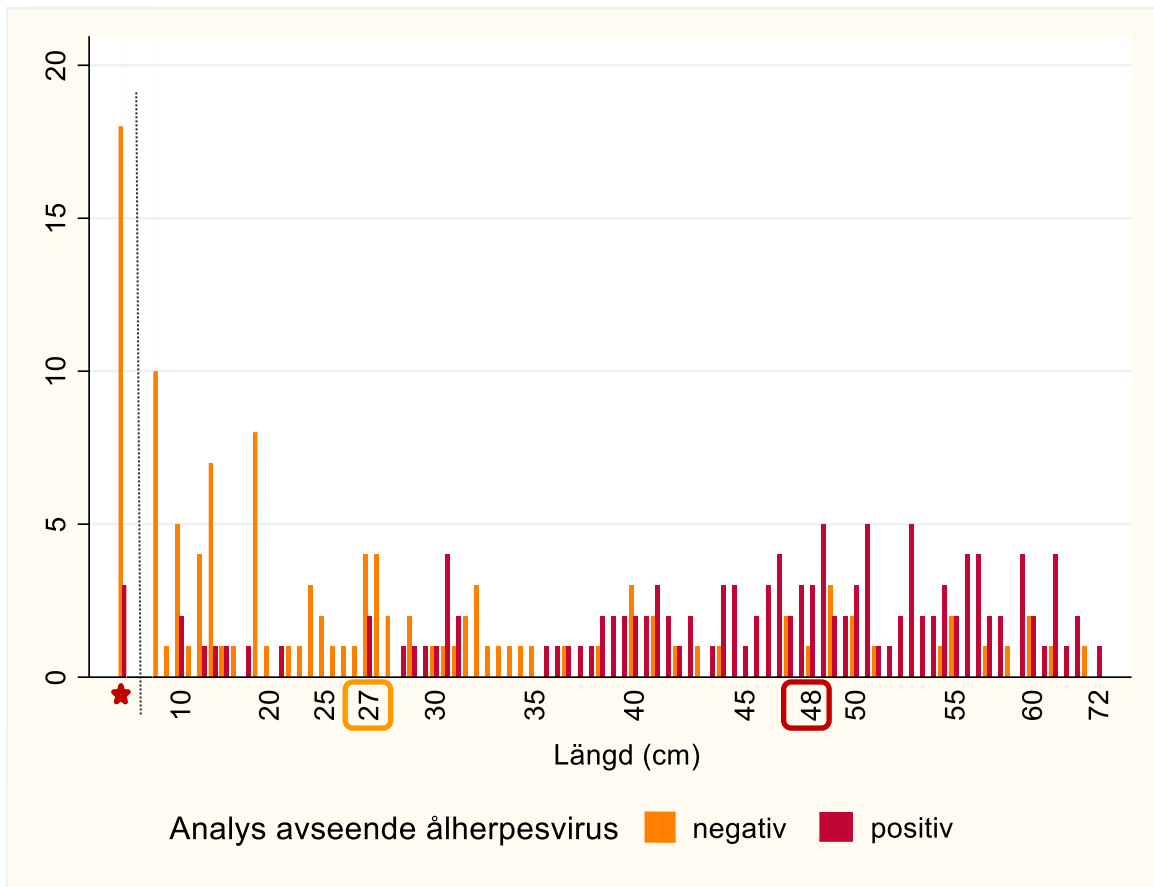


Bild KF3. Förekomst av ålherpesvirus i ål provtagen 2021. Cirkel = alla pooler negativa, stjärna = någon eller några av poolerna positiva, fyrkant = samtliga pooler positiva. Specifik analysinformation per provtagningspunkt finns i **Tabell KF1**. Kartunderlag från www.rl.se.



Figur KF2. Antal ålar av respektive längd i ålherpesnegativa respektive ålherpespositiva pooler inom provtagningsprogrammet för ål. Medianlängden i respektive grupp är inringat i respektive grupps färg. Stjärnan representerar de 21 ålar från Lagan där längddata saknas. Avståndet mellan 10-talen på X-axeln varierar beroende på hur många olika mätvärden som finns representerade.

DISKUSSION

Skicket på ålarna varierade mellan provtagningspunkterna. Ett antal ålar hade fynd, t. ex sår eller svullen mjälte, som kan tyda på infektion, men inget av fynden kunde kopplas till någon specifik infektion. På 17 ålar noterades yttre parasiter (vita prick). Vita prick är inte artspecifik för ål, men ålen är känslig för parasiten som kan orsaka allvarliga skador på ålens gälar, hud och fenor. Parasiten förekommer naturligt i sötvatten och har även i SVA:s undersökningar 2018 – 2020 påvisats på juvenil ål från olika lokaler.

Simblåsemask

Simblåsemask var vanligt förekommande på individnivå och geografiskt spridd. Det positiva sambandet mellan antalet parasiter hos infekterade individer och deras längd kunde inte ses i 2020 års provtagning. Resultaten för 2021 känns dock mer relevanta då en längre exponeringstid/upprepade exponeringar hos äldre individer naturligt bör leda till en högre parasitbörda. Samtidigt borde detta också leda till att fler äldre individer är infekterade, ett samband som inte kunde påvisas vare sig 2020 eller 2021. De minsta ålarna, där simblåsemask inte undersökts, har dock inte tagits med i analysen. De minsta ålarna är svåra att undersöka och plocka individuella organ ifrån. Därmed använder SVA i enlighet med EU referenslaboratoriums diagnostiska manual hela kroppshålan för virusundersökning och för att undvika kontamination av de inre organen bör man

då inte rota i bukhålan. På grund av att ål av den storleken inte födosökt någon längre tid bedöms dessutom sannolikheten för infektion med *A. crassus* som relativt låg.

Simblåsemasken lever som namnet indikerar i ålens simblåsa. Lindriga infektioner kan vara helt symptomfria men masken skadar blåsväggen då den livnär sig på blod, och kan därmed ge upphov till inflammation som påverkar simblåsans funktion samt orsakar anemi hos ålen. Kraftiga infektioner tar dessutom upp mycket av utrymmet i simblåsan och påverkar på det sättet dess funktion. Inga tecken på sådan påverkan noterades dock hos någon av de infekterade ålarna. Första gången parasiten påvisades i Sverige var 1987 (Lönqvist, 2001). Hur stor inverkan simblåsemasken har på ålbeståndet är oklart, men parasitens förekomst i olika vatten, samt andel infekterade ålar och infektionsintensitet bör fortsätta övervakas. Två av de ålar som obducerades hade antingen förstörd gaskörtel eller en köttig, odefinierbar massa i gasblåsan. Dessa var dock fria från simblåsemask, varför orsaken inte bedöms vara parasitär.

Virusinfektioner

Årets prover visade ingen förekomst av virus som går att odla med ordinarie cellkulturer. Samma resultat erhöles i prover från 2018 – 2020. Detta indikerar frånvaro eller mycket låg förekomst av dessa virus i ål som vandrat till Sverige. IPN-virus är problematiskt då vissa genogrupper kan orsaka massdöd hos laxfiskyngel och varianten IPNV genogrupp 2/EVE orsakar sjukdom och uppåt 75% dödlighet hos juvenil ål (van Beurden et al., 2012). Ålspecifika virus som EVEX och ålherpes kan också få allvarliga konsekvenser för ålpopulationen (van Beurden et al., 2012).

Ålherpesvirus

Ålherpesvirus påvisades i provtagningspunkter längs västkusten redan 2018 i samband med att SVA:s övervakning av vildål startade. 2020 förekom ålherpes i Motala ström och Dalälven som visar att infektionen även är etablerad i Östkustvattendragen. Viruset har tidigare påvisats i Mälaren, Hjälmaren och Bolmen i samband med åldödlighet, senast under den varma sommaren 2018.

Vid provtagningen 2020 hade ålherpes en högre prevalens på norra västkusten än på södra västkusten samt östkusten. För provtagningen 2021 ser man delvis samma mönster (**Bild KF3**). Få prover är dock tagna på östkusten och den provtagningspunkt (nr 13) som har märkning "samtliga prover positiva" utgörs av en ensam ål (se avsnittet **Akutmedel** nedan). Eftersom proverna är analyserade i form av pooler innehållande 2 - 3 individer går det inte heller säkert att uttala sig om prevalensen. Likaså blir jämförelse av ålens storlek hos "positiva" och negativa individer till viss del instabil, eftersom vi i analysen räknar alla ålar ingående i en positiv pool som infekterade. Sambandet handlar dock sannolikt inte om var proverna är tagna utan till stor del om att det i de punkter där samtliga pooler varit positiva är vuxen ål som provtagits. Förekomsten av ålherpes i prover med liten gulål visar att ål kan infekteras antingen innan de når Sveriges kust eller precis efter att de anlänt och att de därmed tar med sig smittan till de vatten de vandrar eller flyttas till. Smittan kan därefter sprida sig i populationen under ålens upp- och tillväxt.

Ålherpesvirus kan orsaka allvarlig sjukdom och dödlighet hos ål (van Beurden et al, 2012). I två fall av dödlighet i Bolmen och Hjälmaren 2018 bedömdes ålherpes ha bidragit till ålarnas död, då hög virusförekomst noterades vid analysen. Detta tyder på en aktiv infektion och därmed sjukdom. Ålherpesvirus kan ligga vilande under en lång tid innan det aktiveras av att ålen utsätts för stress (till exempel höga vattentemperaturer). Detta innebär att till synes friska ålar kan vara bärare av viruset och sprida det vid vandring. Förflyttning av ål i syfte att stärka

bestånd bedöms som en orsak till virusets spridning i Europa (Haenen et al, 2009; Kullmann et al., 2017). Ålherpesvirus är i dagsläget inte en anmälningspliktig sjukdom, vilket innebär att förflyttning av infekterad ål inte är förbjudet enligt gällande lagstiftning (HVMFS 2021:7). Ålherpes är potentiellt spridd i svenska vatten, men med tanke på de allvarliga konsekvenser infektionen kan ha på en redan sårbar ålpopulation rekommenderar vi försiktighet och helst provtagning i samband med att ål ska flyttas till ett nytt vattendrag.

SLUTSATS

Årets prover visar på en generellt frisk population, men förekomst av ålherpesvirus kan potentiellt ha allvarliga konsekvenser på populationen och bör tas i beaktande vid flytt av ål. Fortsatt övervakning behövs för att kartlägga hur spridd infektionen är i svenska vattendrag och hur hög förekomsten är i olika vatten. Fortsatt övervakning behövs också för att tidigt upptäcka introduktion av potentiellt allvarliga smittor i den sårbara populationen.

REFERENSER

Haenen, O., van Ginneken, V., Engelsma M.Y., Van den Thillart, G. (2009). Impact of Eel Viruses on Recruitment of European Eel. i: *Spawning Migration of the European Eel. Reproduction index, a useful tool for conservation management*: 387-400. Springer förlag. ISBN 978-1-4020-9094-3

Kullmann, B., Adamek, M., Steinhagen, D., Thiel, R. (2017). Anthropogenic spreading of Anguillid herpesvirus 1 by stocking of infected farmed European eels, *Anguilla anguilla* (L.), in the Schlei fjord in northern Germany. *J Fish Dis* doi:10.1111/jfd.12637

Lönnqvist, J. (2011). Ålens försvinnande. Varför håller den europeiska ålen *Anguilla anguilla* på att dö ut? Självständigt arbete i biologi, 15 hp. Institutionen för biologisk grundutbildning, Uppsala universitet.

van Beurden, S.J., Engelsma, M.Y., Roozenburg, I., Voorbergen-Laarman, M.A., Van Tulden, P. W., Kerkhoff, S., Haenen, O.L.M. (2012). Viral diseases of wild and farmed European eel *Anguilla anguilla* with particular reference to the Netherlands. *Dis Aquat Org* 101: 69–86

Akutmedel

Under 2021 tog SVA in ål på akutmedel från fem lokaler (**Bild KF1/KF3**, punkt 10-14, **Tabell KF2**).

Tabell KF2. Lokaler varifrån ål inkommit på bekostnad av Akutmedel

Insändare	Lokal	Lokal på Bild KF2/KF4	Koordinater
Länsstyrelsen Örebro län	Hjälmarén	10	saknas
Privatperson	Tjörn/Gunneby Kile	11	saknas
Höganäs Kommun	Dike i Höganäs	12	saknas
Privatperson	Mälaren, Upplands Väsby	13	saknas
Privatperson	Voxnan	14	N:6803927, E:540862

Fall 1. Albinoål från Hjälmarén, Örebro län

SVA kontaktades i januari 2021 av Länsstyrelsen i Örebro angående en ål som fiskats med bottengarn i Hjälmarén sommaren 2019 och sedan legat frusen hos fiskaren. Ålen var enligt uppgift albino och man funderade på om det kunde röra sig om en gammal brunnsål som kommit lös och som då skulle ha tappat färgen på grund av att den levit i mörker i en brunn. Ålen mätte 83 cm och vägde 1 025 g. Den hade medelgott hull och var måttligt förruttnad. Morfologiskt bedömdes den som en vanlig europeisk ål (*Anguilla anguilla*). Grundfärgen var vit med flera gula fält och små svarta prickar/nålstick, de senare främst i fenorna (**Bild KF4**). Huden runt mun, ögon och bröstfenbaserna var rosa. Ögonfärg gick inte säkerställa på grund av frysgrumling men bedömdes som normal. Inga sjukdomstecken eller förekomst av parasiter noterades. Provtagning genomfördes av övervakningsskäl avseende bakteriologi samt ålherpes. Båda analyserna var negativa. Huvudet (otoliterna) skickades för åldersbestämning vid SLU Aqua. Resultat har ännu inte erhållits.

Eftersom ålen hade både gult och svart pigment samt sannolikt normal ögonfärg kunde vi direkt konstatera att den inte var albino. SVA har aldrig tidigare stött på en liknande färgvariation hos vild fisk, och därför genomfördes en litteratursökning. Ett liknande fall finns publicerat från Malaysia hos *Anguilla bengalensis bengalensis* (svenskt namn saknas) (Kadir et al., 2015). Den malaysiska ålen beskrevs som partiell albino och var färgmässigt lik det svenska fallet och hade också pigmenterade ögon. Albinism uppkommer till följd av mutation i gener som styr produktionen av pigment och är därmed ett ärftligt tillstånd. Kadir et al. föreslår tre potentiella orsaker till det fall de observerat, nämligen 1) miljögifter, 2) slumpmässig genetisk mutation eller 3) genetiska förändringar i en liten population. Ingen av de tre förslagen kan uteslutas vad gäller vårt fynd. Experiment har visat att exponering av befruktade fiskägg för tungmetaller kan öka förekomsten av albinism (Oliviera & Foresti, 1996). Slumpmässig genetisk mutation sker hos enstaka individer antingen i tidigt livsstadium (uttrycks hos individen) eller i könscellerna (uttrycks hos avkomman). Båda fallen kan leda till det tredje alternativet om individer överlever till lek. Då djur med total eller partiell albinism saknar kamouflage och därmed utgör lätta byten är det dock ovanligt att hitta vuxna sådana individer i det vilda. Att överleva resan från Sargassohavet till svenska kustvatten torde dock inte vara något större problem än för normalpigmenterade individer, då merparten av resan sker som totalt opigmenterad (först planktonisk larv, sedan simmande glasål). Genetiska förändringar i en liten population bedöms som osannolikt, även om populationen av europeisk ål minskat drastiskt i storlek. Detta beroende på att alla ålar återvänder till samma område, vilket gör att

I mars 2022 besökte SVA Thünen Institute for Fisheries Ecology i Bremerhaven, Tyskland i ett annat ärende. Intresse för ålen väcktes och ansvarig vid institutet erbjöd sig att genomföra en genetisk artbestämning med hjälp av qPCR (Frankowski & Bastrop, 2010) för att säkerställa att det rör sig om europeisk ål. Analysen bekräftade att det rör sig om europeisk ål (*Anguilla anguilla*).



Bild KF4. Fall 1, ål med partiell albinism, fångad i Hjälmmaren 2019. Foto: Ludvig Orsén, SVA.

Fall 2. Ål upphittad död i Gunneby Kile, Tjörn, Västra Götalands län

Ålen hittades död vid strandkanten i slutet av januari. Efter kontakt med SVA återvände upphittaren dagen efter fyndet och kunde omhänderta och frysa ålen, varefter den sändes in. Ålen var 56 cm och vägde 315 g. Den hade medelgott hull och var stadd i måttlig förruttelse. Fisken hade rodnader och diffus blödning i huden, främst runt analöppningen (**Bild KF5**). Vänster öga var grumligt av panoftalmit (inflammation i hela ögat). Levern var gul med enstaka nålsticksblödningar, mjälte och njure var något svullna. Ingen förekomst av simblåsemask noterades. Provtagning gjordes avseende bakteriologi (hud och njure), generell virusförekomst samt specifikt för ålherpes. Från njure växer sparsamt av bakterien *Pseudomonas anguilliseptica* i blandflora. Förekommer i bräck och marin miljö. Proverna för virus och ålherpes var negativa.



Bild KF5. Fall 2, ål med rodnader och hudblödningar. De ljusa fälten på bakre delen av kroppen är ytliga skador som har uppkommit efter döden.

Pseudomonas anguilliseptica orsakar allvarlig infektion hos ål och förekommer i brack- och saltvatten. Här växte endast sparsamt av bakterierna, men frysning påverkar bakteriernas tillväxtförmåga även om de överlever processen. Fyndet betraktas därmed som signifikant, det vill säga att infektionen med största sannolikhet orsakat de observerade blödningarna och ålens död. Förekomsten av samtidig blandflora i provet härstammar från att förruttnelseprocessen påbörjats.

Fall 3. Ål från Höganäs, Skåne län

Ålar hittades döda i ett dike i Höganäs i anslutning till jordbrukslandskap i mars. Fem ålar skickades in med förfrågan om syrebrist eller utsläpp/förgiftning kunde ha orsakat dödligheten. Ålarnas längd var 34 – 36 cm och vikten 65 – 92 g. Samtliga ålar hade medelgott hull och var stadda i måttlig till kraftig förruttnelse. Fyra av fem ålar hade flammig hud, partiellt med gult pigment. Samma ålar visade rodnader kring bröstfenbaserna. En hade svullen kloak. Tre ålar hade vit-grumliga ögon. Gälarna var måttligt bleka till brunaktiga och tydligt postmortalt påverkade. En ål hade blek mjälte med små svarta prickar. Samtliga fiskar hade gul/orange lever som hos två var blek. Simblåsemask förekom hos tre av ålarna med 3, 8 respektive 11 maskar i vardera ålen, och hos en av fiskarna var simblåsan vätskefylld. Provtagning för virus och ålherpes genomfördes. Proverna var negativa.

Flammigheten i huden samt blekheten i gälarna och inre organ bedömdes härröra från att ålarna varit döda ett tag. Virusinfektion uteslöts som dödsorsak. Utifrån den miljö som ålarna påvisades i kunde miljöfaktorer som syrebrist eller urlakning från närmiljön inte uteslutas som dödsorsak. Då ingen specifik misstanke avseende potentiellt utsläppta ämnen fanns eller kunde väckas vid obduktion kunde inga kemiska analyser beställas. Analyser som kan röra potentiella miljöbrott ligger också utanför SVA:s ramarna för SVA:s övervakning.

Fall 4. Ål från Mälaren, Stockholms län

En ål påträffades död i vattenytan vid Upplands-Väsby kanotklubb i början av september. Vattentemperaturen var ca 17°C (tor 9 sept., www.klart.se). Ålen togs upp och frystes inför insändning. Ålen var 88 cm lång och vägde 1 190 g. Hullet var gott och förruttnelseprocessen måttligt framskriden. Kroppen var täckt av ett blodblandat slem. Stora bleka områden noterades på huvud samt bakre delen av kroppen. Gälarna var bruna och sönderfallande. Levern har ett antal mindre ljusa fläckar (vävnadsdöd), gallblåsan var fylld och mjälten var något förstörad (**Bild KF6**) medan njuren var utan anmärkning. Tarmen innehöll blodblandat slem. Vävnadsförändringarna kunde inte bestämmas närmare (histopatologiskt) på grund av att ålen varit fryst. Prov för ålherpesvirus togs. Viruset kunde påvisas och analysen visade dessutom att det var hög förekomst av viruspartiklar i provet. En hög förekomst av viruset indikerar att det är aktivt, det vill säga att sjukdom

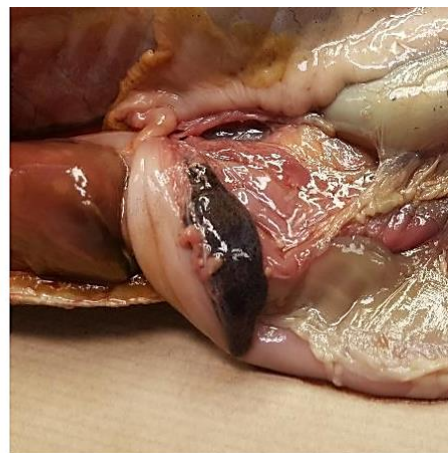


Bild KF6. Fall 4, lever (svarta pilar visar fläckar av vävnadsdöd) och gallblåsa (vit pil) (t.v.) samt svullen mjälte (t.h). Foto: Ludvig Orsén, SVA

Fall 5. Ål från Voxnan, Gävleborgs län

En död ål påträffades på botten vid ett dyk i sjön Voxnan i början av november. Vattentemperaturen låg runt 0°C. Ålen hämtades upp och skickades kyld till SVA. Ålen var 84,5 cm lång och vägde 1 170 g. Den hade medelgott hull och var måttligt förruttnad. Huden på buken var rodnad och det fanns små blödningar på buksidan av huvudet. Bröstfenorna var djupt mörkröda (stas) (**Bild KF7**). Vänster öga var grumlat (panoftalmit). Mjälten hade en mörk fläck som upptog ca 1/5 av ena sidans yta. Levern hade små blödningar på ytan. Gaskörtlarna var svullna. Prov togs för bakteriologi (njure och fena), allmän virusundersökning samt ålherpesvirus. Virusproverna var negativa. Från njure växte en ospecifik blandflora, vilket reflekterar förruttnelseprocessen. Dödsorsaken kunde inte fastställas. Vattentemperaturen talar mot en infektion samtidigt som flera av symptomen (blödningar i hud och lever, panoftalmit) kan indikera en allmäninfektion (sepsis). Den mörka fläcken i mjälten undersöktes inte histopatologiskt men bedöms vara en omfattande blödning. En så stor blödning tillsammans med mindre blödningar i lever och hud skulle kunna indikera trauma som dödsorsak. Pigmentering är vanligt förekommande i ålens mjälte men brukar synas som små svarta prickar (melanomakrofager, ansamlingar av pigmenterade vita blodkroppar). Den homogena färgen talar mot att det är ett område med pigmenterade celler. I så fall torde det handla om en pigmenterande tumör, men då borde även en strukturförändring vara uppenbar.



Bild KF7. Fall 5, ål med hudrodnader, små hudblödningar och stasade fenor (t.v.). Mjälten med svartfärgat område (t.h.). Foto: Ludvig Orsén, SVA

REFERENSER

Abdul Kadir, S.R. Abdul Rasid, M.H.F, Wong, L., Kwong, K.O., Arai, T. (2015). First record of albinism in a tropical anguillid eel *Anguilla bengalensis bengalensis* from Malaysia. *Mar Biodivers Rec* 8: e114. doi:10.1017/S1755267215000950.

Frankowski, J., Bastrop, R. (2010). Identification of *Anguilla anguilla* (L.) and *Anguilla rostrata* (Le Sueur) and their hybrids based on a diagnostic single nucleotide polymorphism in nuclear 18S rDNA. *Mol Ecol Resour* 10(1): 173-6. doi: 10.1111/j.1755-0998.2009.02698.x.

Rodríguez-Martínez, R.E., Roy, P.D., Torrescano-Valle, N., Cabanillas-Terán, N., Carrillo-Domínguez, S., Collado-Vides, L., García-Sánchez, M., van Tussenbroek, B.I.(2020). Element concentrations in pelagic *Sargassum* along the Mexican Caribbean coast in 2018-2019. *PeerJ – Life and Environ* 8: e8667. doi: 10.7717/peerj.8667

Tejada-Tejada, P., Rodríguez-Rodríguez, Y., Rodríguez de Francisco, L.E., Paíno-Perdomo, O., Boluda, C.J. (2021). Lead, chromium, nickel, copper and zinc levels in *Sargassum* species reached the coasts of Dominican Republic during 2019: A preliminary evaluation for the use of algal biomass as fertilizer and animal feeding. *Tecnol Cienc Agua* 12(3):1-32. doi:10.24850/j-tyca-2021-03-04. Engelskt abstract, artikel på spanska

Rapportportalen

Åtta rapporter om ålar inkom under 2021. Två rapporter kom från Mälaren, och en vardera kom från Motala ström/Glan, Östersjön, Höje å, Ätran, Nordre älv och Tjörn. Samtliga rapporter utom den från Ätran rörde ål som hittats död. Rapporten från Ätran rörde liten gulål med vita prick. Denna sjukdom noterades även på den gulål som skickades in från Ätran för provtagning inom övervakningsprogrammet. Den ål som rapporterades från Tjörn togs in på akutmedel (se Fall 2 ovan), likaså en av ålarna från Mälaren (se Fall 4 ovan). Från Glan rapporterades 31 döda ålar, och att man även några veckor tidigare noterat en del död ål. Orsaken till en massdöd hade varit relevant att undersöka, men det gick inte att arrangera ett inskick. Ålarna från Östersjön, Nordre älv, Höje å och den andra ålen från Mälaren var kraftigt förruttnade, dödsorsak kunde inte bedömas. Ålen från Höje å hade fullt av flugägg på kroppen.

Del 4.

Sötvattenslevande fisk

Övervakningen av sötvattenslevande fisk bedrivs tills vidare inte som en kontinuerlig övervakning av specifika arter utan i form av årsvis projekt. Under 2021 låg fokus på undersökningar av gäddsarkom. Dessutom har sex fall tagits in för undersökning på **Akutmedel** och rapporter av sötvattenslevande fisk i **Rapportportalen** under 2021 har sammanställts, se vidare under dessa rubriker i denna bilaga.

Gäddsarkom-projektet

SAMMANFATTNING

För 2021 togs beslutet att göra en riktad insats för att studera sarkom hos gäddor. Bakgrunden var att SVA under 2020 fick flera frågor om denna sjukdom från privatpersoner, samt att misstanke om sjukdomen vid 10 tillfällen anmäldes genom vår rapportportal. Planen var att undersöka 50 gäddor under 2021 för att karakterisera infektionen bättre makroskopiskt, mikroskopiskt samt att identifiera det virus som misstänks vara orsak till sjukdomen. Utifrån detta bör vi sedan kunna skapa enhetliga riktlinjer för hur sarkomgäddor ska hanteras. Totalt inkom 13 gäddor för undersökning vid SVA. Från fem av gäddorna hade material för histopatologisk undersökning tagits ut i fält. Sju av gäddorna kom in frysta utan att provuttag gjorts, vilket påverkar histologiska undersökningar negativt. Resultat är därför inte klara och studien fortsätter under 2022 för att komma upp i tillräcklig mängd gäddor och analysmaterial.

INTRODUKTION

Gäddsarkom eller lymfosarkom hos gäddor är en tumörsjukdom som orsakar köttiga svulster i gäddornas hud och/eller munslemhinnor (**Bild SF1**). Merparten av de studier som genomförts gjordes på 1970- och 80-talet. Gäddsarkom anses vara orsakat av ett retrovirus. Viruspartiklar har identifierats med elektronmikroskopi (Papas et al., 1976; Yamamoto et al., 1984) men viruset har aldrig påvisats och karakteriserats genetiskt. Infektionsförsök i form av injektion av homogeniserad och filtrerad tumörvävnad (Mulcahy & O'Leary, 1970) har visat att sjukdomen är smittsam, vilket talar för en viral orsak. Flera retrovirus hos andra djurarter är kända för att orsaka tumörsjukdomar till exempel i gös, lax, abborre, och zebrafisk (Bowser & Casey, 1993; Getchell 1998; Quackenbush, 2016). Spridning av gäddsarkom sker sannolikt frekvent i samband med lek. Tumörer växer till under den kalla årstiden och ska gå i regression under sommaren baserat på studier som visar att man hittar få sarkomgäddor sommartid (Getchell 1998). Den amerikanska maskalungen (*Esox masquinongy*) drabbas också av en variant av gäddsarkom och dör enligt referens i högre grad av sjukdomen (Sonstegard & Chen, 1986, muskiescanada.ca). Frågan är därför om få gäddor med sarkom noteras sommar/höst på grund av att det läkt av eller på grund av att infekterade individer dött. Det är också oklart om de misstänkta sarkom-ärr som ibland noteras verkligen är orsakade av sarkom eller av någon annan hudskada (till exempel slagsmål kring lek eller predation).

Åsikterna om hur sarkomgäddor ska hanteras går isär. Givet att det är en smittsam sjukdom och lymfosarkom generellt är en mycket aggressiv tumörform kan man hävda att det är rätt att ta upp och avliva fisken. Givet att det finns en hög chans för överlevnad kan man hävda att det är rätt att släppa tillbaka fisken.

Under 2020 fick SVA in totalt 19 rapporter om gäddor, varav 10 med misstänkta gäddsarkom. Rapporterna kom både från kust (Östersjön) och från insjöar.

Syfte

Målet var att använda befintliga och nya undersöknings- och analysmetoder för att detaljerat karakterisera gäddsarkom och för att identifiera det virus som misstänks vara bakomliggande orsak till tumörsjukdomen. Tre specifika frågor att besvara definierades:

- 1) Hur smittsamt är gäddsarkom? Vi kommer inte kunna ange exakt hur smittsam sjukdomen är eftersom detta kräver en överföringsstudie. Däremot kan vi förhoppningsvis få svar på om ett virus alltid är orsak till sarkomen, dvs kan det finnas olika orsaker (smittsam/icke smittsam eller olika varianter av virus) och skiljer sig dessa i så fall mellan kust och inland?
- 2) Är alla gäddsarkom verkligen samma tumörvariant och finns det i så fall olika malignitetsgrad?
- 3) Kan gäddsarkom läka av? Studier i fält genomförs och ärrvävnad kommer om möjligt att sparas för att möjliggöra eventuell senare identifikation av retrovirus, då detta bör ligga kvar i cellernas arvsmassa även efter utläkning.

Fråga 1 - 3 är intimt kopplade till varandra, då olika tumörtyper garanterat har olika ursprung ((olika) virus/spontant etc), och tumörer av olika malignitetsgrad ger olika förutsättningar för överlevnad.



Bild SF1. Gädda med massiv förekomst av lymfosarkom. Foto: David Persson, SVA

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling

Samtliga länsstyrelser kontaktades via mail. Tre länsstyrelser (Stockholm, Kalmar och Östergötland) meddelade intresse och ett möte hölls för att diskutera möjligheterna avseende provinsamling. För Kalmar län deltog även Linnéuniversitetet. Kontakt togs senare med Blekinge och Gävleborg avseende möjligheter att delta.

Material för provtangning i fält (formalinrör, RNAlater, virusmedium, skalpeller, och pincetter) samt packmaterial för insändning av uttagna prover och fem hela gäddor per lokal skickades ut. Med provmaterialet följde instruktioner för provtagning i fält. Strategin var att tumörprover skulle säkras i formalin, virusmedium och RNAlater så snabbt som möjligt efter avlivning innan gäddorna frystes ner och transporterades till SVA.

Provtagningspunkter

Få gäddor har symptom vid provfiskena i Stockholm och Östergötland, men länsstyrelserna bedömde att de kunde hjälpa till. I Kalmar län finns ett lekområde där en hög andel av lekfisken har tumörer, och Linnéuniversitetet som genomför inventeringen kunde hjälpa till. Ordinare provfiskeplatser och provfisker/inventeringar av gädda i Stockholms län samt Kalmar län utsågs till fasta provtagningspunkter. Län som inte bedriver provfisker efter gädda, eller som inte normalt ser gäddsarkom i samband med sina provfisker hade möjlighet att skicka in gäddor om fall skulle dyka upp. Dessutom möjliggjordes sporadiska provtagningspunkter genom att rapportportalen övervakades för att snabbt identifiera fall som kunde bli aktuella för provtagning och Sportfiskarna publicerade en text om försöket på sin hemsida.

Fisk

Planen var att under året ta in 50 gäddor med aktiva tumörer, 20 gäddor med hudområden som ser ut att ha avläkta tumörer samt 20 synbart friska gäddor. Samtliga tre grupper skulle representeras i provfiskena, medan enbart sarkomgäddor skulle tas från sporadiska provtagningspunkter.

Obduktion och provuttag

Vid obduktionen bedöms/noteras somatiska data som kön, längd, vikt. Dessutom noteras tumörstorlek, tumörutseende, antal tumörer, placering av tumörer externt och internt, eventuella andra avvikelser. Makroskopiskt bedöms också hur invasiva hudtumörerna ser ut genom att skära igenom dem till frisk vävnad. Fotodokumentation genomförs för senare jämförelse av fallen.

Tumörvävnad togs från upp till tre tumörer per fisk för fixering i formalin. Inre organ (mjälte, lever, njure) togs för formalinfixering när SVA obducerade färsk fisk. Från fisk som skickades fryst till SVA provtogs inte inre organ för histopatologisk undersökning då fisken skulle skickas in öppnad. Därmed hade de inre organen varit frysta och var inte lämpliga för histopatologi.

Under obduktionen på SVA säkrades ytterligare prover för PCR i RNAlater. Dessa prover placerades sedan i frys. Från individer med omfattande sarkom tillvaratogs även större mängder tumörvävnad för att försöka rena fram virus. Även denna vävnad frystes ner.

Laboratorieanalyser

Rutinmässig preparering med paraffinbäddning, snittning och färgning med Hematoxylin & Eosin (HE) genomfördes på det formalinfixerade materialet för histopatologisk bedömning. Snitten bedömdes i ljusmikroskop vid 40 - 1000 x förstoring. Vid den histopatologiska bedömningen noterades typ av tumör utifrån celltyp (ex vita blodkroppar, bindväv), bedömning av mitosfrekvens

(celldelningsfrekvens) samt hur invasiv tumören är mot närliggande vävnad. Sammantaget ger detta en malignitetsgrad för tumören.

Eftersom enbart misstänkta viruspartiklar påvisats med elektronmikroskopi, dvs. det finns ingen etablerad metodik för att identifiera viruset måste vi börja från noll. PCR, helgenomsekvensering och transmissionselektronmikroskopi (TEM) är metoder som kan användas för att hitta det retrovirus som orsakar gäddsarkom. För att prova ut PCR-metodik används breda retrovirusprimers riktade mot konserverade delar av virusgenomet enligt Iwamoto et al. (2000) och Burmeister et al. (2001).

RESULTAT

SVA fick in 11 gäddor med sarkom, varav 5 kom från Kalmar, 5 från Stockholm och en från Öland. SVA fick även in en frisk gädda via vår rapportportal där den rapporterade personen identifierat sarkom men som sedermera visade sig vara felaktigt bedömt, samt en referensgädda utan sarkom. Alla gäddor obducerades för att identifiera interna tumörer och bedöma konditionsfaktor. Prover togs från alla tumörer för RNA extraktion, isolering av virus, och histologisk bedömning. Fem av gäddorna kom in frusna utan att vävnad tagits ut för formalinfixering innan frysning.

Det finns inte någon etablerad PCR för att detektera sarkomviruset, vilket innebär att mycket tid gått åt för att optimera redan etablerade PCR-metoder för andra virus. Eftersom ett retrovirus misstänks orsaka finns möjligheten att metoder uppsatta för andra retrovirus även fungerar för gädda, då alla retrovirus är närbesläktade. I övrigt har flera försök gjorts för att rena fram viruspartiklar från tumörvävnad med ultracentrifugering. Tyvärr har det inte lyckats. En möjlig förklaring kan vara att det i den vävnad vi testat inte funnits något replikerande virus. För att öka chanserna att isolera viruset behövs relativt stora mängder vävnad och de flesta gäddor som kommit till oss har inte haft nog med tumörvävnad för att det ska vara realistiskt att lyckas.

Histopatologisk bedömning av tumörernas mitosfrekvens omöjliggjordes hos de fem gäddor som frusits innan formalinfixering. Detta på grund av de skador frysning orsakar på cellstrukturen. Tumörens lokala invasivitet kunde dock bedömas relativt bra. Marginaler ner i muskulatur var ordentligt tilltagna, däremot saknades oftast övergång till omkringliggande normal hud, varför lokal infiltration i den primärt drabbade vävnaden inte kunde bedömas. Tumörerna utgick från mellan huden (dermis) och graden av lokal invasivitet mot över- och underliggande vävnad varierade, från att tumören var helt belägen i dermis till att underliggande muskulatur var infiltrerad eller överliggande epidermis var förstörd så att enbart basalmembranet kvarstod eller att det var en öppen såryta. Tumörcellerna var odifferentierade (leukoblaster) och mitosfrekvensen var låg. Runt kärl förekom inflammatoriska infiltrat, dvs. populationer av mogna/differentierade leukocyter. Exempel på tumörutseende ses i bild **SF2A-E**. En utförlig klassificering av tumörerna med en större uppsättning bilder kommer att presenteras i rapporten för 2022.

En akvariefisk (kampfisk, *Betta splendens*) med en snabbväxande tumör som först syntes i ena luktropen avlivades och inkluderades som histopatologiskt referensmaterial då tumörer hos fisk är sällsynt och referensmaterial därmed i stort saknas. Skallen från fisken snittades i nivåer från nacken och fram till ca mitt på ögonen, vilket var tillräckligt för att identifiera modertumören. Hela processen från att tumören först började växa till att ena ögat började pressas ut (varvid fisken avlivades, **Bild SF3A**) gick på ett par veckor. Den histopatologiska undersökningen visade att fisken hade drabbats av ett metastaserande fibrosarkom (aggressiv tumör utgående från bindväv, **Bild SF3B**). Ett antal metastaser kunde identifieras i de olika snitten från ögat och bak till nacken. Tumörtyper är av ett helt annat slag än lymfosarkom, men utgör trots det ett viktigt referensmaterial att jämföra cellstruktur, mitosfrekvens samt lokal och metastaserande invasivitet emot.

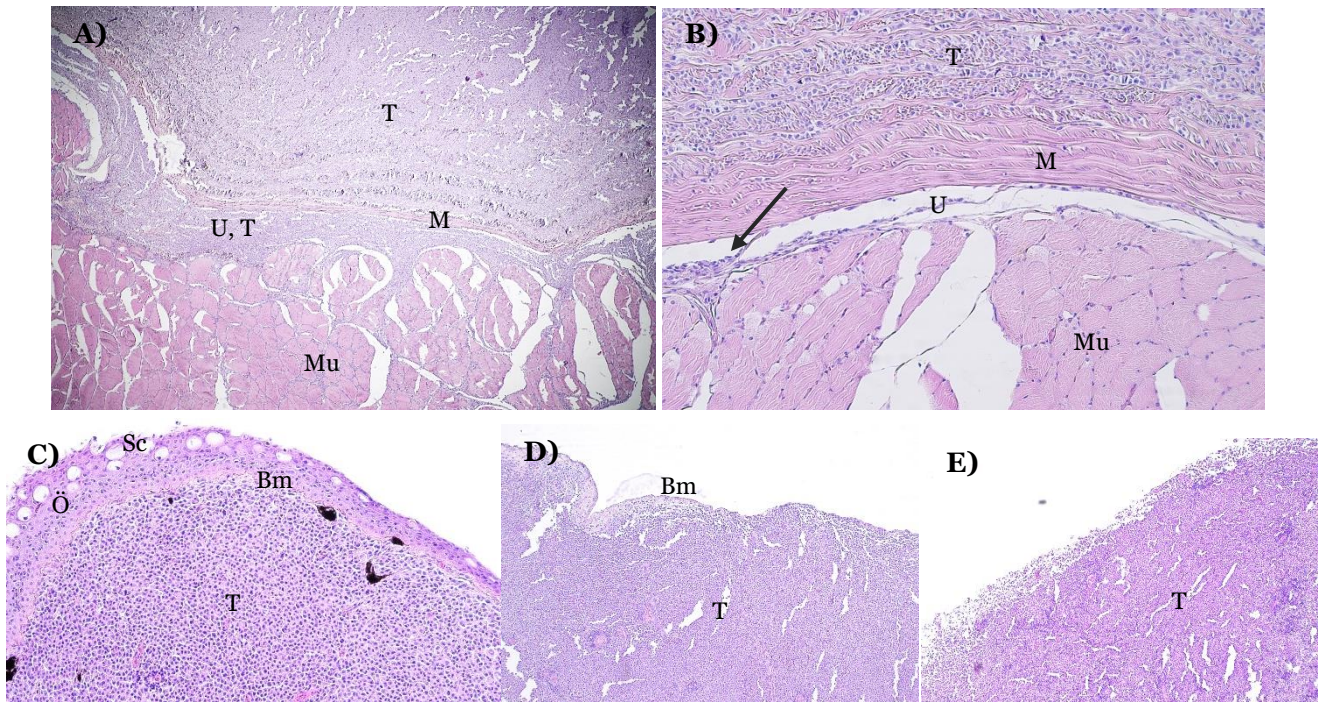


Bild SF2. Histopatologiska snitt av lymfosarkom hos gädda. **A) & B)** Övergång mellan hud och underliggande muskulatur. **A)** Kraftig infiltration i underhuden och ner mellan muskel-fibrerna och **B)** Tumör nästan helt avgränsad till mellan huden. Begynnande infiltration av underhuden (pil). **C-E)** Avgränsning mot hudytan. **C)** Intakt överhud (normal till vänster i bilden och förtunnad med förlust av slemceller till höger i bilden). De svarta fläckarna är pigmentceller. **D)** Överhuden saknas, endast basal-membranet täcker tumören. **E)** Även basalmembran saknas, tumören utgör en såryta mot omgivningen.
Teckenförklaring: M=mellanhudens undre lager. U=underhud, Ö=överhud, Bm=basalmembran, Mu=muskulatur, Sc=slemceller, T=tumör. Bilderna är tagna vid 40-200 X förstoring. Foto: David Persson, SVA.

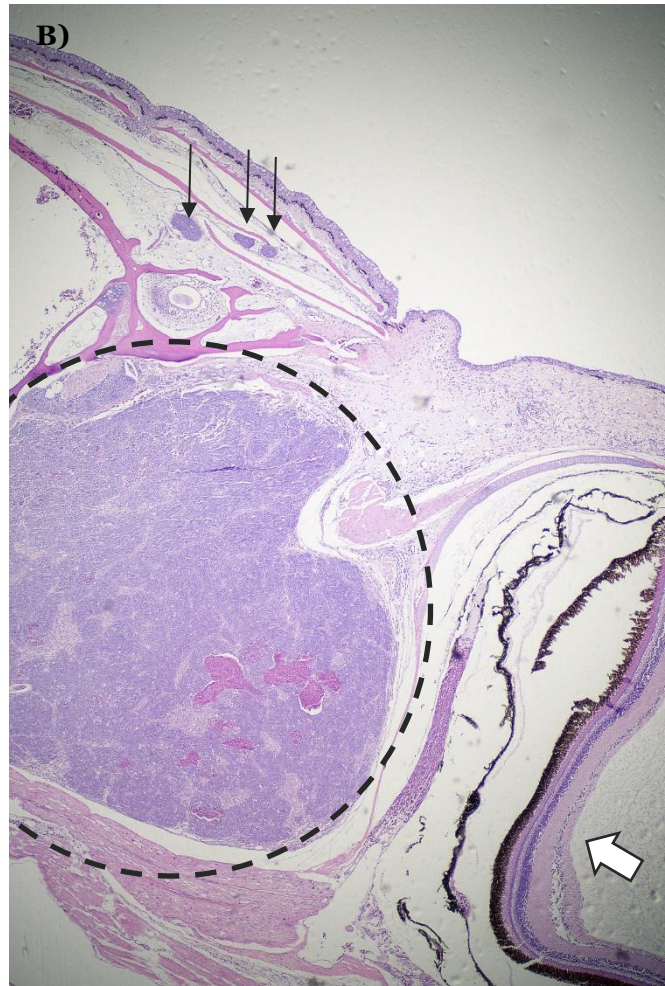
DISKUSSION

Eftersom ett mycket lägre antal fiskar än planerat inkom finns inga fullständiga resultat att diskutera. Noggrann histopatologisk undersökning av hudtumörer kunde enbart göras från fem individer och inre organ fanns inte fixerade varför potentiell metastasering inte kunnat undersökas. Ytterligare material behövs för att en utförlig klassificering ska kunna göras. En genetisk karakterisering av tumörerna bör med det material som säkrats vara möjlig. Material från flera individer behövs dock innan metodiken kan valideras eller några säkra slutsatser kan dras utifrån undersökningarna.

Angående uppgifter om att gäddsarkom kan läka av hoppas vi att vi genom att korrelera förekomsten av virus med tumörens storlek kan avgöra om en tumör är under tillväxt eller inte. Om sarkomen kan läka av borde det finnas tre olika typer/stadier av tumörer. 1) helt nybildade (små) tumörer där det finns en aktiv virusreplikation och vi kan identifiera viruspartiklar; 2) tumörer under kraftig tillväxt, där viruset har integrerats i cellernas arvs massa, samt 3) äldre tumörer där fiskens immunförsvar börjat angripa tumören, vilket leder till en stagnerad tillväxt eller tillbakabildning. Att identifiera tumörer som minskar i storlek kommer bli speciellt utmanande, kanske till och med omöjligt. För det förlitar vi oss mycket på Linnéuniversitetet, som genomför en studie där de undersöker överlevnaden, eller återvändningsgraden, av märkta sarkomgäddor.



Bild SF3. A) Kampfiskhona med fibrosarkom. Tumörer buktar ur näsgroparna. Notera även buktande och inflammerat vänsteröga samt att fjällen på nosryggen börjat separera. **B)** Snitt genom skallen mitt över ögonen Vänster ögas näthinna ses i nedre högra delen av bilden (vit pil). Modertumören (inringad) pressar ögat ur position. Tumören innehåller flera stora kärl samt områden med vävnadsdöd. Tre dottertumörer ses i skallens mellanhud (små pilar).



SLUTSATS

På grund av det låga antalet inkomna fiskar och att mycket av materialet på grund av frysning var suboptimalt för karakterisering av tumörerna beslutades att fortsätta projektet under 2021. En redovisning av resultaten kommer därför i årsrapporten för 2022.

REFERENSER

- Bowser, P.R., Casey, J.W. (1993). Retroviruses of fish. *Ann Rev Fish Dis*: 209-224
- Burmeister, T., Schwartz, S., Thiel, E. (2001). A PCR primer system for detecting oncoretroviruses based on conserved DNA sequence motifs of animal retroviruses and its application to human leukaemias and lymphomas. *J Gen Vir* 82: 2205-2213
- Getchell, R.G., Casey, J.W., Bowser, P.R. (1998). Seasonal occurrence of virally induced skin tumors in wild fish. *J Aquat Anim Health* 10(2): 191-201
- Iwamoto, T., Nakai, T., Mori, K., Arimoto, M., Furusawa, I. (2000). Cloning of the fish cell line SSN-1 for piscine nodaviruses. *Dis Aquat Org* 43: 81-89
- Mulcahy, M.F., O'Leary, A. (1970). Cell-free transmission of lymphosarcoma in the northern pike *Esox lucius* L. (Pisces: Esocidae). *Experientia* 26(8): 891. doi: 10.1007/BF02114242
- Papas, T.S., Dahlberg, J.E., Sonstegard, R.A. (1976). Type C virus in lymphosarcoma in northern pike (*Esox lucius*). *Nature* 261(5560): 506-8. doi: 10.1038/261506a0
- Quackenbush, S. (2016). Retroviruses of Fish. I: *Aquaculture Virology*, kap 13: 193-204. Elsevier, ISBN 9780128015735
- Sonstegard, R.A., Chen, T.T. (1986). A review of lymphosarcoma of muskellunge and northern pike. *Spec publ., Am Fish Society* 15: 47-50
- Yamamoto, T., Kelly, R.K., Nielsen, O. (1984). Epidermal hyperplasias of northern pike (*Esox lucius*) associated with herpesvirus and C-type particles. *Arch Virol* 79(3-4): 255-72. doi: 10.1007/BF01310815

Akutmedel

Totalt har sex fall avseende sötvattenslevande fisk tagits in för undersökning med hjälp av akutmedel under 2021. Dessa redovisas nedan i kronologisk ordning.

Fall 1. Storspigg med vita "maskar"

I början av juni kom en fråga via epost angående storspigg (*Gasterosteus aculeatus*) med vita "maskar" på kroppen. Spiggen hade precis fångats i Vättern för att sättas in i Vätternakvariet i Motala. Efterhand som spigg dog naturligt i akvariet fixerades de i T-röd och SVA fick sedan in fyra individer för analys (**Bild SF4A**). Vid undersökning i lupp noterades att det fanns pigmentceller utanpå "maskarna" vilket visade att de satt under hudens yttersta lager (**Bild SF4B**). Även om alkohol inte är optimalt för histopatologisk undersökning skars tvärsnitt/"kotletter" av fisk ut och skickades för rutinmässig histopatologisk preparering. Vid den mikroskopiska undersökningen påvisades cystor fyllda med refraktila sporocystor överensstämmande med genus *Dermocystidium* (en encellig parasit) mellan hudens översta lager (epidermis) och mellan huden (dermis) (**Bild SF4C**). Utöver att huden ovanpå cystorna tvingats utåt fanns inga tecken på påverkan i fiskens vävnad, varken inflammatoriskt eller att andra organ än huden var påverkade. Cystor fripreparerades och analyserades med PCR-metodik efter att lämpliga primers beställts. Få genetiska sekvenser för *dermocystidium* finns publicerade. Den här arten visade sig vara närmast släkt med arten *Dermocystidium percae* (av de arter för vilka sekvenser finns tillgängliga). Ingen publicerad sekvens var från spigg. Kontakt togs med OIE:s parasitologiska referenslaboratorium vid Cefas, England. De hade inga ytterligare sekvenser att bidra med, men har varit behjälpliga i diskussioner kring bedömning av fynden. En gammal bokreferens som hittades på nätet beskrev morfologiskt arten *Dermocystidium gasterostei* hos storspigg (Elkan, 1962). Bild i referensen var i princip identisk med utseendet hos spiggen från Vättern. Eftersom referensen var från 1960-talet, innan genetiska metoder fanns tillgängliga, beskrevs inte *D. gasterostei* genetiskt. Utifrån referensens morfologiska överensstämmelse med vår spiggparasit bedömer vi att vi nu har kunnat beskriva parasiten *D. gasterostei* genetiskt.

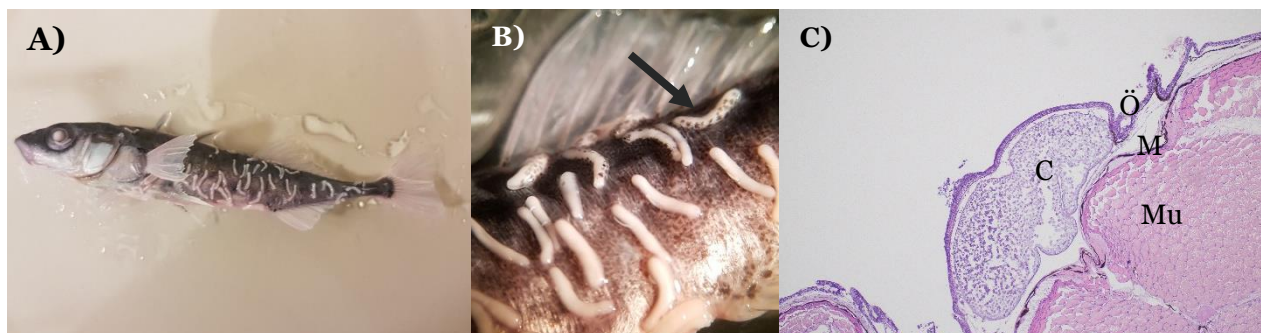


Bild SF4. A) Spigg med *Dermocystidium*-cystor. **B)** Under lupp syns pigmentceller (pil) utanpå cystorna, vilket visar att cystorna ligger under hudens yttre lager (epidermis). **C).** Tvärsnitt genom cysta visar massiv förekomst av av refraktila sporocystor. C=cysta, Ö=överhud, M=mellanhud, Mu=muskulatur

Fall 2. Parasiter från bukhåla, öring

Parasiter som hittats vid rensning av öring fångad i Västra Marssjön, Västerbotten, skickades fixerade i etanol för analys efter att fynden rapporterats i portalen. Totalt hade 15 öringar fångats och samtliga hade maskar i tarmen. Ljutmikroskopisk undersökning visade bandmask, sannolikt *Eubotrium* sp. Maskarna har sparats för eventuell artbestämning med genetisk metodik inom ett projekt vid Norges veterinärinstitut. I skrivande stund har vi ej fått några resultat från dessa undersökningar.

Fall 3. Massdöd av abborre, Vänern

Tre abborrar skickades in av länsstyrelsen i Värmland i slutet av juli då ett 50-tal fiskar hittats döda i Norra Vänern. Fisken bedömdes ha varit död runt ett dygn vid upplöckning och hade frysts. Vid obduktion noterades fjällförlust och avskavd hud på huvudet som bedömdes ha uppstått efter döden på samtliga fiskar. Inga parasiter kunde påvisas. Gälarna varierade från normalt färgade till bleka och var delvis belagda med partiklar. Samtliga fiskar hade blödningar i simblåsan och på två av tre fiskar var mjälten något svullen, vilket kan indikera bakteriell infektion. Föruttnelsegraden var måttlig, vilket gjorde att bakteriologisk undersökning bedömdes som fruktlös. Dödsorsaken kunde inte fastställas men enligt uppgift från länsstyrelsen var vattentemperaturen hög och vattenomsättningen liten, vilket kan innebära att syrebrist bidragit till dödligheten.

Fall 4. Solabborrar, Västmanland

Solabborrar (*Lepomis gibbosus*, **Bild SF5**) som kommit till Sverige i maj 2021 spårades i augusti till en grävd damm i Köping. Då solabborre är en IAS förespråkade Länsstyrelsen att dammen skulle läggas igen. Detta gjordes inte varvid Länsstyrelsen tömde dammen. För att bedöma risken för att fiskarna haft med sig främmande parasiter/om extra åtgärder behövdes beslutades det att undersöka fiskarna, och eftersom IAS ingår i uppdraget från HaV beslutades om att inkludera fallet i övervakningen. Fyra individer skickades in i samband med tömningen av dammen. Inga parasiter eller andra sjukliga förändringar påvisades.



Bild SF5. En av de fyra solabborrar som inkom för hälsoundersökning under 2021.

Fall 5. Röding, Kultsjön, Västerbotten

En röding som fångades i Kultsjön, Ångermanälvens vattensystem, i november hade utstående ögon. Vid rensning noterade fiskaren en kraftigt svullen njure och kontaktade SVA. Kraftigt svullen njure hos röding brukar kunna härledas till antingen renibakterios (BKD) eller proliferativ njurinflammation (PKD). Kultsjön ingick i provtagningar avseende renibakterios/BKD hos vildfisk 2020 och en fisk med infektionen påvisades i sjön (SVA, 2020). PKD har påvisats uppströms Kultsjön i Satsån 2009 (SVA, opubl data). Båda sjukdomarna förekommer därmed i vattenområdet. I det här fallet indikerade foto att fisken var drabbad av PKD. Fisken frystes och skickades till SVA. Eftersom fisken var urtagen kunde ingen fullständig obduktion genomföras.

Njuren var tydligt svullen med ett segmenterat utseende, väl överensstämmande med PKD. Material togs ut för PCR avseende PKD men även för analys avseende BKD med både ELISA- och PCR-metodik. Samtliga analyser var negativa. Fisken fångades sent på hösten då vattentemperaturerna är långt under optimala för *Tetracapsuloides bryosalmonae*, parasiten som orsakar PKD, och under optimala för *Renibacterium salmoninarum*, bakterien som orsakar BKD. Detta innebär att parasiten/bakterien inte kommer vara aktiv, och det kan vara svårt att detektera en infektion med PCR. ELISA för BKD ska dock kunna vara positiv en tid efter att bakterien gått i dvala eller en infektion klingat av. BKD utslöts därför som diagnos. Prov från njuren hade säkrats till formalin i samband med provuttaget, varför ett försök att diagnosticera fisken via histopatologisk undersökning gjordes. Den frysning fisken genomgått hade påverkat njurvävnaden kraftigt, men misstänkta så kallade PKX-celler (*T. bryosalmonae*-sporer) noterades. Immunohistologisk färgning för PKD genomfördes på snittet för verifiering. Svag infärgning av de misstänkta PKX-cellerna kunde ses. Även om inte det klart bekräftade att diagnosen var PKD så blev slutsatsen utifrån förekomst av parasiten i avrinningsområdet, fiskens symptom och misstänkta parasiter vid histopatologi att det var PKD som var orsak till fiskens symptom.

Fall 6. Röding, Vättern

2018 påvisades renibakterios (BKD) hos en sårig röding från Vättern. Under 2021 försökte länsstyrelserna runt Vättern samla in röding med liknande skador för ytterligare undersökningar. Länsstyrelsen i Jönköping fick in tre rödingar som frystes och sedan skickades till SVA i slutet av året.

Alla tre fiskarna hade punktformiga, ej helt färska sår på kroppens övre halva (ovanför sidolinjen). En hade lite blödningar i levern, en hade en något svullen mjälte. Njuren var något svullen hos en av fiskarna, hos de andra två utan anmärkning. Vävnadsprov togs från njure för undersökning med ELISA, och svabb togs från njure och hudsår för och PCR. PCR på njurvävnad används normalt för att bekräfta positiva ELISA-resultat, men eftersom svabb från sår skulle analyseras med PCR skickades njurvävnad direkt för PCR-analys.

Samtliga prover var negativa avseende BKD. Om BKD-infektion sitter även i huden skapas små blåsor som kan brista och ge små sår, så kallad spawning rash. Svabbarna från hudsåren kan tänkas bli negativa trots infektion om såren som i detta fall är av lite äldre datum så att blåsan ”rensats ur”. Samtliga inre prover var dock också negativa vilket indikerar att BKD inte var orsak till såren. Liknande skador i huden kan också orsakas av till exempel löss (*Argulus* sp.).

REFERENSER

Elkan, E. (1962). *Dermocystidium gasterostei* n. sp., A parasite of *Gasterosteus aculeatus* L. and *Gasterosteus pungitius* L. Nature, 196(4858), 958-960. doi:10.1038/196958a0

SVA. (2020). Provtagning avseende renibakterios/BKD i vild laxfisk i Umeälven, Ångermanälven, Faxälven och Ljungan. Delrapport till Havs- och vattenmyndigheten 2020-10-02.

Rapportportalen

Rapporter från Östersjön inkluderas här såvida de rör en sötvattenlevande art som även kan förekomma i brackvatten. Havslevande, anadroma och katadroma fiskar som förekommer i Östersjön rapporteras under sitt respektive delavsnitt. Totalt kom 54 rapporter rörande sötvattenslevande fisk in under 2021. Spiggar och stationär öring var de arter som förekom mest med 14 respektive 11 rapporter vardera (**Tabell SF1**).

Tabell SF1. Artfördelning i inkomna rapporter om sötvattenslevande fisk 2021

Familj	Art	Antal
Laxfiskar	Stationär öring	11
	Röding	6
	Harr	3
	Regnbåge	2
	Sik	1
Gäddor	Gädda	7
Abborrfiskar	Abborre	5
Karpfiskar	Björkna, Braxen, Faren	2
	Karp	1
	Mört, vimma, färna etc.	1
Egentliga malar	Mal	1
Torskfiskar	Lake	1
Spiggar	Ej angivet (stor-/småspigg)	14
Totalt		54

Rapporter om spigg kom in från slutet av juni till början av augusti, dvs. när det är höga vattentemperaturer. Samtliga rapporter var strandnära observationer i Östersjöns skärgård. En rapport kom från Sölvesborg, en från Öland, en från Gotland och resterande 11 kom från området mellan Nynäshamn och Norrtälje. I tre rapporter nämndes svamp eller vita bölder, vilket sannolikt innebär att spiggen var infekterad med *Glugea anomala*, en mikrosporidie som ger stora cystbildningar. I övriga rapporter nämndes bara död fisk. Två av rapporterna indikerade förekomst av flera olika arter, men då bara bilder på spigg bifogats är det oklart om det verkligen förekom andra arter också eller bara handlade om spigg av olika ålder. Öringen var i sex fall drabbad av invärtes parasiter, i form av cystor på inre organ (larvstadier av ex måsmask, *Diphyllobotrium dendriticum*, där öringen är mellanvärd), friliggande bandmask i muskulaturen (människans binnikemask, *Dibothriocephalus latus*), eller bandmask i fiskens tarm (*Eubothrium* sp.). I fem fall rapporterades svampangripen öring.

När det gällde röding avsåg två rapporter röding med ett antal små sår av äldre datum på båda sidorna av kroppen. Båda rapporterna kom från Vättern. Ett liknande fall från Vättern 2018 visade sig bero på renibakterios/BKD, en anmälningspliktig sjukdom. Liknande sår kan också uppstå efter angrepp av löss och utan laboratorieanalys är det omöjligt att säkerställa om fisken är drabbad av BKD. Upprepade rapporter om sårskadad röding i Vättern efter BKD-fallet 2018 gjorde att SVA och Länsstyrelserna kring Vättern försökte få in sådana fall på akutmedel för undersökning under 2021. Enbart tre fiskar kunde skickas in (se Fall 6 under Akutmedel ovan). En större insats för att samla in röding från Vättern genomförs under 2022. En rapport avsåg röding som hittats död och var överväxt av svamp, en gällde röding infekterad med gälparasiten *Salmincola* sp., i en rapport

saknades information och en rapport gällde en deformerad röding. Den senare beskrevs som att den hade två huvuden. Bilder visade att det inte handlade om en siamesisk tvilling där två lika välutvecklade huvuden sitter på en kropp utan att det handlade om en parasitär tvilling (enägstvillingar där embryon inte separerats ordentligt och det ena embryot tillbakabildats och sitter fast i det andra embryot (**Bild SF6**)). Tvillingen hade åtminstone ett öga, näsgropar och rudimentära gälar och fenor. Rapportören kunde bekräfta att det fanns en antydning till mun, två ögon och att åtminstone det ena ögat såg ut att ha rörlighet. Fisken släpptes tillbaka efter en kort inspektion. Rapportören meddelade också att det inte finns något naturligt bestånd av röding i sjön, utan fisk sätts ut med jämna mellanrum. Uppfödning i odling, där det inte är någon konkurrens om föda hos ynglen kan förklara att fisken överlevt.



Bild SF6. Röding med parasitär tvilling. Foto: Filiph Sjöberg

Del 5.

Kräftdjur

Inga undersökningar av havslevande kräftdjur har genomförts under året så därför finns ingen separat bilaga avseende dessa djur. Alla fall i denna bilaga avhandlar sötvattenslevande kräftdjur. Två fynd har rapporterats via rapportportalen.

Övervakningsprogram

SAMMANFATTNING

Övervakningen av sötvattenslevande kräftor sker passivt. Övervakningen syftar till att utreda orsaken till akut dödlighet hos framför allt flodkräftor. Fisksektionen har under 2021 handlagt åtta uppdrag rörande sjukdom/dödlighet på flodkräftor och ett på signalkräftor. Det material som har sänkts in har varit färska, frysta eller spritfixerade, hela eller delar av kräftor. SVA har som mål att sätta upp en aktiv övervakning som syftar till att snabbt upptäcka om kräftpesten sprider sig utanför signalkräftans huvudutbredningsområde. Den aktiva övervakningen ska ske genom insamling av eDNA. Under 2021 genomfördes en pilotstudie med tre uppdrag avseende eDNA (kräftpest och kräftarter) och där skickades vatten eller filter efter vattenfiltrering in. Kräftor och eDNA har inkommit från kommuner, länsstyrelser och fiskevårdsföreningar.

Fyra fall av kräftpest hos flodkräfta har rapporterats till Jordbruksverket och HaV under året. En qPCR avseende *Astathelohania contejeani*, som orsakar porslinssjuka, har införts i diagnostiken och utförs nu tillsammans med analys av kräftpest (*Aphanomyces astaci*) och white spot syndrome virus (WSSv) regelmässigt på alla inkomna fall av dödlighet hos sötvattenskräftor.

INTRODUKTION

För sötvattenslevande kräftdjur är det främst kräftpest, orsakad av algsvampen *Aphanomyces astaci*, som ställer till problem. Kräftpest orsakar 100 % dödlighet hos flodkräftor (*Astacus astacus*) medan sjukdomen fortgår med subkliniskt förlopp hos signalkräftor (*Pacifastacus leniusculus*) såvida individen inte är immunologiskt nedsatt. Kräftpesten introducerades i Sverige 1907, men den stam av *A. astaci* som förekommer idag introducerades 1960 i samband med import av kräftor från USA (<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/arter-och-naturtyper/kräftpest.html>). Flodkräftan är naturligt förekommande i Sverige medan signalkräftan introducerades under 1960-talet eftersom det fanns en tro att den gav bättre avkastning än flodkräftan, och dessutom hade flodkräftpopulationen minskat på grund av kräftpesten. Eftersom signalkräftan oftast bär på kräftpest utan att visa symptom har dock situationen för flodkräftan förvärrats - varhelst signalkräftan introduceras försvinner flodkräftorna. Signalkräftan klassas numera som en IAS av EU och flytt av levande signalkräftor får inte genomföras. Övervakning av signalkräftors och flodkräftors förekomst görs av SLU. SVA övervakar sedan många år förekomsten av kräftpest genom att misstänkta fall skickas in och diagnosticeras.

Även parasitinfectionerna porslinssjuka (*Astathelohania contejeani*) och psorospermium (*Psorospermium* spp.), främst då den första, kan orsaka problem hos sötvattenslevande kräftor.

Vitprickig kräftdjurssjuka/White spot syndrome (WSS) är en exotisk virussjukdom som förekommer framför allt i Sydostasien och ger massdödlighet i odlingar med peneida räkor

(jätträkor). Sjukdomen kan drabba alla arter av kräftdjur, även om den höga dödlighet som förekommer på jätträkor inte har rapporterats för kräftarter. Sjukdomen är A-listad av EU, vilket innebär att den anses främmande för territoriet. Enstaka fall har dock påvisats på importerade jätträkor i södra Europa. All sjukdom/dödlighet som inte kan förklaras av andra orsaker bör undersökas avseende WSS-virus (WSSv) för att tidigt upptäcka eventuell introduktion av sjukdomen och möjliggöra snabb utrotning.

Övervakningen av sötvattenskräftor kan även omfatta diagnostik på individer av andra vildfångade kräftdjur än flodkräftor, till exempel signalkräftor, med misstänkt sjukdom. Under 2021 har ett fall med misstänkt kräftpest hos signalkräftor inkommit för analys.

Syfte

Syftet är att passivt övervaka förekomsten av kräftpest som dödsorsak hos flodkräftor. Vi utreder också varje fall diagnostiskt för att utesluta WSS, porslinssjuka eller infektion med *Psorospermium* som dödsorsak. Ett ytterligare syfte under 2021 var att prova ut en aktiv övervakning baserat på e-DNA i randzonen kring signalkräftornas huvudsakliga utbredningsområde.

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling

Material har inkommit vid fall av sjukdom eller dödlighet efter avisering till SVA. Kräfter skickades levande eller döda, färska, frysta eller spritfixerade (hela eller delar av kräftor).

Inför övervakningsåret 2021 föreslog SVA en pilotstudie för aktiv övervakning genom insamling och filtrering av vatten för undersökningar av eDNA avseende kräftpest och kräftarter, främst i randzonen norr om utbredningsområdet för signalkräfta. Två länsstyrelser, Gävleborg och Dalarna, kontaktades och dessa åtog sig att filtrera vatten i samband med fältresor. Kontaktpersonerna valde själva ut relevanta platser för undersökningarna. Dessutom föreslog SLU Aqua att Öresjö i Lilla Edets kommun i Västra Götaland, en av de sista stora flodkräftsjöarna i södra Sverige, var en intressant sjö att övervaka.

Material och provtagningsinstruktioner skickades ut till respektive länsstyrelse och till SLU Aqua. För att optimera filtreringen köptes specialfilter med filterhållare in från företaget Smith-Root. Filterhållaren är "själv-konserverande" (så kallade eDNA self-perserving filterpack) och behöver inte hållas kyld eller frysas för att bevara DNA. Smith-Root-filtren samt den typen av filter vi normalt använder distribuerades både till länsstyrelserna och till SLU Aqua. Till länsstyrelserna skickades även enkla och lätt-desinficerade fotpumpar. SLU Aqua använde sig av en egen peristaltisk pump. Normalt filtreras 2 x 5 liter vatten per provtagningspunkt.

Filter efter vattenfiltrering, och i vissa fall frysta vattendunkar, skickades in till SVA och användes för att påvisa DNA från *A. astaci*, flodkräftor eller signalkräftor med hjälp av qPCR.

Obduktion och provuttag

Inkomna döda kräftor undersöktes makroskopiskt. Gälar och carapaxhud mikroskoperades för att undersöka om parasiten *Psorospermium* förekom. Ett samlingsprov av hud under stjärt, olika delar av muskulatur, carapaxhud och en pleopod togs ut för molekylärbiologisk analys.

Astahelohania contejeani (som orsakar porslinssjuka) och *Psorospermium* spp. är encelliga parasiter. *Psorospermium* är tillräckligt stora för att påvisas vid direktmikroskopering av vävnad. Förekomst undersöks därför rutinmässigt med den metodiken om skicket på insända kräftor tillåter det. *Astahelohania* lägger sig insprängt i muskelvävnad i små lokaliserade "öar". Kraftig infektion kan anas vid makroskopisk undersökning genom att undersidan av kräftans stjärt får ett

kokt/porslinsvitt utseende. Parasiten går dock inte att påvisa vid direktmikroskopering, utan det krävs histopatologisk preparation med färgning av vävnaden för mikroskopisk diagnostik.

Laboratorieanalyser

Kräftor

qPCR används för att påvisa DNA från kräftpest (*Aphanomyces astaci*), enligt metodik från Veterinärinstitutet i Oslo under 2019 (opubl.). Metoden användes för både kräftvävnad och eDNA. Även förekomst av porslinssjuka (*A. contejeani*) och WSSv i kräftvävnad undersöks med hjälp av qPCR (in house-metodik avseende *A. contejeani*, för WSSv enligt Sritunyalucksana et al. (2006). Från och med 2021 undersöks rutinmässigt samtliga fall av kräftdöd för alla tre smittämnen. För *Psorospermium* spp. har SVA ingen molekylär diagnostik uppsatt.

eDNA-analyser

Vatten som kom in till SVA tinades och filtrerades. Alla filter halverades och sparades vid -70°C tills extraktion och vidare analys kunde genomföras.

Vid det årliga mötet för EU:s nationella referenslaboratorier för kräftdjursjukdomar 2021 hölls ett föredrag om irländsk nationell övervakning med eDNA för kräftpest, inhemska sötvattenskräfta (white-clawed crayfish, *Austropotamobius pallipes*) och invasiva främmande sötvattenskräftor. Övervakningen utförs årligen sedan ett par år tillbaka. Flera andra nationella referenslaboratorier berättade om problem att detektera sötvattenskräftor med eDNA. Ett dedikerat diagnostikmöte för diskussion av protokoll och felkällor, hölls därför tidigt hösten 2021. Irlands referenslaboratorium delade generöst med sig av protokoll och metodbeskrivningar. Själva DNA-extraktionen är en kritisk punkt, och den metodiken har det irländska referenslaboratoriet optimerat och internvaliderat. SVA planerade att göra en internvalidering av den irländska metod vi fått ta del av under hösten. Detta förhindrades dock av coronapandemin och vågen med Sars-CoV2 omicron, då SVA har fungerat som ett resurslaboratorium inom den humana corona-diagnostiken. I december tillfrågades därför det irländska referenslaboratoriet avseende möjlighet att extrahera DNA från de filter som inkommit under sensommaren till SVA. Det irländska referenslaboratoriet var mycket tillmötesgående. Filtren skickades till Irland, och extraherat DNA skickades tillbaka till SVA i februari 2022. SVA kommer att arbeta med internvalidering av extraktionsmetoden under 2022.

Vattenproverna har analyserats för förekomst av kräftpest, flod- och signalkräfta med hjälp av qPCR (Agersnap et al., 2017, Strand et al., 2019). En filterhalva per vattenprov har hanterats som separata prov och har analyserats i triplikat, vilket genererar sex värden per provtagningspunkt. Dessa värden har slagits samman för en slutgiltig bedömning av vattenprovet. I ett replikat per prov har en markör för förekomst av inhibition tillsatts. Detta för att kunna utesluta att negativa resultat skulle bero på för mycket DNA eller skräp i proverna.

RESULTAT

Kräftor

Resultat avseende inkomna uppdrag har kontinuerligt svarats ut till insändare, HaV samt berörd länsstyrelse. Fyra fall av kräftpest hos flodkräfta har påvisats under året, och då har K12 utgått till Jordbruksverket och länsstyrelserna. Samtidigt har kräftorna undersökts för porslinssjuka (*A. contejeani*) och WSSv med qPCR. Förekomst av *Psorospermium* har undersökts i de fall materialet lämpat sig för mikroskopisk undersökning. I **Tabell SK1** beskrivs fallen separat i kronologisk ordning. Geografiskt ursprung för uppdragen kan ses i **Bild SK1-SK3**.

Tabell SK1. Fall med misstanke om kräftpest under 2021.

Art	Lokal	<i>A. astaci</i>	<i>A. c.</i>	WSSv
flodkräfta	Ljungans vattensystem, Ånge kommun, Västernorrland	+	-	-
flodkräfta	Älgsjödammen, Arvika kommun, Värmland	-	-	-
flodkräfta	Älgån, Arvika kommun, Värmland	-	-	-
flodkräfta	Sågån, Öresjö vattensystem, Trollhättans kommun, Västra Götaland	+	+	-
signalkräfta	Saljen, Vetlanda kommun, Jönköpings län	-	-	-
flodkräfta	Brevik, Öresjö, Lilla Edets kommun, Västra Götaland	+	-	-
flodkräfta	Bjärsjön, Billingen, Falköpings kommun, Västra Götaland	+	-	-
flodkräfta	Billan, Göta Älvs vattensystem, Eda kommun, Värmland	-	+	-

A. astaci = kräftpest, *A.c.* = *Astathelohania contejeani*, WSSv = white spot syndrome virus, + = infektionsagens påvisad, - = infektionsagens ej påvisad

Kräftpest påvisades i ett flodkräftbestånd i Ljungans avrinningsområde (**Bild SK1**). Övriga tre fall var lokaliserade i södra Sverige (**Bild SK2**). Två fall påvisades i Öresjö, som varit den största sjön med ett bevarat flodkräftbestånd i södra Sverige. Det första fyndet av döda kräftor gjordes i Sågån, nedströms Öresjö den 19 augusti. Både kräftpest och porslinssjuka påvisades. Kräftpest bedömdes som dödsorsak då förekomsten av *A. contejeani* var låggradig. Den 8 september hittades döda kräftor vid Brevik, längre upp i vattensystemet. Fallen analyserades och rapporterades separat. Det fjärde fallet av kräftpest påträffades i Bjärsjön i Falköpings kommun.

I fyra fall påvisades inte kräftpest. Två fall kom från Älgsjön och dess avrinningsområde (**Bild SK2**). Älgsjön drabbades av kräftpest 2017. Efter några år återinplanterades flodkräftor och dessa har etablerat sig väl. Sjön verkar inte åter ha drabbats av kräftpest men orsaken till dödligheten har inte kunnat fastställas. Det tredje fallet kom från Billan, Värmland nära norska gränsen (**Bild SK2**). Billan har tidigare varit drabbat av kräftpest och länsstyrelsen hade sumpat flodkräftor för att undersöka området. En sumpad kräfta dog, och därmed behövde det utredas om det berodde på kräftpest. Kräftpest kunde inte påvisas. Kräftan var dock höggradigt positiv för *A. contejeani* varför denna infektion sannolikt orsakat kräftans död. Ett fall med döda signalkräftar skickades in för analys av kräftpest, då signalkräftbeståndet minskat kraftigt i sjön Saljen, Vetlanda kommun (**Bild SK3**). Kräftpest kunde inte påvisas.



Bild SK1. Geografisk lokalisering av fyndplats för döda flodkräftor med konstaterad kräftpest i Ljungans vattensystem, Ånge kommun, Västernorrlands län. Kartunderlag <https://rl.se/rt90>

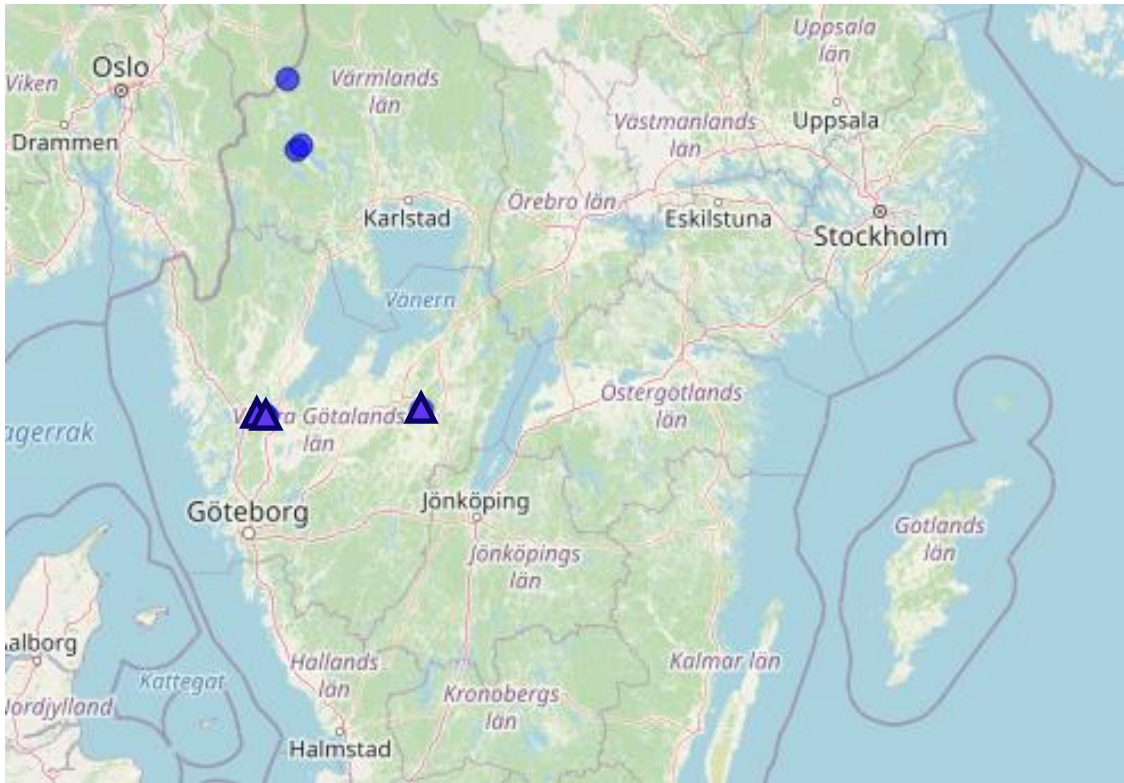


Bild SK2. Geografisk lokalisation, fyndplatser för inskickade döda flodkräftor i södra Sverige under 2021. Fynden utanför Skara och i Öresjö (trianglar) var positiva för kräftpest. Kartunderlag <https://rl.se/rt90>

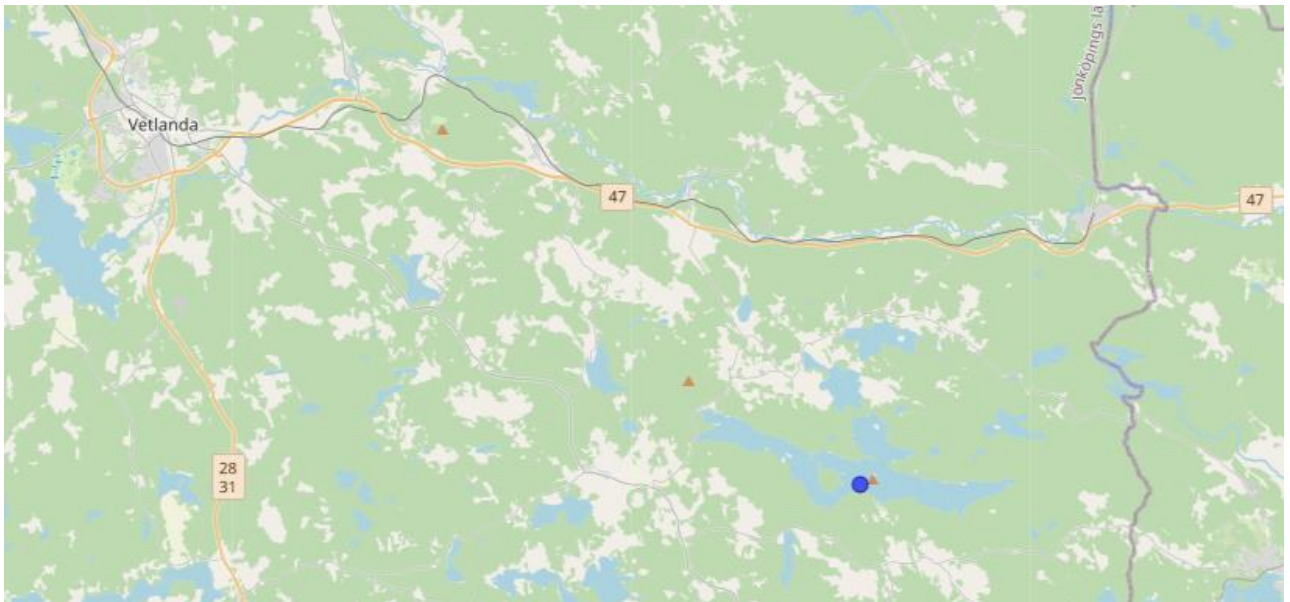


Bild SK3. Geografisk lokalisation, fyndplats för inskickade döda signalkräftor, sjön Saljen, Vetlanda kommun, 2021. Kartunderlag <https://rl.se/rt90>

eDNA, provinsamling och analyser

Specialfiltren från Smith-Root höll inte måttet, då de läckte vid användning. Efter flera kontakter med företaget visade det sig att tillverkningen hade utförts av en ny underleverantör som mätt fel på filterhållarens storlek, och hela batchen av filter fick kasseras. SLU Aqua och länsstyrelsen i Dalarna använde därför de vanliga filtren och återanvändbara filterhållare, medan länsstyrelsen i Gävleborg med hjälp av klämmor lyckades filtrera tämligen mycket vatten genom Smith-Root filtren.

DNA extraherades och mättes i proverna, och för de vanliga filtren som använts av länsstyrelsen i Dalarna erhöles i snitt 6 ng DNA/ μl , och medelvärdet för filtrerad vattenvolym var fyra liter. Specialfiltren från Smith-Root gav i genomsnitt 1 ng DNA/ μl , med ett medelvärde om två liter per prov för proverna från Gävleborg. SLU Aqua som är mer vana vid metodiken filtrerade i snitt fem liter vatten per prov, och från dessa prover erhöles i snitt 10 ng DNA/ μl .

I proverna från länsstyrelsen i Dalarna och Gävleborg erhöles inga positiva resultat vare sig för kräftpest, flodkräfta eller signalkräfta. Detta trots att provtagningspunkterna var valda utifrån den kunskap man har om var flodkräftbestånd finns i de olika vattensystemen.

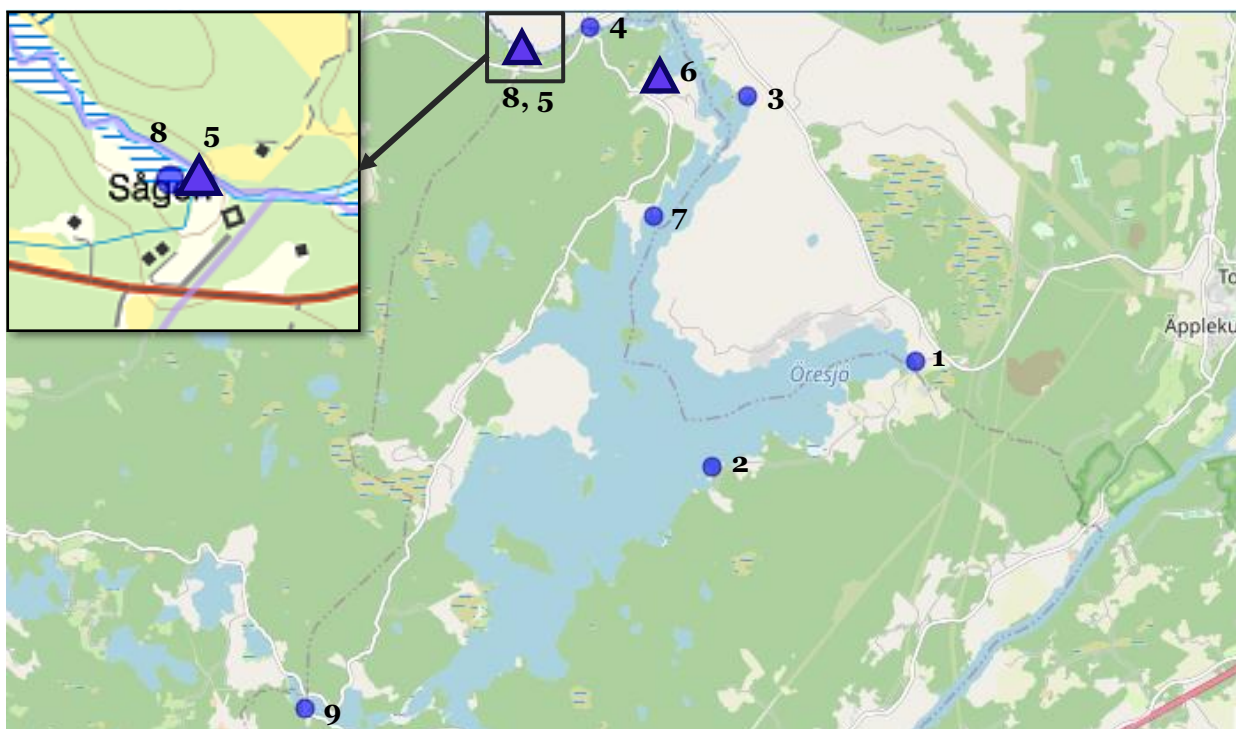


Bild SK4. Provtagningspunkter för eDNA vid Öresjö. De punkter som var positiva för kräftpest (5, 6) vid eDNA-analys är markerade med trianglar. Siffrorna vid provtagningspunkterna motsvarar provnumren i **Tabell SK2**.

Proverna från Öresjö har analyserats på två olika sätt, där vi i den första omgången tillsatte 2 μl DNA extraherat från filtren till en total volym av PCR-reagens om 15 μl , vilket är standard vid SVA:s PCR-diagnostiska laboratorium. Vi har jämfört detta med att i stället använda 5 μl DNA till en totalvolym om 25 μl PCR reagens, vilket ökar mängden tillsatt DNA med 2.5 gånger. Kräftpest påvisades i två provtagningspunkter (**Bild SK4**). DNA från flodkräfta påvisades i tre provtagningspunkter och övriga sex provtagningspunkter var misstänkt positiva för flodkräfta. Specifika resultat framgår av **Tabell SK2**. Den inhibitionskontroll som genomfördes visade att det inte förekom inhibering i något av eDNA-proverna.

Tabell SK2. Resultat avseende kräftpest och flodkräfta i eDNA-prover från Öresjö.

Prov ID		2 µl prov till 13 µl mastermix (Analys 1)				5 µl prov till 20 µl mastermix (Analys 2)		
		Kräftpest	Flodkräfta					
delprov	replik	Ct	Ct	Medelvärde prov ¹	Bedömning	Ct	Medelvärde prov ¹	Bedömning
1A	1	negativ	40.6	39.9	påvisad	37.2	37.2	påvisad
	2		40.5			36.7		
	3		38.9			37.5		
1B	1	negativ	40.4	39.9	påvisad	36.4	37.2	påvisad
	2		38.4			36.9		
	3		40.7			38.4		
2A	1	negativ	39.2	39.1	påvisad	-	38.3	påvisad
	2		39.6			39.9		
	3		-			-		
2B	1	negativ	40.0	39.1	påvisad	36.3	38.3	påvisad
	2		39.1			36.2		
	3		37.6			37.7		
3A	1	negativ	-	(40.1)	misstänkt	-	-	negativ
	2		-			-		
	3		-			-		
3B	1	negativ	40.1	(40.1)	misstänkt	-	-	negativ
	2		-			-		
	3		-			-		
4A	1	negativ	-	(41)	misstänkt	42.6	41.0	misstänkt
	2		-			40.4		
	3		-			-		
4B	1	negativ	-	(41)	misstänkt	40.2	41.0	misstänkt
	2		-			-		
	3		41.0			40.8		
5A	1	37	40.2	(40.2)	misstänkt	38.1	(39.6)	misstänkt
	2		35.4			-		
	3		-			41.1		
5B	1	-	-	(40.2)	misstänkt	-	(39.6)	misstänkt
	2		37.6			-		
	3		-			-		
6A	1	32.5	37.4	38.7	påvisad	36.8	36.6	påvisad
	2		31.1			36.9		
	3		31.1			36.0		
6B	1	28.9	39.5	38.7	påvisad	36.1	36.6	påvisad
	2		29.9			37.3		
	3		28.7			36.3		
7A	1	negativ	-	40.2	misstänkt	40.4	40.0	misstänkt
	2		40.1			-		
	3		-			39.5		
7B	1	negativ	-	40.2	misstänkt	41.4	40.0	misstänkt
	2		40.6			38.7		
	3		39.8			39.9		
8A	1	negativ	40.4	(39.2)	misstänkt	38.6	(38.9)	misstänkt
	2		39.4			40.0		
	3		37.8			38.0		
8B	1	negativ	-	(39.2)	misstänkt	-	(38.9)	misstänkt
	2		-			-		
	3		-			-		
9A	1	negativ	-	(42)	misstänkt	-	(40.1)	misstänkt
	2		-			39.7		
	3		-			40.4		
9B	1	negativ	-	(42)	misstänkt	-	(40.1)	misstänkt
	2		42.0			-		
	3		-			-		

¹ Ct-värden inom parentes innebär att ett av delproven (A eller B) varit negativt

DISKUSSION

Kräftpesten fortsätter att sprida sig i Sverige. Fyndet i Ljungans avrinningsområde visar dels att pesten sprider sig i vattensystemet, dels tänjer det på kräftpestens nordliga utbredningsgräns. Därmed finns risk för fortsatt spridning av kräftpest norrut i regionen. Redan 2017 drabbades Ljungan av kräftpest, och flera fynd av döda flodkräftor gjordes i vattnen kring Ånge. Uppföljning i mindre vattendrag som mynnar i Ljungan 2018 innebar ytterligare fynd av kräftpest. Lokalen som drabbades 2021 ligger uppströms de lokaler där kräftpest påvisades 2017 och 2018.

Öresjö är en av de sista sjöarna i södra Sverige som haft ett stort och livskraftigt bestånd av flodkräfta. Sjöns utlopp är nu drabbat av kräftpest, vilket visats genom analys av både kräftor och vattenprover. Länsstyrelsen i Västra Götaland har arbetat hårt för att bevara flodkräftan och Öresjö FVOF har bildat ett kräftskötselområde med en förvaltningsplan. Det var därför intressant att försöka övervaka området med hjälp av eDNA-teknik. eDNA provtogs vid två tillfällen i olika punkter runt sjön. Den 27 augusti användes Smith-Roots specialfilter, och väldigt lite vatten kunde filtreras genom dessa filter. De proverna har inte analyserats då det inte bedöms relevant. Den 8 september provtogs åter flera punkter runt sjön. I två av nio punkter kunde kräftpest-DNA påvisas, väl överensstämmande med de platser (Sågbron och Bredvik) där döda flodkräftor drabbades av kräftpest påträffats. Vi påvisade även flodkräft-DNA men inte signalkräft-DNA i vattenprover från sjön. Då vi haft svårt att påvisa DNA från friska kräftbestånd, misstänker vi att det flodkräft-DNA som detekterats i Öresjö-proverna avgetts från flodkräftor som dött på grund av kräftpest. Utbrottet sammanföll med SLU Aquas planerade provtagning i Öresjön, vilket givit resultat som kunnat användas både av SVA för metodutvärdering och av SLU Aqua för rådgivning. Hur kräftpestsituationen kommer att utvecklas är osäkert och fortsatta provtagningar i samverkan mellan SVA & SLU planeras under 2022.

Det fjärde fallet av kräftpest kom från Bjärsjön i Falköpings kommun. Sjön ligger i signalkräftans utbredningsområde, mitt mellan Vänern och Vättern, där signalkräftan är väletablerad.

I fyra fall av kräftdöd kunde kräftpest inte påvisas. I ett fall visade analysen att porrsinssjuka kan ha orsakat kräftans död. I tre fall har dödsorsaken inte kunnat fastställas. I sjön Saljen, varifrån signalkräfter skickades in på grund av kraftig minskning i beståndet hade gös planerats in i sjön innan kräftbeståndet började minska. Det är möjligt att detta har påverkat signalkräftorna negativt. Signalkräfter är generellt motståndskraftiga mot kräftpest, men om de blir nedsatta kan de bli sjuka och dö av infektionen. Därmed är det befogat att undersöka för kräftpest då populationer av signalkräfter är starkt negativt påverkade. I och med att qPCR inte bara visar om ett smittämne förekommer eller inte utan även hur mycket av smittämnet som finns i djuret så kan man utifrån det bedöma om det rör sig om en subklinisk infektion eller en sannolik dödsorsak.

De eDNA-prover som länsstyrelserna i Dalarna och Gävleborg samlat in var negativa avseende både kräftpest, flod- och signalkräfta.

Länsstyrelsen i Värmland har under året fortsatt att följa utvecklingen av förekomsten av kräftpest, flod- och signalkräfta inom Billälvens vattensystem. Detta arbete ingår i Interreg-projektet SNEIF (Svensk-norsk innsats för edelkreps/flodkräftor) och kommer att redovisas inom projektets ramar. Sammanfattningsvis har vi hittills inom projektet funnit att man genom vattenfiltrering för eDNA-provtagning, där man genom samtidigt provfiske visat att flodkräftor finns i provtagningspunkten ändå inte kunnat påvisa DNA från kräftorna. Vi har därför fortsatt att undersöka alternativa sätt att samla in eDNA för att kunna påvisa kräftarts-DNA. Tarminnehåll från gädda och lake har inte givit positivt utslag. Detta kan bero på att kräftor inte ingår i kosten hos de undersökta fiskarna eller att de inte ätit kräftor på länge. Insamlat minkbajs har testat positivt för flodkräfta. Vid ett par

tillfällen har nät från nattsländelarver samlats in och testat positiv för kräftarter. Sådana nät finns dock bara i strömmande vatten, så de går inte att använda för att hitta kräft-DNA i alla typer av vattendrag.

WSSv har inte påvisats i något av de prover som analyserats. Antalet prover är litet, varför detta inte kan tas som en garanti för att viruset inte finns i svenska vatten. Fortsatt övervakning är viktig, då WSSv inte är värdspecifikt utan kan drabba ett brett spektrum av kräftdjursarter, och konsekvenserna om viruset börjar sprida sig i Europa kan bli omfattande. Av den anledningen uppmanar EU:s referenslaboratorium för kräftdjur alla nationella referenslaboratorier att övervaka sjukdomen. För ytterligare information om WSSv, se CABI Invasive Species Compendium (<https://www.cabi.org/isc/datasheet/59574#E543B2D6-B463-40A4-9BEA-1368FC394226>).

Den diagnostik avseende *Astahelohania* spp. som tidigare använts (histologi) har låg känslighet, varför det är stor risk att man förbiser fall av låggradig infektion. En nyutvecklad qPCR införlivades i diagnostiken 2021, och vi har i två fall kunnat påvisa parasiten hos döda flodkräftor, ett i samband med kräftpest, och ett där kräftor dött utan att kräftpest påvisades. I det fall där kräftpest inte påvisades var mängden *A. contejeani* i provet hög och den troliga orsaken till kräftornas död. Metodiken är validerad och har hög känslighet, varför vi bedömer att vi inom några år kommer att ha ett bättre kunskapsläge avseende parasitens förekomst i svenska kräftpopulationer. Ett problem är dock att parasiten paralyserar kräftan, vilket innebär att infekterade djur blir svåra att fånga då de inte går att locka med betning av kräftburar. Detta kan medföra att infektionen kommer att förbli underdiagnostiserad trots bra analysmetodik.

qPCR ger en fluorescenssignal från den prob som används för detektion av målsekvensen av DNA. Signalen detekteras över ett visst tröskelvärde, motsvarande hur många cykler PCR-reaktionen har tagit på sig innan signalen kan ses (cycle threshold eller Ct-värde). Teoretiskt motsvarar Ct 40 att det finns en kopia av målsekvensen i det DNA som analyseras, Ct 30 att det finns 1 000 kopior och så vidare. Ct-värden kring 40 eller högre bedöms som tveksamma, och ofta rekommenderar man ny provtagning och analys. Det är vanligt att man vid eDNA-analyser erhåller höga Ct-värden. Resultaten blir då svårbedömda, särskilt då det inte går att konfirmera ett positivt prov med annan metodik eftersom få metoder har den känslighet som qPCR uppvisar. Diskussioner om var man ska lägga den övre gränsen för att bedöma ett prov som positivt visar att olika laboratorier sätter olika gränser. Irlands referenslaboratorium har gränserna Ct 39.3 för kräftpest, Ct 39.4 för sin inhemska sötvattenskräfta och Ct 37 för invasiva sötvattenskräftor. Var gränsen för positiv/ negativ bör läggas är alltså inte självklart. Vi har använt materialet insamlat under 2021 för att försöka göra en samlad bedömning. Detta gjordes genom den jämförelse av standard-provmängd respektive ökad provmängd som testades för Öresjö-proverna. En ökning av mängden tillsatt DNA med 2,5 gånger borde, om den erhållna positiva signalen är sann, sänka Ct-värdet med ca 2.5. Av **Tabell SK2** framgår att detta är sant för de tre provtagningspunkter som haft de lägre Ct-värdena i ”Analys 1” (flodkräft-DNA, prov 1, 2 och 6), medan de övriga punkterna inte får ett samlat lägre Ct-värde i ”Analys 2”. I nuläget bedömer vi att det är rimligt att svara ut prover med Ct<40 som positiva, och prover med Ct>40 som misstänkt positiva för målorganismen.

SLUTSATS

Kräftpesten fortsätter att sprida sig i Sverige och fortsatt passiv och aktiv övervakning för att följa utvecklingen är viktig. Ännu finns inga tecken på introduktion av WSSv i populationerna av sötvattenskräftor. Med den nyintroducerade qPCR:en för *A. contejeani* kommer vi att få en bättre överblick över förekomsten av denna parasit hos svenska sötvattenskräftor, och en bättre förståelse för hur den påverkar hälsan hos inhemska flodkräftor.

REFERENSER

Agersnap, S., Larsen, W.B., Knudsen, S.W., Strand, D., Thomsen, P.F., Hesselsøe, M., Mortensen, P.B., Vrålstad, T., Møller, P.R. (2017). Monitoring of noble, signal and narrow-clawed crayfish using environmental DNA from freshwater samples. *PLoS One* 12(6): e0179261. doi: 10.1371/journal.pone.0179261

Sritunyalucksana, K., Srisala, J., McColl, K., Nielsen, L., Flegel, T. W. (2006). Comparison of PCR testing methods for white spot syndrome virus (WSSV) infections in penaeid shrimp. *Aquaculture* 255: 96-104

Strand, D.A., Johnsen, S.I., Rusch, J.C., Agersnap, S., Larsen, W.B., Knudsen, S.W., Møller, P.R., Vrålstad, T. (2019). Monitoring a Norwegian freshwater crayfish tragedy: eDNA snapshots of invasion, infection and extinction. *J Appl Ecol* 56: 1661-1673. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13404>

Rapportportalen

Två rapporter kom in i början av juli, från samma rapportör. En död signalkräfta, ca 7 – 8 cm lång, hade hittats i Viskan nedströms Öna bro den 25/6. Kräftan var kraftigt förruttnad. Ytterligare en död signalkräfta hittades på samma plats den 4/7. Den var mindre (max 2 g enligt digital hushållsvåg och i bättre skick). Denna kräfta (**Bild SK5A**) rapporterades till SVA. Den 8/7 hittades ytterligare en död signalkräfta som var i sämre skick än den andra (**Bild SK5B**) och som också rapporterades till SVA. Upphittaren visste inte att SVA har medel för att undersöka döda kräftor och att Länsstyrelsen ska kontaktas vid fynd, utan hade varit i kontakt med kommunen.

Enligt rapportören har signalkräftor planterats ut i Viskan sedan 1990-talet, efter att kräftpesten tagit det naturliga beståndet av flodkräftor. Bra fångst av signalkräftor har dock bara förekommit under ett enda år därefter, i slutet av 2010-talet.

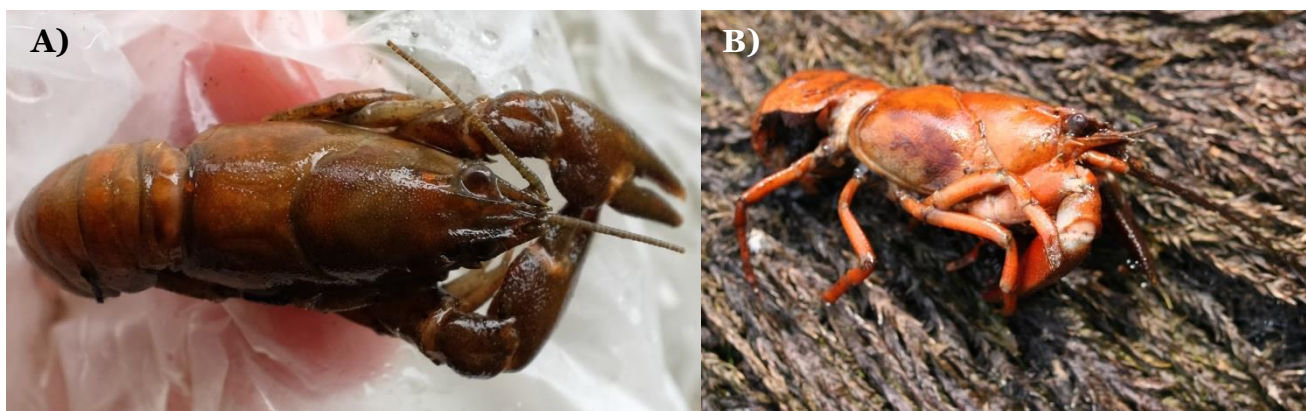


Bild SK5. A) signalkräfta rapporterad till SVA den 5/7 och **B)** signalkräfta rapporterad till SVA den 8/7, upphittade nedströms Öna bro, Viskan. Foto: Andreas Jansson

Del 6.

Blötdjur

HAVSLEVANDE BLÖTDJUR

Övervakning av havslevande blötdjur inkluderades 2021 i uppdraget från HaV. Innan dess (2009-2020) gjordes provtagning och analys på uppdrag av Jordbruksverket eller genom projekt med medel från Europeiska havs- och fiskerifonden. Dessutom utnyttjas materialet för ett gemensamt forskningsprojekt mellan SVA och Uppsala universitet.

SAMMANFATTNING

Övervakning av hälsoläget hos platta ostron (*Ostrea edulis*) och blåmusslor (*Mytilus edulis*) sker på västkusten. Under året provtogs 150 platta ostron samt 150 blåmusslor. Varje individ obducerades, vägdes, mättes och hullbedömdes. Från varje individ togs prover för histopatologisk undersökning samt för PCR. Undersökningarna är inriktade på att detektera de av EU listade infektionerna bonamios, marteilios, perkinsos och mikrocytos, men även andra patogener och skador på organ kan detekteras. Ingen av de EU-listade parasiterna påvisades. Efter att havsborstmasken *Polydora websteri* påvisats i japanska jätteostron (*Magallana gigas*) på västkusten 2020 genomförde SVA undersökningar av platta ostron för att kontrollera eventuell spridning av parasiten till våra inhemska ostronpopulationer. Inga tecken på spridning kunde ses (SVA, 2021), men undersökning avseende havsborstmaskar har inkluderats i övervakningsprogrammet. Inga borstmaskar har påvisats i skal från blåmusslor. Ett fåtal borstmaskar har påvisats i enstaka ostronskal (*O. edulis*) på utsidan eller i mantelhålan. Ingen av dessa uppvisas dock morfologiska likheter med den invasiva borsmaskarten *Polydora websteri*. Därmed ser vi fortsatt ingen indikation på spridning till det platta ostronet eller blåmusslor.

INTRODUKTION

Blåmusslor och platta ostron utgör några av de nyckelarter som bildar ryggraden i vårt unika marina ekosystem längs den svenska västkusten. Ur ett internationellt perspektiv har också de skandinaviska ostronpopulationerna ett stort bevarandevärde eftersom denna art decimerats kraftigt i andra europeiska kustområden till följd av bland annat omfattande sjukdomsspridning. I kustområden där de platta ostronen helt försvunnit är de föremål för försök med återintroduktion. De encelliga parasiterna *Mikrocytos mackini* (orsakar mikrocytos) samt *Perkinsus marinus* och *P. olseni* (orsakar perkinsos) är A-listade av EU. A-listning innebär att det inte finns någon känd förekomst av patogenen inom unionen och övervakning bör genomföras för att snabbt upptäcka introduktion. Vid fynd ska patogenen om möjligt utrotas. De encelliga parasiterna *Bonamia ostreae* och *B. exitiosa* (orsakar bonamios) samt *Marteilia refringens* (orsakar marteilios hos ostron) är C-listade av EU. Det innebär att infektionerna utgör ett problem inom vissa delar av unionen medan andra delar av unionen anses fria. Därför ska åtgärder vidtas för att undvika spridning till de fria områdena. Artnamnet *Marteilia pararefringens* (orsakar marteilios hos blåmusslor) är inte listat, beroende på att OIE fortfarande räknar de två arterna som en (*M. refringens* typ O (oyster) och typ M (mussel)). Det innebär att *M. pararefringens* ingår i listningen för *M. refringens*.

Den sjukdom som främst hotar våra marina bestånd och då framför allt det platta ostronet är bonamios. Sjukdomen är vanligt förekommande i Europa, med bland annat fortsatt spridning till nya områden i Skottland. Bonamios förekommer närmast i vårt grannland Danmark, där den har spridits till hela Limfjorden. Sverige och Norge har i dagsläget unik sjukdomsfrihet från bonamios. Därmed finns det stor anledning att skydda våra inhemska platta ostron.

Undersökningar 2017 - 2020 visade att Sverige är fritt från den anmälningspliktiga sjukdomarna bonamios och marteilios hos platta ostron. Marteilios hos blåmusslor, som påvisats i svenska vatten senast 2015, påvisades inte heller under tidsperioden. Undersökningarna syftar till att följa upp det goda hälsoläget längs den svenska västkusten genom fortsatt kontroll och bevakning av våra havslevande blötdjurspopulationer men också till att ge faktastöd för att förhindra import från redan smittade kustområden i andra delar av Europa. Området som övervakas är den svenska västkusten, där skörd av både vilda och odlade musslor sker kontinuerligt under året. Ett viktigt framtida fokus och inriktningen för dessa undersökningar är de vilda blötdjurspopulationernas hälsostatus. Hittills är det enbart *M. pararefringens* av ovanstående patogener som påvisats i svenska vatten. Sverige skulle utifrån detta ha möjlighet att skapa ett övervakningsprogram med potential att ge landet frihetsstatus avseende bonamios. Då OIE i dagsläget ej accepterar *Marteilia pararefringens* som en egen art är möjligheten att få fristatus för marteilios sämre och detta skulle kräva en längre period av provtagning utan positiva resultat.

Syfte

Övervakningen av havslevande blötdjur inriktar sig främst på hälsostatusen hos blåmusslor och ostron. De sjukdomar som primärt undersöks är bonamios, marteilios, perkinsos och mikrocytos. Samtliga dessa infektioner listas av EU. I övrigt möjliggör provtagningen övervakning av andra, makroskopiskt eller mikroskopiskt synliga, sjukliga förändringar hos musslor och ostron.

MATERIAL OCH METODER

Provinsamling

Vilda populationer av blåmusslor och platta ostron inkluderades. Insamling skedde i produktionsområden belägna på västkusten, från norr om Göteborg till gränsen mot Norge och fördelat på 5 olika lokaler för blåmussla och 5 lokaler för ostron (**Bild HB1**). Från varje lokal samlades 30 individer in, vilket genererade 150 individer av respektive blåmusslor och ostron. Djuren skickades levande till SVA.

Provuttag

Både musslor och ostron vägdes, mättes och skalens utsida inspekterades okulärt innan djuren öppnades. Efter öppning inspekterades insida av skal samt djurkroppen. Eventuella skalskador undersöktes specifikt för borstmaskar under lupp. Påvisade borstmaskar fripreparerades och inspekterades morfologiskt. Vävnad (snitt med mage, digestionskörtel, gälar, bindväv, mantel och gonader) togs ut och fixerades i Davidson's marine fixative för histopatologisk undersökning och gäle togs ut för qPCR. Proverna tas ut och fixeras enligt metodbeskrivning från EU:s referenslaboratorium för blötdjursjukdomar/IFREMER ([Diagnostic manual - EURL for Molluscs Diseases \(eurl-mollusc.eu\)](http://Diagnostic%20manual%20-%20EURL%20for%20Molluscs%20Diseases%20(eurl-mollusc.eu))). Kompletterande prover togs ut parallellt och sparas för eventuell verifierande diagnostik om specifika tecken på anmälningspliktig sjukdom identifieras vid qPCR eller histopatologisk undersökning. Dessutom togs ett antal prover ut i forsknings syfte inom ramen för ett doktorandprojekt. Dessa prover rapporteras inte vidare här.

Laboratorieanalyser

För histopatologisk undersökning gjordes rutinmässig preparering med inbäddning i paraffin, snittning och färgning med Hematoxylin & Eosin (HE).

Bonamios hos ostron analyseras primärt med en qPCR ([EURL Bonamia SOP, opublicerad](#)). Konfirmering av diagnosen görs med histopatologisk undersökning. Övriga infektioner (marteilios, perkinsos och mikrocytos) diagnosticeras primärt genom histopatologisk undersökning och

konfirmeras med qPCR enligt följande: *marteilios* (EURL *Marteilia* SOP, opublicerad), *perkinsos* (OIE Aquatic Manual 2021, Gauthier et al., 2006) och *mikrocytos* (EURL *Mikrocytos* SOP, Polinsky et al., 2015).

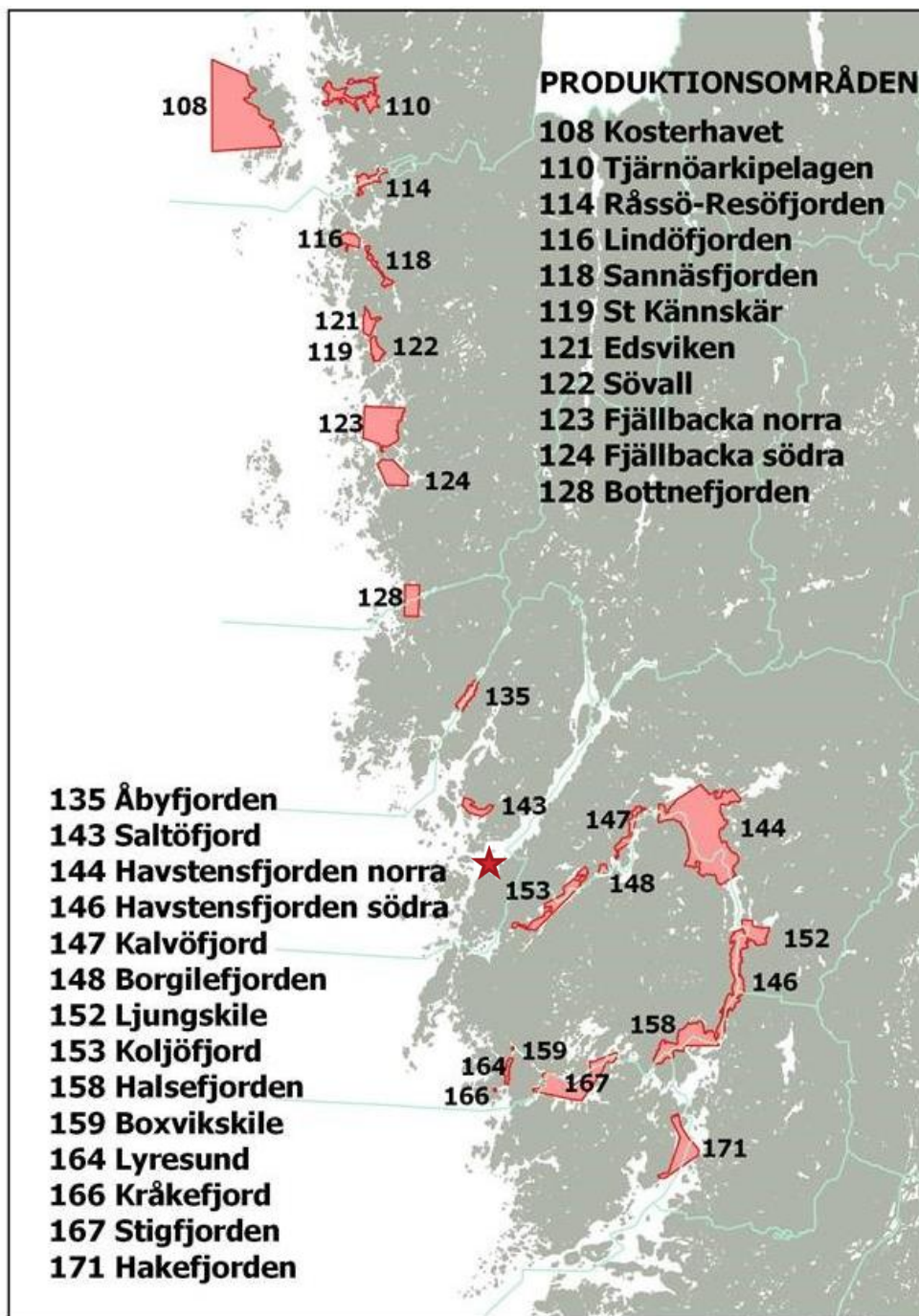


Bild HB1. Produktionsområden för blötdjur i Sverige, karta från Livsmedelsverket. Platta ostron och blåmusslor från produktionsområde 108, 118, 121 och 143 har undersökts. Platta ostron från Fiskebäckskil (röd stjärna) har undersökts och blåmusslor från produktionsområde 158 har undersökts.

RESULTAT

Etthundrafemtio blåmusslor och 120 ostron skickades till SVA under september till december. Ett produktionsområde för ostron kunde inte fiskas förrän i januari 2022, varför 30 individer skickades in efter årsskiftet.

Samtliga 150 ostron var negativa avseende bonamios både på qPCR och vid histopatologisk undersökning. Den histopatologiska undersökningen var också negativ för marteilios, perkinsos och mikrocytos. Samtliga 150 blåmusslor var negativa avseende marteilios vid histopatologisk undersökning (**Tabell HB1**). Resultaten rapporterades vid EU:s årliga referenslaboratoriemöte, arrangerat av EURL för mollusksjukdomar/IFREMER i mars 2022.

Tabell HB1. Hälsokontroll av anmälningspliktiga sjukdomar hos havslevande blötdjur 2021.

Art	Produktions- område	Antal djur	Analys			
			<i>Bonamia</i> sp. qPCR	<i>Marteilia</i> sp. histologi	<i>Perkinsus</i> sp. histologi	<i>Mikrocytos mackini</i> histologi
Platta ostron	Sydoster / 108	30	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Platta ostron	Havsstensund / 118	30	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Platta ostron	Edsviken / 121	30	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Platta ostron	Saltfjord / 143	30	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Platta ostron	Halsefjorden / 158	30	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Blåmussla	Sydoster/ 108	30	-	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Blåmussla	Havsstensund / 118	30	-	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Blåmussla	Edsviken / 121	30	-	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Blåmussla	Fiskebäckskil / -	30	-	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad
Blåmussla	Saltfjord / 143	30	-	Ej påvisad	Ej påvisad	Ej påvisad

Förändringar som noterades vid besiktning och histologisk undersökning var minskad näringsinlagring i manteln, förändringar av gonadfolliklar eller minskning/avsaknad av gonader samt avvikande pigmentering av foten hos blåmusslor. Därutöver har också skaldeformationer och missfärgningar av pärlemor noterats i flera av de undersökta områdena. Könsfördelningen varierade mellan provtagningslokalerna. Fynd som påvisades vid makroskopisk och histopatologisk undersökning och redovisas i **Tabell HB2**. Till exempel noterades hög prevalens av parasiter (digena trematoder, 18 individer (60%) och copepoden *Mytilicola* sp., 21 individer (70%)) hos blåmusslor i Saltfjord. Även hos blåmusslor i Havsstensund var förekomsten av digena trematoder relativt hög (13 individer (43%)). En blåmussla från Sydoster hade haemocytisk neoplasi.

Inga borstmaskar påvisades i skal från blåmusslor. Ett fåtal borstmaskar isolerades från enstaka ostronskal (*Ostrea edulis*) på utsidan eller i mantelhålan. Två isolat av borstmaskar påvisades i skalkanten av två olika ostron med tecken på ansamling av fekalier och möjliga skalskador i ytterkanten av mantelhålan. Dessa ostron insamlades från samma lokal (Saltfjord, norr om Lysekil). Ingen av de undersökta borstmaskarna har uppvisade morfologiska karaktärer som indikerade förekomst av *P. websteri*. Isolerade borstmaskar finns sparade fixerade/fryst och avses även kontrolleras genom PCR för fylogenetisk kontroll och för att konfirmera dessa resultat.

Tabell HB2. Fynd av icke anmälningspliktiga sjukdomar vid hälsokontroll av blåmusslor och platta ostron 2021.

Månad	Produktions- område	Art	Antal djur	Könsfördelning ¹				Fynd i inre organ (antal individer)						
								Digestionskörtel		Digestionskörtel/ Stödjevävnad		Stödjevävnad		Tarm
				Ciliat	Epiteliocystis	Haemocytisk neoplasi	Digen trematod, Metacerkarie	Digen trematod <i>Bucephalus</i> sp.	Virvelmask (Turbellaria)	Copepod (<i>Mytilicola</i> spp.)				
Sep	Sydoster / 108	Platta ostron	30	9	6	3	12	0	0	0	0	0	1	0
Okt	Havststensund / 118	Platta ostron	30	4	15	2	9	0	0	0	0	0	0	0
Nov	Edsviken / 121	Platta ostron	30	4	9	11	4	1	6	0	1	0	2	0
Dec	Saltfjord / 143	Platta ostron	30	2	12	14	2	2	4	0	0	0	3	2
Jan (-22)	Halsefjorden / 158	Platta ostron	30	4	15	9	1	0	1	0	0	0	0	3
Sep	Sydoster/ 108	Blåmussla	30	7	5	0	18	0	0	1	1	0	0	0
Okt	Havststensund / 118	Blåmussla	30	2	5	0	23	0	0	0	13	0	0	3
Nov	Edsviken / 121	Blåmussla	30	12	17	0	1	0	-	-	2	0	-	-
Nov	Fiskebäckskil / -	Blåmussla	30	24	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dec	Saltfjord / 143	Blåmussla	30	15	15	0	0	0	0	0	18	0	0	21

¹ 1: hane, 2: hona, 3: hermafrodit, 4: odifferentierad gonad

DISKUSSION

Ingen av de anmälningsspliktiga infektioner som undersöks inom övervakningen påvisades, vilket tyder på fortsatt frihet från samtliga dessa infektioner utom marteilios orsakad av *M. pararefringens*. Denna parasit påvisades senast 2015, trots upprepade undersökningar av musslor från de områden som bedömts som infekterade. Detta indikerar ingen/en mycket låg förekomst av infektionen samt att den inte spridits till nya populationer.

I likhet med undersökningarna 2020 sågs ingen indikation på förekomst av den invasiva borstmaskarten *Polydora websteri* i platta ostron. Detta tyder på att spridning från japanska jätteostron till inhemska platta ostron inte skett. När det gäller blåmusslor sågs sporadisk förekomst av olika skalförändringar i pärlemorskiktet, men ingen av dessa förändringar har kunnat kopplas till borstmaskförekomst.

Mytilicola är ett släkte av parasitiska copepoder. De lever i värdjurets tarmar där de kan skada tarmepitelet och därmed försämra djurets näringsupptag och kondition.

Haemocytiska neoplasier försvagar musslorna och ger påverkan liknande leukemi hos däggdjur. Orsaken är okänd men då vi endast hittat en sjuk individ så är det troligtvis inte ett utbrett problem i de svenska bestånden. Vidare undersökningar är dock viktiga för att säkerställa att problemen ej ökar.

Könsfördelningen varierade mellan provtagningslokalerna men eftersom djuren insamlats vid olika tidpunkter fördelat över tidig höst till vinter kan detta påverka könsfördelningen. Noterbart är dock att utvecklingen av könskaraktärer tycks vara lägre hos vissa bottenlevande musselpopulationer (till exempel Havstensund) jämfört med fritt hängande blåmusselpopulationer (Edsviken/Grebbestad) insamlade från bryggor (**Tabell HB2**). En teori kring detta är att en ännu ej beskriven encellig parasit påverkar gonaderna. När musslorna dör skulle denna parasit i så fall ansamlas i stora mängder vid botten medan de övre vattenlagren skulle vara fria från parasiter/ha lägre parasittäthet. Detta är något som kommer undersökas ytterligare under kommande år.

Bottenlevande blåmusselpopulationer har enligt uppgifter från ostronfiskare (Bröderna Klemming, *pers. kommentar*) saknats i vissa områden under flera år där de historiskt har förekommit. I en artikel från Göteborgs universitet (Baden et al., 2021) förstärks denna bild av att bottenlevande blåmusselpopulationer tycks vara på tillbakagång eller har försvunnit i vissa områden där de tidigare förekommit.

Provtagning avseende sjukdomar hos musslor och ostron har genomförts regelbundet vid SVA sedan 2009. Detta för att kunna upprätthålla smittskyddet och följa eventuella förändringar av hälsoläget. Arbetet har skett årligen med undantag för 2016 och ända fram till 2020 i samverkan med Jordbruksverket. Från 2021 sker istället denna uppföljning utifrån ett ekosystemperspektiv och som en del av hälsoövervakningen av vildlevande akvatiska djur. Möjlighet till tidig sjukdomsupptäckt är viktig som skydd för den vattenbruksnäring som odlar de marina livsmedel vi idag värderar högt. Musslor och ostron är också viktiga ur ett ekosystemperspektiv för upptag och balansering av näringsnivåer i ett hav med hög näringsbelastning. Västkusten utgör en liten del av Sveriges kust, och med sin höga salthalt det enda området med förutsättningar att föda en stor population av musslor och ostron, eftersom havet har en rik och diversifierad primärproduktion. Därmed utgör dessa djur en viktig och långsiktigt hållbar resurs både som livsmedel och som nyckelarter ur ett ekosystemperspektiv. Idag utsätts dock detta ekosystem för omfattande stressfaktorer och klimatförändringar och det finns indikationer på långsiktiga förändringar avseende blåmusselbestånden längs den svenska västkusten där multipla faktorer kan samspela för

att sätta stop för denna arts etablering, spridning och nyrekrytering och säkring av livskraftiga bestånd.

Slutsats

Under 2021 har ingen anmälningspliktig infektion påvisats vid undersökning av platta ostron eller blåmusslor. Icke anmälningspliktiga sjukdomar/förändringar förekom sporadiskt utom på vissa lokaler. Det mest oroande fyndet vid årets provtagning är de förändringar som noterats i gonaderna. Parasitpåverkan kan vara en del i problemet men orsaken måste utredas närmare under kommande år.

REFERENSER

Baden, S., Hernroth, B., Lindahl, O. (2021). Declining populations of *Mytilus* spp. in North Atlantic coastal waters – A Swedish perspective. *J Shellfish Res* 40(2): 269-296. [https://doi: 10.2983/035.040.0207](https://doi.org/10.2983/035.040.0207).

Gauthier, J.D., Miller, C.R., Wilbur, A.E. (2006). TaqMan® MGB real-time PCR approach to quantification of *Perkinsus marinus* and *Perkinsus* spp. in oysters. *J Shellfish Res* 25: 619–624. doi:10.2983/0730-8000(2006)25[619:TMRPAT]2.0.CO;2

Polinski, M., Lowe, G., Meyer, G., Corbeil, S., Colling, A., Caraguel, C., Abbott, C.L. (2015). Molecular detection of *Mikrocytos mackini* in Pacific oysters using quantitative PCR. *Mol Biochem Parasitol* 200: 19–24. doi:10.1016/j.molbiopara.2015.04.004

SVA (2021). Hälsöövervakning av vildlevande fisk, kräftdjur och blötdjur 2020. Årsrapport till Havs- och vattenmyndigheten.

SÖTVATTENSLEVANDE BLÖTDJUR

Flodpärlmusslan är en hotad art och i flera svenska populationer har hög dödlighet noterats de senaste åren. Det är oklart exakt vad som är orsak till dödligheten och därför är det svårt att skapa ett hälsoövervakningsprogram. Under 2021 har Sportfiskarna samlat in 1540 flodpärlmusslor från Stommebäcken och Teåkersälven, som båda mynnar i Teåkerssjön i Västra Götalands län. Bestånden har minskat kraftigt de senaste åren och massdöd har observerats. Fem musslor samlades från Stommebäcken och 10 musslor från Teåkersälven. Undersökningarna bekostas av akutmedel. Musslorna har obducerades och histologiska prover har preparerats.

På initiativ av SVA och med stöd av SMHI har ett myndighetsövergripande nätverk skapats där frågor rörande hälsan hos flodpärlmusslan och hur situationen för arten ska förbättras diskuteras.

Del 7.

Rapportportalen

Rapportportalen har funnits tillgänglig sedan maj 2016 och var från början främst avsedd för rapportering av laxfisk. Förändringar har gjorts årligen för att öka användarvänligheten, men arbete kvarstår och det kommer sannolikt att vara en kontinuerlig process beroende på förändrade behov, framsteg inom IT etc. Under 2021 arbetade SVA:s IT-avdelning med ett nytt utseende på alla SVA:s rapporteringssidor för att strömlinjeforma dem med den web-plattform SVA började använda för övriga sidor 2020. Dessutom genomfördes ett par ytterligare förändringar för att öka användarvänligheten. Utöver en upprätskad layout innebar detta följande förändringar för fisk-rapporteringssidan:

INGÅNGSSIDAN [HTTPS://RAPPORTERAFISK.SVA.SE](https://rapporterafisk.sva.se)

Ett återkommande problem har varit att sälar och tumlare rapporteras som fisk, trots att information med länkar till korrekta rapporteringssidor för sälar och tumlare legat som introduktionstext ovanför rapporteringsformuläret. Informationen har förtydligats, fått större typsnitt och separerats mer från formuläret för att visa att det är något som bör läsas. Till höger om själva rapporterings-formuläret finns nu utrymme för SVA att skriva korta informationstexter om till pågående projekt där vi är extra tacksamma för information och insändning av fisk (insändning sker efter överenskommelse med SVA) (**Bild R1**).

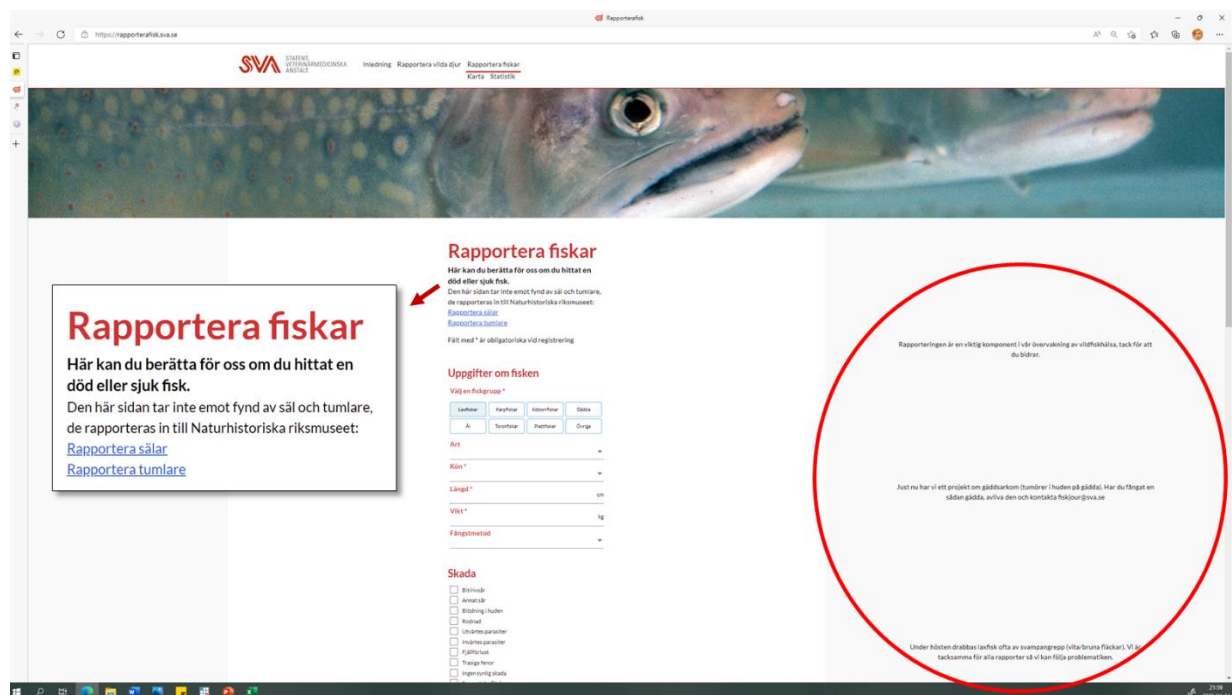
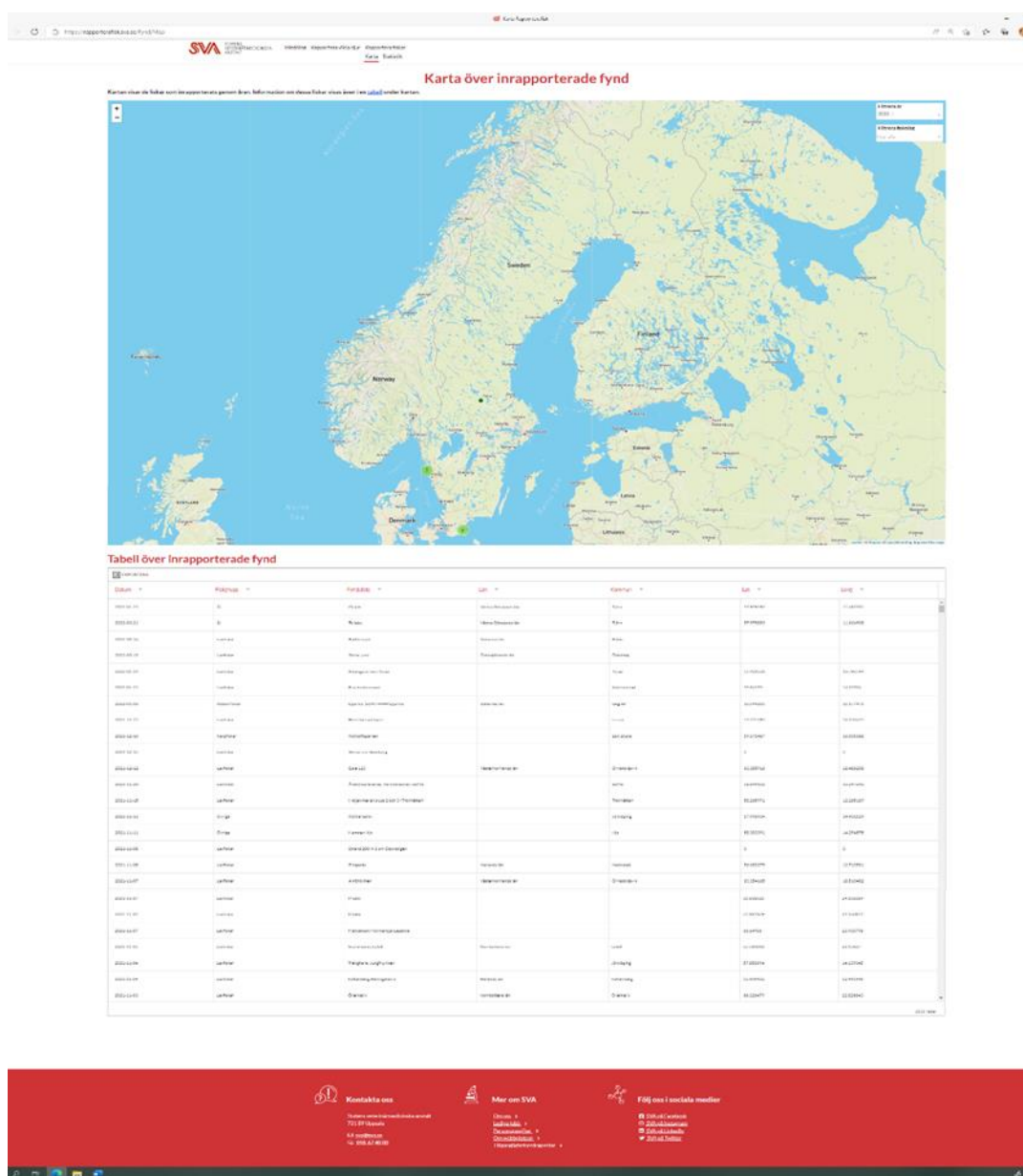


Bild R1. Rapportportalens ingångssida, <https://rapporterafisk.sva.se>. Informationen om rapportering av säl och tumlare har gjorts tydligare (pil + förstoring) och till höger (inringat) finns information om aktuell övervakning

KARTFUNKTION OCH TABELL MED FYND

En kartfunktion (<https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/Map>) har funnits sedan 2017. Där plottas fynden automatiskt utifrån av rapportör eller av SVA angivna koordinater. Kartan är sökbar på år samt fiskgrupp. I slutet av 2020 skapades en förenklad och anonymiserad version av den datatabell SVA jobbar med under <https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/InrapporteradeFynd>. I tabellen syns rapporteringsdatum, fiskgrupp, fyndplats, län, kommun, latitud och longitud, och det går att filtrera data utifrån dessa variabler. Det möjliggör för till exempel länsstyrelser att snabbt kontrollera sin region avseende eventuella fynd. För att optimera tabellfunktionen bör variabeln ”fyndplats” dock bytas mot ”vattensystem” då ”fyndplats” kan representeras av text som ”vid strandkanten” eller ”längs promenaden”. Under 2021 slogs kart- och tabellfunktionerna ihop under <https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/Map>. Numera återfinns kartan överst på sidan och tabellen som visar respektive fynd ligger direkt under kartan (**Bild R2**).



The screenshot displays the SVA website interface. At the top, there is a navigation bar with the SVA logo and menu items like 'Hem', 'Om SVA', 'Arbetsområden', 'Rapporter', 'Kartor', and 'SVA:s arbete'. The main content area is titled 'Karta över inrapporterade fynd' (Map of reported fish finds). Below the map, there is a table titled 'Tabell över inrapporterade fynd' (Table of reported fish finds). The table has columns for 'Datum' (Date), 'Fiskgrupp' (Fish group), 'Fyndplats' (Find location), 'Län' (County), 'Kommun' (Municipality), 'Lat' (Latitude), and 'Long' (Longitude). The table contains 20 rows of data, each representing a reported fish find.

Datum	Fiskgrupp	Fyndplats	Län	Kommun	Lat	Long
2020-01-01	B	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	B	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000
2020-01-01	Carassius	Åre	Åre kommun	Åre	60.20000	14.80000

At the bottom of the page, there is a red footer with contact information and social media links. The footer includes the text 'Kontakta oss', 'Mer om SVA', and 'Följ oss i sociala medier'. It also lists the SVA website, phone number, and email address.

Bild R2. Kartfunktionen och tabellen med fynd ligger nu på samma sida (<https://rapporterafisk.sva.se/Fynd/Map>)

STATISTIK

En sedan tidigare tilltänkt diagramfunktion med automatisk generering av antal fall per månad har sjösatts och återfinns under <https://rapporterarfisk.sva.se/Fynd/Statistik>. Här finns i nuläget två diagram. Dels ett som visar det totala antalet rapporterade fynd per månad under innevarande och föregående år, dels ett som visar antalet inrapporterade laxfiskar per månad under innevarande och föregående år. Om man ställer muspekaren på en stapel visas år, månad och antal rapporter i en informationsruta (**Bild R3**). Utrymme finns för att lägga upp ytterligare diagram för specifika vattendrag som är av särskilt intresse (t ex. Torneälven), eller om någon art utöver laxfiskar blir extra intressant ur allmänhetens synvinkel.

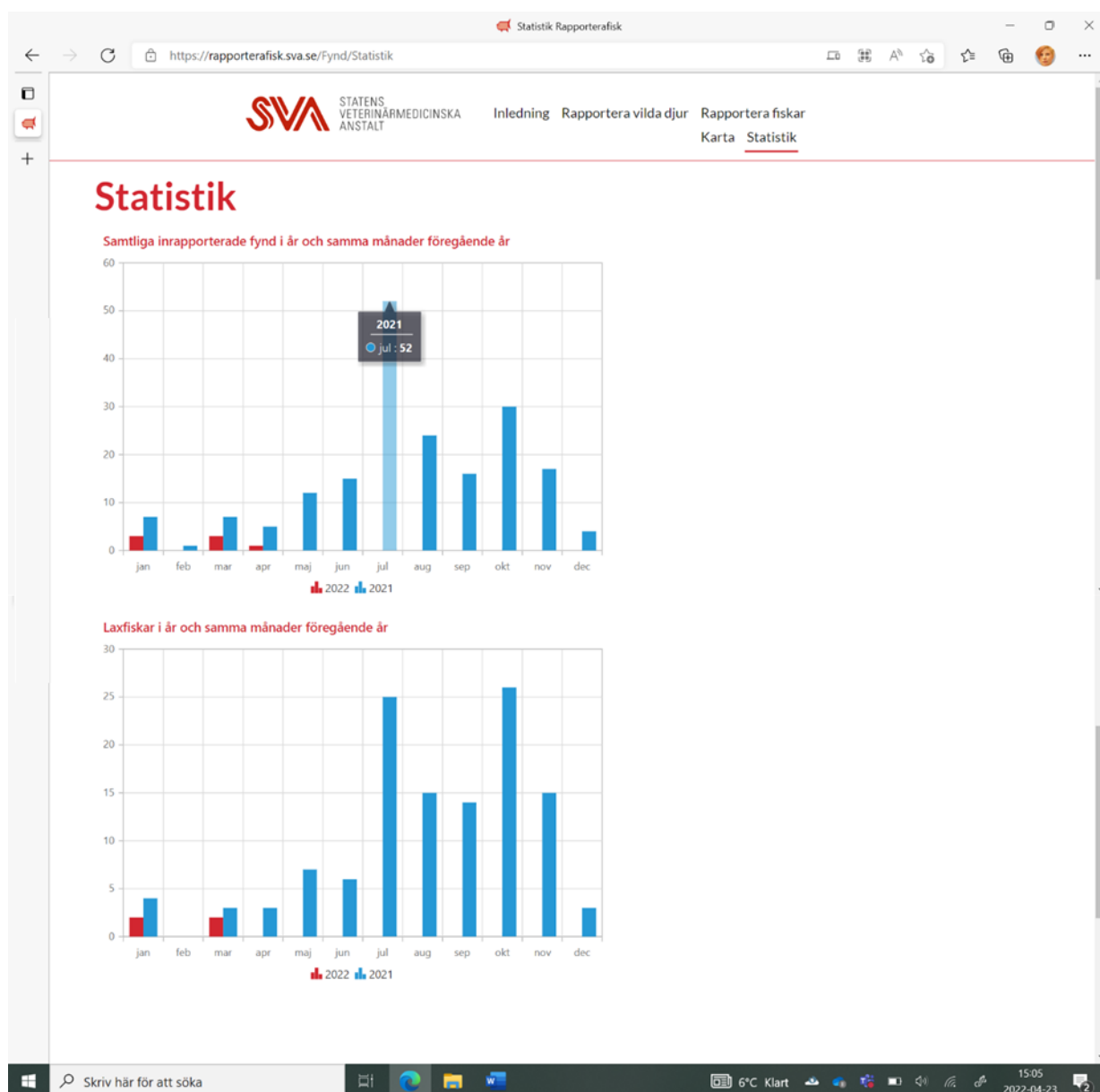


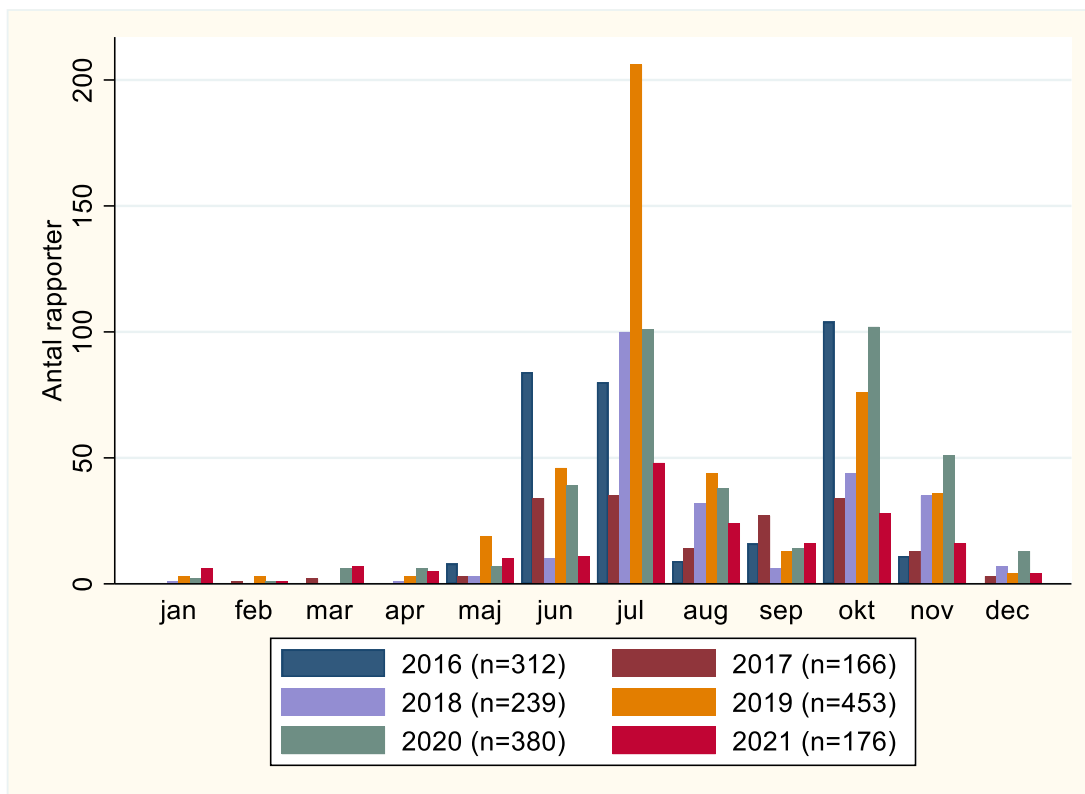
Bild R3. Diagramfunktionen, <https://rapporterarfisk.sva.se/Fynd/Statistik>. Två olika diagram finns i dagsläget tillgängliga. I det övre diagrammet ses den informationsruta som framträder om man pekar på en stapel.

SUMMERING AV INKOMNA RAPPORTER 2021

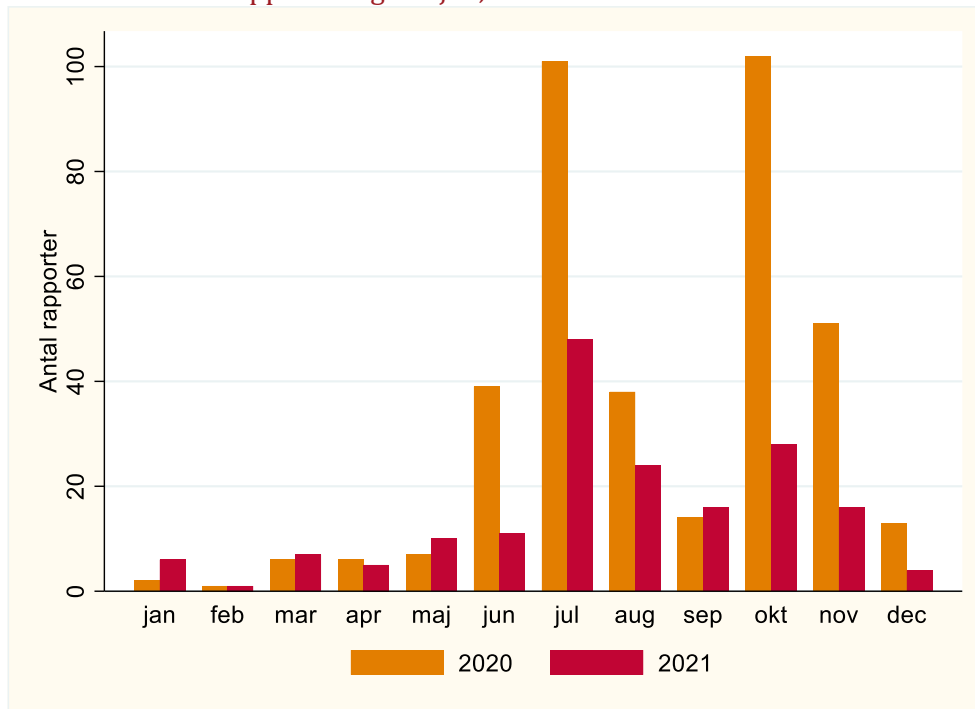
Tids- och artmässig fördelning av rapporter

Under 2021 kom totalt 177 rapporter avseende fisk, kräftdjur eller blötdjur in via SVA:s rapportportal. Av dessa var två misstänkta dubbelrapporter men bild saknades. De har därför hanterats som enskilda rapporter. I en rapport saknades uppgift om fyndplats, koordinater var inte angivna och rapportören hade inget lämnat kontaktuppgifter. Vattensystem var angivet med en sju-siffrig kod som inte gått att spåra via Vatteninformationssystem Sverige (VISS). Koden ligger inte heller inom något intervall för svenska geografiska koordinater enligt något av de koordinatsystem som används (RT90, SWEREF 99, WGS84/WGS84 DDM/WGS84 decimal). Fyndet kan därmed inte lokaliseras geografiskt. Rapporten har inkluderats i nedanstående statistik. Två rapporter var oanvändbara. De hade inkommit med några minuters mellanrum var i det närmaste identiska utom att fyndplats skiljde sig (Hallerum resp. Kristianopel) och longituden skiljde med en siffra (WGS84 16.000 resp 15.000). Angivna fyndplatser stämde inte med koordinaterna som var i Hanöbukten söder om Karlshamn respektive Torhamn. Dessutom saknades uppgift om art och rapportör, ”ingen synlig skada” var angivet och bilder saknades. Dessa två rapporter har uteslutits ur nedanstående statistik, som därmed baseras på 175 rapporter. Rapportering skedde under alla årets månader. Rapporteringen per månad var: januari 6 st, februari 1 st, mars 7 st, april 5 st, maj 10 st, juni 11 st, juli 48 st, augusti 23 st, september 16 st, oktober 28 st, november 16 st och december 4 st. Ett bimodalt mönster kan ses med en topp under sommaren och en topp under senhösten. Mönstret har varit detsamma under alla år rapportportalen varit i bruk (**Figur R1**). Topparna var dock mindre uttalade under 2021 än tidigare år, se **Figur R2** för jämförelse med 2020.

Figur R1. Månadsvis inrapportering av sjuk, skadad eller död fisk till SVA under de år rapportportalen varit aktiv

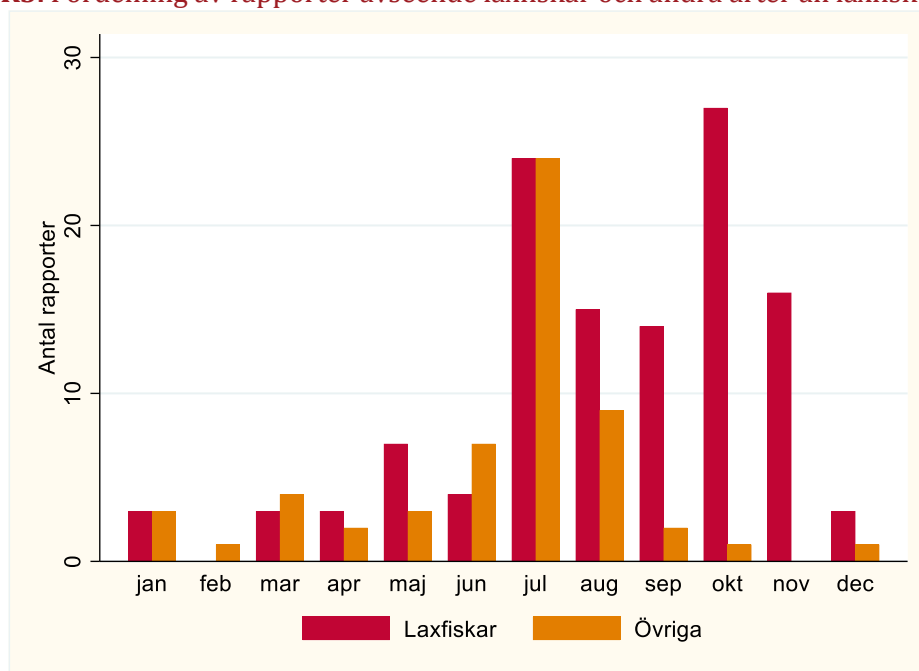


Figur R2. Månadsvis inrapportering av sjuk, skadad eller död fisk till SVA under 2020 och 2021



Laxfiskar dominerade rapporteringen med 119 rapporter, och var också den fiskgrupp som bidrog till det bimodala mönstret (**Figur R3**). Det bimodala mönstret avseende laxfiskar har setts under alla år som portalen varit aktiv. Topparna kom under juli och oktober, vilket är samma månader som 2019 och 2020. Övriga fiskfamiljer bidrog med 56 rapporter, med en kraftig topp under sommaren. Det totala antalet rapporter avseende övriga fiskfamiljer var ungefär samma som 2020 (64 st) men innebär en ökning av andelen icke laxfiskar av totalantalet rapporter (17% 2020 vs. 32% 2021).

Figur R3. Fördelning av rapporter avseende laxfiskar och andra arter än laxfisk under 2021.



I årets rapportering för familjen laxfiskar ingick arterna lax (*Salmo salar*), havsöring och stationär öring (*Salmo trutta*), Regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*), sik (*Coregonus* sp.), röding (*Salvelinus alpinus*) och harr (*Thymallus thymallus*). I det fall där art (lax eller havsöring) inte kunde säkerställas benämns rapporterna som "laxfisk annan". Lax dominerade antalet rapporter följt av havsöring och stationär öring. **Tabell R1** visar antalet rapporter per art under 2021 jämfört med 2020. Rapporteringen hade minskat avseende samtliga arter utom harr, som hade samma antal rapporter 2020 och 2021, samt regnbåge som inte rapporterades alls under 2020 men förekom i två rapporter under 2021. Mest markant var minskningen avseende sik och "Laxfisk annan".

Tabell R1. Fördelning av rapporter inom gruppen laxfiskar under 2021 jämfört med 2020

Art	Antal 2020	Antal 2021	Förändring
Lax	216	80	-63%
Havsöring	41	14	-66%
Laxfisk annan	15	3	-80%
Röding	11	6	-45%
Stationär öring	10	10	0%
Regnbåge	0	2	-
Harr	3	3	0%
Sik	20	1	-95%
Totalt	316	120	-62%

Avseende andra inrapporterade arter än laxfiskar (ex **Bild R1**) förekom främst spiggar och ål, men arter från sammanlagt 12 andra fiskfamiljer rapporterades (**Tabell R2**). En rapport som avsåg både sik och abborre har räknats med i statistiken för antalet rapporter om laxfiskar, och räknas därför inte med summan av rapporter för övriga arter. Rapporten har lagts in i **Tabell R2** nedan men inte räknats med i totalsumman i tabellen. I ytterligare tre rapporter nämndes att flera arter observerats, och har registrerats som "Flera arter" i **Tabell R2**. För två fanns bilder av spigg, vilka andra arter som observerats är oklart. En rapport avsåg sill och tobis. Rapporten där grupp ej kunde fastställas men tillräcklig information fanns för att rapporten skulle anses trovärdig klassades som "Okänd".



Bild R1. Två exempel på rapporter. Makrill med flera olika invärtes parasiter, Foto: Igor Milanovic, samt skallar av näbbgäddor, Foto: Marie-Louise Ulfward.

Tabell R2. Fördelning av rapporter per fiskgrupp utom laxfiskar under 2020 och 2021

Grupp	Art	Antal 2020	Antal 2021
Abborrfiskar	Abborre	12	4
	Abborrfiskar annan	1	0
Egentliga malar	Mal	0	1
Gäddor	Gädda	20	7
Hajar	Pigghaj	0	1
Kantnålsfiskar	Kantnålsfiskar annan	1	0
Karpfiskar	Björkna, Braxen, Faren	6	2
	Löja (benlöja)	2	0
	Sutare	1	0
	Karp	0	1
	Mört, vimma, färna etc.	0	1
Klumpfiskar	Klumpfisk	1	0
Läppfiskar	Snultra	0	1
Makrillfiskar	Makrill	1	1
	Tonfisk	1	0
Makrillgäddor	Makrillgädda	1	0
Nejonögon	Havsnejonöga	1	0
Näbbgäddefiskar	Näbbgädda	0	1
Plattfiskar	Skrubba	4	1
	Piggvar	0	1
Ringbukar	Ringbuk	0	1
Smörbultar	Svartmunnad smörbult	1	0
Spiggar	Storspigg	2	14
	Spigg annan	2	
Tobisfiskar	Tobis	0	1
Torskfiskar	Torsk	2	0
	Lake	0	1
Ålfiskar	Ål	5	8
Flera arter		0	3
Okänd		0	3
Kräftor	Signalkräfta	0	2
Bläckfiskar	Tioarmad bläckfisk	0	1
Totalt		64	56

Typ av observationer

”Fångst-/observationsmetod” (**Tabell R3**) har registrerats eller i efterhand kunnat bedömas för 173 rapporter. Tre rapporter kategoriseras som ”okänt”. För den stationära öringen i denna kategori gick det att uttyda av extra information att den fångats men inte hur. För de övriga två fiskarna fanns inga anteckningar eller bilder som kunde ge någon ledtråd. Vanligast var att fisken observerats död (65 st) följt av svag/döende (50 st), ”annan”, vilket inkluderade fisk som observerats levande (inte döende, 20 st) eller fångats med bottenmete (1 karp). Sexton fiskar hade fångats på spinnspö. Resterande kategorier hade under 10 observationer.

Typ av skada/symptom har angetts i 157 rapporter. I 101 rapporter har ett symptom noterats, i 34 rapporter har två symptom noterats och i resterande 22 rapporter har tre till sju symptom noterats. Svamp/vita fläckar var det vanligaste symptomet och förekom i totalt 88 rapporter (**Tabell R4**), varav 52 rapporter angav svamp/vita fläckar som enda symptom. Svamp/vita fläckar representerades därmed i flertalet (64%, 36 av 56) rapporter med multipla symptom. ”Annan typ av fläckar” representeras också i flertalet fall av svamp, som ibland kan se mer brunaktig ut beroende på vattnets färg och vilken svampart det rör sig om. Enbart i två rapporter hade det symptomet angivits utan att även svamp/vita fläckar kryssats i. Trasiga fenor, rodnad och hudblödning rapporterades ofta på svampangripen fisk, men när fisken väl är svampangripen är det svårt att avgöra om rodnad eller blödning är orsakat av svampen eller fanns där från början och det är sannolikt att många av de övriga symptom som noterats (till exempel rodnad och blödning) är relaterade till svampangreppet och inte har föregått detta. Sårskador som rapporterades var både av mekaniskt, misstänkt infektiöst eller oklart ursprung (gamla, inflammerade sår).

Tabell R3. Fördelning av fångst-/observationsmetoder i rapporter för 2021

”Fångstmetod” Art/fiskgrupp	Totalt	Död	Svag/ döende	Spinn	Fluga	Trolling/ harling	Pimpel	Nät	Håv	Fälla	Annan	Okänt
Lax	80	23	40	1	4	-	-	-	2	1	8	1
Lax el. havsöring	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Havsöring	14	3	4	2	-	-	-	1	-	-	3	1
Stationär öring	10	-	1	3	-	-	2	-	-	-	3	1
Regnbåge	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
Röding	6	1	-	1	1	-	2	1	-	-	-	-
Sik	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
Harr	3	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	-
Abborrfiskar	5 ¹	1	-	1	-	-	-	1 ¹	-	-	2	-
Gädda	7	1	-	5	-	-	1	-	-	-	-	-
Karpfiskar	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
Plattfiskar	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ål	9	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Övriga	31	23	-	1	-	-	1	1	2	-	3	-
Totalt	176	65	50	16	6	0	6	4	4	1	21	3

¹ En rapport avseende abborre räknas ej med i totalantalet rapporter då de fångades samtidigt med siken

Tabell R4. Symptom som rapporterats under 2021 samt jämförande siffror för 2020. Alla enskilda registreringar av symptom finns med i tabellen, vilket innebär att samma rapport (2021) i 56 fall representeras av minst två symptom.

Rapporterat symptom	Antal 2020	Antal 2021
Ingen synlig skada	22	24
Bit-/rivsår	19	7
Annat sår	35	10
Rodnad	38	18
Blödning	39	17
Fjällförlust	28	11
Svamp/vita fläckar	224	88
Utvärtes parasiter	18	13
Invärtes parasiter	17	13
Trasiga fenor	42	18
Annan typ av fläckar	29	12
Annat	42	25

DISKUSSION

Rapporteringen av laxfiskar minskade kraftigt under 2021. Det skulle kunna bero på en rapporteringströtthet, men det kan också bero på en bättre hälsosituation hos framför allt laxen, som varit hårt drabbad av problem sedan 2014. Kommunikation med andra myndigheter (Länsstyrelser, Finska Livsmedelverket Ruokavirasto) samt folk som rör sig runt vattendragen visar på att hälsoproblemen för lax faktiskt varit av mindre omfattning under 2021.

Vi vet att det tidigare förekommit uppenbar underrapportering (i princip ingen rapportering till portalen trots att det går larm till länsstyrelse eller media om hälsoläget), och sådana situationer gör det svårt att följa utvecklingen i dessa älvsystem. SVA behöver därför fortsätta arbeta för att sportfiskeorganisationer/fiskevattenägare/FVOF ska informera om rapporteringsfunktionen via sina hemsidor.

Kvaliteten på rapporteringen varierar. Vid rapportering är det obligatoriskt att fylla i vattensystem, fiskgrupp (ett antal olika förval, dvs. ej fritext), kön, längd och vikt. Det kan självklart vara svårt att uppskatta längd och vikt om man inte är inbiten fiskare, eller om man bara ser fisken på avstånd, men då finns möjlighet att lämna information i ett kommentarsfält. Under 2021 förekom två rapporter där det var mycket oklart om rapporten var seriöst menad eller inte, samt en som sannolikt var seriöst menad men där det var omöjligt att spåra vilket vattensystem rapporten berörde. Merparten av rapportörerna är dock väldigt måna om att det ska bli bra och bifogar bilder och/eller förtydligar i kommentarsfältet samt kontaktuppgifter. Detta gör att vi kunnat komplettera vid avsaknad av uppgifter, funderingar eller till och med ta in fisken i fråga för undersökning. Många rapportörer noterar under "Övrig information" att de vill veta vad det är de har observerat för förändring eller konstig fisk. Vi gör vårt bästa för att hinna med att återkoppla, det händer ofta att vi mejlar och tackar för rapporten bara för att visa vår uppskattning.

Rapportportalen är ett bra verktyg för passiv övervakning och vi jobbar kontinuerligt för att förbättra användarvänligheten för både rapportörer och oss själva.

Del 8.

Invasiva främmande arter

SAMMANFATTNING

Under 2021 har SVA arbetat med invasiva främmande arter (IAS) ur främst två synvinklar. Dels har arbetet med att undersöka inhemska europeiska ostron för havsborstmaskar, ett arbete som påbörjades 2020 med anledning av att den invasiva havsborstmasken *Polydora websteri* påvisades i japanska jätteostron (*Magallana gigas*) på den svenska västkusten, fortsatt. Dels har SVA utfört en riskvärdering avseende introduktion av patogener via elva IAS. SVA stod också beredda att ta in kinesiska ullhandskrabbor (*Eriocheir sinensis*) efter att dessa påvisats i Trollhätte kanal, men inga djur skickades in. Resultaten avseende havsborstmaskar presenteras i **Del 6. Blötdjur** och denna delrapport avser endast den riskvärdering som utfördes.

De elva IAS som inkluderades i riskvärderingen var sju kräftdjursarter, nämligen blåskrabba (*Hemigrapsus sanguineus*), kinesisk ullhandskrabba (*Eriocheir sinensis*), marmorkräfta (*Procambarus fallax forma virginalis*), röd sumpkräfta (*Procambarus clarkii*), småprickig penselkrabba (*Hemigrapsus takanoi*), taggkindskräfta (*Faxonius limosus*), vitfingrad brackvattenskrabba (*Rhithropanopeus harrisi*) och fyra blötdjursarter, nämligen amerikansk trågmussla (*Rangia cuneata*), japanskt jätteostron (*Magallana gigas*), nyzeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*) samt vandrarmussla/zebramussla (*Dreissena polymorpha*) genomförts. Samtliga utvärderade arter har påvisats i Sverige eller i vårt närområde.

För kräftdjur bedöms samtliga arter utgöra en mycket hög risk för introduktion och spridning av White spot syndrome virus (WSSV) till endemiska arter. De invasiva käftarterna samt kinesisk ullhandskrabba bedöms utgöra en mycket hög risk för spridning av kräftpest till våra flodkräftbestånd. När det gäller blötdjur är tillgången på information mer knapphändig. Bedömningen är att de utgör en låg eller obefintlig risk för introduktion av bonamios, marteilios och perkinsos men avsaknaden av data gör bedömningen osäker. Övriga identifierade patogener för kräftdjur och blötdjur har utelämnats ur riskvärderingen.

INTRODUKTION

IAS är ett konstant hot för den endemiska (inhemska) florans och faunas då inkomna arter konkurrerar om plats och föda i det redan etablerade ekosystemet. Djurarter rör konstant på sig vilket i sig är fullt normalt, men vanligen sker det i en form av balans då den migrerande arten följs av exempelvis ett predationstryck vilket håller populationen i schack. I dagens samhälle kan dock nya individuella arter flyttas långa sträckor med människans hjälp, till exempel via båttransporter, och på så vis snabbt utgöra ett stort hot mot ekosystemet.

IAS kan även innebära ett hot mot den endemiska florans och faunas genom introduktion av nya patogener, alternativt genom att agera som en mer effektiv värd för endemiska patogener. Detta kan leda till en snabb spridning av nya och redan förekommande sjukdomar inom ekosystemet. Det finns till exempel oro avseende introduktion av dödliga sjukdomar till europeisk hummer (*Homarus gammarus*) på svenska västkusten via amerikansk hummer (*Homarus americanus*), som har hittats upprepade gånger i både Sverige och Norge. Den amerikanska hummern kan härbärgera en blodbunden bakterie, *Aerococcus viridans* var. *homari*, som ger upphov till sjukdomen Gaffkemia. Denna bakteriesjukdom är dödlig även för den europiska hummern (Stebbing et al., 2012). En annan sjukdom är epizootisk skalsjuka (ESD), som ger hummern förtunnat skal. Flera exemplar av amerikansk hummer som undersökts vid SVA har haft denna

sjukdom. Etiologin bakom ESD är ännu okänd. Om, och i så fall hur, den smittar till andra hummerarter vet vi inte. Förutom sjukdomar kan den amerikanska hummern bära med sig andra potentiellt invasiva arter, såsom snäckor, nematoder och copepoder. Havs- och vattenmyndigheten (HaV) har genomfört en riskvärdering avseende introduktion av amerikansk hummer till svenska vatten, och där även dessa aspekter finns beaktade (HaV, 2016). Ett ytterligare exempel på hot från en IAS kan hämtas från vårt närområde, Finland, där man 2020 upptäckte en ny variant av kräftpestsvampen *Aphanomyces astaci* som tros ha kommit med den kinesiska ullhandskrabban (<https://www.ruokavirasto.fi/sv/laboratorietjanster/aktuellt-om-laboratorietjanster/ny-typ-av-kraftpest-funnen-i-mynningen-till-kemi-alm-i-finland/>). Hur det kommer att påverka lokala populationer av kräftor är i dagsläget oklart.

Då den kinesiska ullhandskrabban förekommer i Sverige är en riskvärdering med avseende på spridning av kräftpest med ullhandskrabba av yttersta vikt. Eftersom ullhandskrabban inte är den enda förekommande invasiva kräftdjursarten i svenska vatten inkluderades ytterligare kräftdjursarter och även fler patogener i bedömningen. Slutligen inkluderades flera invasiva blötdjursarter och deras respektive kända patogener i denna riskvärdering.

Syfte

Syftet med arbetet var att utvärdera risken för introduktion av nya patogener eller uppförökning och spridning av endemiska patogener som kan hota våra endemiska kräftdjurs- och/eller blötdjursarter. Särskilt allvarligt bedöms det om en introducerad patogen anses ha förmåga att sprida sig och orsaka sjukdom hos endemiska kräft- eller blötdjursarter. Värderingen avser därför inte risken att patogenen enbart kommer in i landet och stannar i IAS-populationen, utan att den även har potential att sprida sig till endemiska populationer av kräft- eller blötdjursarter och påverka dessa negativt. Det behöver inte enbart betyda att de orsakar manifest sjukdom, även nedsättning av en arts immunförsvar kan i förlängningen vara förödande för reproduktion och överlevnad.

MATERIAL OCH METODER

Identifiering av IAS att inkludera i riskvärderingen

Fem källor utnyttjades för att sammanställa kräft- och blötdjursarter som kunde vara aktuella att inkludera i riskvärderingen. En första screening gjordes via [Artportalen/SLU Artdatabanken](#) för att identifiera främmande arter som påvisats i Sverige. Sökningen kompletterades med arter i Havs- och vattenmyndighetens rapport "Ekosystemtjänstanlys av invasiva främmande arter" från 2019 (internt arbetsdokument), EU:s lista över arter som förtecknas som IAS inom unionen (https://ec.europa.eu/environment/nature/invasivealien/list/index_en.htm), samt Sveriges nationella rapport till ICES WGITMO (arbetsdokument: Läget för främmande arter i svenska hav 2020, erhållet från Rahmat Naddafi, Kustlaboratoriet Öregrund, SLU). Därefter gjordes en sökning i Global Invasive Species Database (GISD, <http://www.iucngisd.org/gisd/>) för att identifiera om arterna är klassade som IAS på global nivå.

Litteratursökning

Alla sökningar har gjorts digitalt. En första sökning gjordes på de patogener som OIE listar för kräftdjur respektive blötdjur i den akvatiska manualen ([Aquatic Manual Online Access - OIE - World Organisation for Animal Health](#)). Senare versioner av manualen saknar information om specifika värddjursarter för vissa patogener, varför även tidigare versioner samt OIE-rapporter/riskvärderingar använts. Dessutom har sökningar gjorts i PubMed utifrån aktuella IAS, för att hitta

vetenskapliga publikationer avseende sjukdomsspektra. För att identifiera grå litteratur i brist på vetenskapliga publikationer har även sökmotorer som Google och Bing använts. Dessutom har GISD, Information system on aquatic non-indigenous and cryptogenic species (AquaNIS, (<http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>) samt CABI Invasive Species Compendium (<https://www.cabi.org/isc>) använts för att hitta information avseende arterna och deras habitat med mera.

Risikvärdering

All identifierad information har gått igenom och slutgiltig klassificering har gjorts utifrån sannolikheten att respektive IAS är infekterad med en känd patogen eller agerar vektor för en känd patogen och huruvida våra endemiska populationer är känt/misstänkt mottagliga för patogenen. Om IAS är mottaglig för smittan men risken att smitta ska överföras till våra kräft-/blötdjur är obefintlig blir därmed den sammanvägda risken noll eller mycket låg även om smittan skulle komma in i landet med IAS.

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

0=aktuell IAS är inte mottaglig för patogenen (fakta finns)

1=patogenen har inte påvisats på aktuell IAS, men baserat på patogenens och artens egenskaper kan det inte uteslutas att arten kan agera värdjur

2=DNA/RNA från patogenen har påvisats i aktuell IAS, men det är oklart om det varit en verklig infektion ("species for which there are inconclusive evidence" enligt OIE:s klassning av mottagliga arter)

3=aktuell IAS är mottaglig för sjukdomen eller har visats agera vektor.

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

0=endemiska arter är inte mottagliga

1=risken för att minst en endemisk art är mottaglig bedöms som liten men kan inte uteslutas

2=risken för att minst en endemisk art är mottaglig bedöms som måttlig

3=minst en endemisk art är känt mottaglig och smittan kan få allvarliga konsekvenser

Slutligen har en gradering av osäkerhet (låg, måttlig, hög) i bedömningen gjorts.

RESULTAT

Identifiering av IAS att inkludera i riskvärderingen

Totalt har nio invasiva kräftdjursarter samt fyra invasiva blötdjursarter identifierats. Vissa har aldrig påvisats i Sverige, vissa har påvisats vid enstaka tillfällen, några har etablerats regionalt och andra är nationellt spridda (**Tabell IAS₁**). I tabellen anges även artens ursprungliga utbredningsområde, salt- och temperaturlighet. Specifik information om olika arters salttolerans finns dokumenterat i AquaNIS (<http://www.corpi.ku.lt/databases/index.php/aquanis/>), där även tolerabelt salinitetsintervall för olika utvecklingsstadier hos arterna anges.

Två kräftdjursarter, amerikansk hummer (*Homarus americanus*) och signalkräfta (*Pacifastacus leniusculus*), har uteslutits ur riskvärderingen. Amerikansk hummer (**Bild IAS₁**) har tidigare riskbedömts av HaV (HaV, 2016). Signalkräftan (**Bild IAS₂**) är klassad som IAS av EU och introducerades i Sverige 1960 (<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/frammande-arter/sok-frammande-arter/fakta/signalkrafta.html>). Det är välkänt att arten bidragit till spridning

av kräftpest, som drabbat vårt endemiska bestånd av flodkräftor (*Astacus astacus*) hårt. Dock är signalkräftan redan väletablerad i landet och risken för ytterligare introduktion av djur torde vara minimal. Att arten fortsätter att sprida kräftpest till nya områden inom Sverige och slår ut flodkräftbestånd är dock väl dokumenterat.

Bild IAS1. Amerikansk hummer med Epizootic shell disease. *Foto: Marlene Areskog, SVA*



Bild IAS2. Signalkräfta med melanisering efter skada i ryggskölden. *Foto: Thorbjörn Hongslo, SVA*



Tabell IAS1. Arter som identifierats i sökningen på relevanta arter för riskvärdering, fyndplatser i Sverige och arternas ursprungliga utbredningsområde. Arter som står i grå text har inte inkluderats i riskvärderingen.

Svenskt namn	Latinskt namn	Habitat	Temperatur, °C ⁴	Ursprungligt utbredningsområde	Fynd i Sverige	Listad som IAS i GISD	Listad som IAS av EU
KRÄFTDJUR							
Amerikansk hummer ¹	<i>Homarus americanus</i>	Saltvatten		USA:s Atlantkust	Västkusten	Nej	Nej
Blåskrabba ¹	<i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Söt- till saltvatten	0 – 30 (vuxna djur)	Västra Stilla havet	Hönö & Öckerö, 2012	Ja	Nej
Kinesisk ullhandskrabba ²	<i>Eriocheir sinensis</i>	Söt- till saltvatten	4 - 32 (vuxna djur)	Västra Stilla havet	Första fynd: Bråviken 1932. Förekommer längs kusten från Medelpad ner till Skåne och vidare upp till Halland. Även i Mälaren. 2021 påvisad i Trollhätte kanal (Vänern?)	Ja	Ja
Marmorkräfta ²	<i>Procambarus fallax f. virginialis</i>	Sötvatten	10 – 25 (kan överleva 0)	USA (Georgia och Florida)	Sporadiskt, senast i Märstaån 2012	Ja (som <i>P. virginialis</i>)	Ja
Röd sumpkräfta ²	<i>Procambarus clarkii</i>	Sötvatten	2 - 30	USA	Nej	Ja	Ja
Signalkräfta ²	<i>Pacifastacus leniusculus</i>	Sötvatten		USA	Spridd i södra Sverige	Ja	Ja
Småprickig penselkrabba ¹	<i>Hemigrapsus takanoi</i>	Söt- till saltvatten	0 – 30	Nordvästra Stilla havet	Skaftö, Bohuslän, 2016	Nej	Nej
Taggkindskräfta ²	<i>Faxonius limosus</i>		> 0 - <18		Ej påträffad	Ja	Ja
Vitfingrad brackvattens-krabba ³	<i>Rhithropanopeus harrisi</i>	Söt- /brackvatten	0 – 35+	Nordamerikas atlantkust	Första fyndet i Karlskrona, verkar spridit sig söderut längs Blekingekusten och in i Öresund. Dessutom ett flertal fångster i området söder om Nynäshamn.	Ja	Nej
BLÖTDJUR							
Amerikansk trågmussla ³	<i>Rangia cuneata</i>	Brackvatten	8 – 32	Mexikanska golfen	Bråviken (Norrköping) samt Brandalsund (Södertälje)	Ja	Nej
Japanskt jätteostron ¹	<i>Magallana gigas</i>	Saltvatten	-5 – 35 (vuxna djur)	Västra Stilla havet	Västkusten	Ja	Nej
Nyzeeländsk tusensnäcka ¹	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Söt- /brackvatten	0 - 28	Nya Zeeland	Östersjön på 1920-talet, Mälaren 1950, nu spridd över i stort sett hela södra Sverige	Ja	Nej
Vandramussla/ zebamussla ¹	<i>Dreissena polymorpha</i>	Sötvatten	0 - 29	Sydöstra Ryssland	Mälardalen sedan 1920-talet, nu spridd i Östergötland, Motala ström med omnejd samt Bråviken.	Ja	Nej

Referenser: ¹ [eu-listade-invasiva-frammande-arter-djur.pdf \(naturvardsverket.se\)](#); ² [GISD \(iucngisd.org\)](#); ³ [WGITMO svensk nationell rapport \(internt arbetsdokument\)](#); ⁴ [CABI Invasive Species Compendium \(www.cabi.org/ISC\)](#)

Litteratursökning

Aktuella smittor på kräftdjur

Följande kräftdjurssjukdomar / patogener listas av OIE:

- Akut hepatopankreasnekros (AHPND) / orsakad av vissa stammar av *Vibrio parahaemolyticus*
- Infektiös hypodermal och hematopoietisk nekros / Infectious hypodermal and haematopoietic necrosis virus (IHHNV)
- Infektiös muskelnekros / Infectious myonecrosis virus (IMNV)
- Kräftpest / *A. astaci*
- Nekrotiserande hepatopankreatit / *Hepatobacter penaei*
- Taura syndrom / Taura syndrom virus (TSV)
- Vitprickig kräftdjurssjuka / White spot syndrome virus (WSSV)
- White tail disease / *Macrobranchium rosenbergii* nodavirus (MrNV)
- Yellow head disease / Yellow head virus genotyp 1 (YHV-1)

Av dessa sjukdomar är det enbart kräftpest och vitprickig kräftdjurssjuka som har ett bredare värdspektrum än inom gruppen jätteräkor, och som därmed kan vara aktuella för våra endemiska kräftdjursarter.

Kräftpest

Alla arter av sötvattenskräftor anses vara mottagliga för kräftpestsvampen (*Aphanomyces astaci*), men hur hårt svampangreppet drabbar beror på kräftart. Alla endemiska kräftarter i Europa, Turkiet, främre Asien och Australien drabbas av hög dödlighet vid infektion (OIE Aquatic Manual 2021, 2.2.2 Infection with *Aphanomyces astaci* (Crayfish plague)). I Sverige finns bara en endemisk art av sötvattenskräfta, nämligen flodkräftan, men signalkräftan är väletablerad i södra Sverige. Kräftarter hemmahörande i Nordamerika (där *A. astaci* är endemisk) infekteras men har förmågan att hålla svampen i schack då kräftornas immunförsvar kapslar in svampen i melanin redan i kräftans skal (kutikulan) och hindrar den att växa in i och döda djuret.

Förutom sötvattenskräftor är det enda andra beskrivna kräftdjuret som infekteras av kräftpest kinesisk ullhandskrabba.

Vitprickig kräftdjurssjuka

Vitprickig kräftdjurssjuka är A-listad av EU, vilket innebär att den anses främmande för unionen. Viruset som orsakar sjukdomen har ett mycket brett värdspektrum och kan infektera en mängd olika kräftdjursarter. Särskilt drabbade är peneida räkor, oavsett om de lever i saltvatten, brackvatten eller sötvatten. Även kräftor, krabbor och humrar är mottagliga, det finns idag inga decapoda kräftdjur som visat sig motståndskraftiga mot infektion (OIE Aquatic Manual 2021, 2.2.8. Infection with white spot syndrome virus). Det innebär att våra svenska kräftdjursarter måste räknas som mottagliga även om den specifika arten inte undersökts. Följande av våra endemiska arter finns omnämnda av OIE avseende mottaglighet för vitprickig kräftdjurssjuka: flodkräfta, europeisk hummer och krabbtaska (*Cancer pagurus*). Krabbtaska och hummer anges som mottagliga för infektionen, men inte flodkräfta (OIE, 2016). OIE skriver att WSSV har kunnat påvisas med en specifik PCR hos flodkräfta, dock utan att en aktiv infektion kunnat konfirmeras. Den källa som OIE hänvisar till avseende att flodkräfta inte är känslig för WSSV (Jiravanichpaisal et al., 2004) motsäger dock OIE:s information. Författarna har genomfört smittförsök som visar att både signal- och flodkräfta är mottagliga för vitprickig kräftdjurssjuka. Dödligheten hos

signalkräfta inträffar signifikant tidigare än för flodkräfta, men efter 14 dagar har båda arterna 100% mortalitet (Jiravanichpaisal et al., 2004).

Vitprickig kräftdjursjuka drabbar främst jätteräkor i akvakultur. Framför allt i Sydostasien där räkorna odlas i täta bestånd blir sjukdomsutbrotten förödande. På jätteräkor är dödligheten hög och infektionen är lätt att känna igen då man tydligt ser de vita fläckarna (död hud) genom räkornas tunna skal. För andra kräftdjur med hårdare, mindre genomskinliga skal kan diagnosen vara svårare att ställa utan laboratoriekonfirmering.

Ytterligare sjukdomar/patogener har identifierats under litteratursökningen avseende respektive IAS. Dessa smittor finns listade nedan under respektive IAS.

Blåskrabba (*Hemigrapsus sanguineus*) samt Småprickig penselkrabba (*Hemigrapsus takanoi*)

Naturligt utbredningsområde: västra Stilla havet, i området mellan Hong Kong och Taiwan i söder och Korea i norr, samt runt Japan (blåskrabba). Nordvästra Stilla havet (småprickig penselkrabba)

Första observation i svenska vatten: Öckerö, Göteborgs skärgård, juli 2012 (blåskrabba), Västkusten 2010 (småprickig penselkrabba)

Temperaturspann: 0 – 30°C (båda arterna)

Salinitet: Sötvatten till saltvatten (båda arterna)

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög (båda arterna)

Källa: *Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter*

Relevanta patogener

Blåskrabba är mottaglig för WSSV (OIE, 2016; *Infection with White spot syndrome virus (Australian government)*). Information avseende känsligheten hos den närbesläktade arten småprickig penselkrabba saknas. I krabbornas naturliga habitat förekommer parasitär infektion med rotfotingar (Rhizocephala) av arterna *Polyascus polygeneus* (även benämnd *Sacculina polygenea* eller *Polyascus polygenea* i litteraturen), *Sacculina nigra* och *Sacculina senta* (McDermott, 2011). Infektion med *Polyascus polygeneus* har rapporterats i upp till 80% prevalens (Yamaguchi et al., 1994). Vi har inte kunnat hitta information om att dessa arter av rotfotingar kan infektera andra värddjur än krabbor inom genus *Hemigrapsus*. Rotfotingar kastrerar krabborna genom att reproduktionsorganen tillbakabildas hos båda könen. Hos hanar sker även en feminisering (Yamaguchi & Aratake, 1997). Undersökta blåskrabbor i USA har inte varit drabbade av rotfotingar (Keogh et al., 2017), vilket talar för att dessa parasiter inte klarar sig utanför krabbans normala utbredningsområde.

Utöver rotfotingar finns ett flertal plattmaskar samt en okarakteriserad mikrosporidie beskrivna som parasiterande på blåskrabba och småprickig penselkrabba (McDermott, 2011; Keogh et al., 2017).

Kinesisk ullhandskrabba (*Eriocheir sinensis*)

Naturligt utbredningsområde: Västra Stilla havet

Första observation i svenska vatten: 1932 (Bråviken)

Temperaturspann: Vuxna djur har en bred temperaturtolerans, från 4 – 32°C

Salinitet: Stor tolerans och kan leva både i sötvatten, brackvatten och i marina miljöer. Salthalter på 25 – 32 ppt är optimalt för att ägg och larver ska utvecklas, men om temperaturen är närmare 18°C kan det räcka med en salthalt på 15 – 20 ppt

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Hög

Källa: *Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter*

Relevanta patogener

Ett flertal sjukdomar har beskrivits för kinesisk ullhandskrabba. Enligt OIE är detta det enda skaldjur utöver sötvattenskräftor som är mottaglig för kräftpest ([OIE Aquatic manual, kap 2.2.8](#)). Dessutom är den mottaglig för WSSV (OIE, 2016). Ullhandskrabban är mellanvärd för den orientaliska lungmasken (*Paragonimus westermani*), en parasit som har däggdjur som slutvärd. Parasiten kallas även lungflundra, och är en sugmask (klass Trematoda). Människor kan smittas genom att äta otillräckligt tillagade krabbor, och parasiten migrerar från tarmen till framför allt lungorna där den orsakar vävnadsskador och lungsäcksinflammation (Boland et al., 2011). I sällsynta fall kan parasiten infektera hjärnan hos smittade däggdjur.

Då ullhandskrabban är en viktig art inom akvakultur, framför allt i Kina, har den studerats med avseende på förekomst av olika bakterier och virus i samband med sjukdomsutbrott och dödlighet. Tre kända sjukdomar kan ge upphov till hög dödlighet, varav en är en bakteriell infektion och de andra två orsakas av virus. Tremor disease orsakas av bakterien *Spiroplasma eriocheiris* (Bi et al., 2008; Wang et al., 2004; Wang et al., 2011). Infektionen har även påvisats hos röd sumpkräfta (Bi et al., 2008). Sighs disease (efter de ”suckanden” som hörs från infekterade krabbor) orsakas av ett Nidovirus som är närbesläktat med yellow head- virus som infekterar peneida räkor. Sighs disease förefaller vara en värdspecifik infektion (Cowley, 2016; Zhang & Bonami, 2007). Den andra virusorsakade sjukdomen kallas trembling disease och orsakas av *E. sinensis* reovirus 905 (EsRV905). Infektionen kan även drabba simkrabbor (Portunidae) (Flowers et al., 2016; Kibenge & Godoy, 2016; Krell, 2021).

Tidigare riskvärderingar

Ebenhard (2019) tar upp ett par tidigare riskvärderingar i sin genomgång ”Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse” där några av de kräftdjursarter som behandlats här har bedömts med avseende på risk för att sprida främmande smittor. För ullhandskrabba hänvisas till en sådan riskvärdering:

Riskanalys Sverige (ArtDatabanken 2017)

- Överföring av parasiter eller patogener: 1 (av 4) ingen känd effekt: osannolikt

Marmorkräfta (*Procambarus fallax forma virginalis*)

Naturligt utbredningsområde: Sötvattenskräfta med okänt ursprung; antingen en korsning av två frilevande arter eller genom framavlade akvariestammar

Första observation i svenska vatten: 2010, enstaka observationer sedan dess

Temperaturspann: Optimum 20 – 25°C, men den klarar att överleva i kallare vatten. Den kan gräva ner sig i dyn för att skydda sig både mot torka och kyla.

Salinitet: Sötvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Ej tillämpbar/ej riskklassificerad

Källa: [Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter](#)

Den ursprungliga arten av marmorkräfta (*P. fallax*) förekommer i ett par vattendrag i Nordamerika (Hobbs & Horton, 1989). Hur morfotypen *P. fallax f. virginalis* uppstått är oklart, men den har förekommit inom europeisk akvaristik under lång tid. Det är den enda kända kräftdjursarten som kan föröka sig genom partenogenes (jungfrufödelse) (*Procambarus fallax f. virginalis (cabi.org)*). Förmågan till partenogenes ger arten en stor etableringspotential, då det räcker med en frisläppt honlig individ för att en population ska kunna uppstå. Uttrycket marmorkräfta kommer att användas för morfotypen *virginalis* i riskvärderingen. Om ursprungstypen omnämns kommer *P. fallax* att användas.

Relevanta patogener

Marmorkräftan kan bära på sjukdomar och/eller parasiter som kan slå hårt mot andra sötvattenskräftor, eller vara skadliga för andra arter. Marmorkräftan kan drabbas av WSSV, men verkar vara betydligt mindre studerad i detta avseende än till exempel *P. clarkii* (Infection with White spot syndrome virus (Australian government)). I likhet med andra kräftarter av amerikanskt ursprung är marmorkräftan mottaglig för infektion med kräftpest men resistent mot utveckling av sjukdom (Keller et al., 2014; Francesconi et al. 2021) och kan även drabbas av rickettsios och coccidios (*Procambarus fallax f. virginialis (cabi.org)*). Ursprungsvarianten *P. fallax* infekteras av mikrosporidien *Psorospermium* spp. (*Procambarus fallax f. virginialis (cabi.org)*), som finns i svenska vatten. Därmed bör även marmorkräftan vara potentiellt känslig för infektionen. En annan mikrosporidieart, *Cambaraspora floridanus*, har beskrivits från kräftarten *Procambarus paeninsulanus* (svenskt namn saknas), och några marmorkräftor som undersöktes i samma studie visade sig också vara infekterade (Bojko et al., 2020).

Tidigare riskvärderingar

Ebenhard (2019) tar upp en riskanalys från ArtDatabanken (2017), i sin genomgång ”Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse”, och där har man gjort följande bedömning:

- Överföring av parasiter eller patogener: 4 (av 4) stor effekt: spridning av existerande parasiter/sjukdomsalstrare till nya hotade värdarter, eller spridning av nya parasiter/sjukdomsalstrare

Röd sumpkräfta (*Procambarus clarkii*)

Naturligt utbredningsområde: Norra Mexiko och sydöstra Nordamerika

Första observation i svenska vatten: Ej påvisad

Temperaturspann: Optimum 20 – 27°C, men den klarar att överleva i kallare vatten.

Salinitet: Sötvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög risk

Källa: *Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter*

Relevanta patogener

Den röda sumpkräftans betydelse som livsmedel gör att den är väl studerad. Arten kan i likhet med signalkräftan bära på kräftpest och smitta endemiska arter, trots att den själv är mycket resistent mot sjukdomen. CABI anger att en av riskerna med röd sumpkräfta är att den kan bära på patogener, men listar inte fler patogener än just kräftpest (*Procambarus clarkii (cabi.org)*). Det är väl beskrivet att röd sumpkräfta är mottaglig för WSSV (se till exempel Pace et al., 2016). Röda sumpkräfta drabbas också av tremor disease, samma bakteriella sjukdom som drabbar kinesisk ullhandskrabba. Utbrott av hög dödlighet har nyligen uppmärksammats under vårsäsongen, och denna sjukdom har därför fått namnet Black May disease. Dödligheten orsakades troligen av ett virus, närbesläktat med WSSV (Hueang et al., 2021). Den röda sumpkräftans mikrobiom har börjat analyseras för att studera bakterier både som sjukdomsorsak för kräftan och som risk för konsumenten. Ett exempel är att man påvisat både *Aeromonas veronii*, och *Citrobacter freundii* i kräftornas tarmar (Feng et al., 2021). Dessa bakterier är zoonotiska, det vill säga de kan överföras mellan djur och människa.

Tidigare riskvärderingar

Ebenhard (2019) tar upp en riskanalys från ArtDatabanken (2017), i sin genomgång ”Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse”, och där har man gjort följande bedömning:

- Överföring av parasiter eller patogener: 4 (av 4) stor effekt: spridning av existerande parasiter/sjukdomsalstrare till nya hotade värdarter, eller spridning av nya parasiter/sjukdomsalstrare

Taggkindskräfta (*Faxonius limosus*, tidigare *Orconectes limosus*)

Naturligt utbredningsområde: Norra Kanadas östkust

Första observation i svenska vatten: Ej påvisad

Temperaturspann: 0 – 32°C

Salinitet: Sötvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög risk

Källa: *Havs- och vattenmyndighetens faktablad om IAS*

Relevanta patogener

Orconectes spp. är listade som mottagliga för WSSV (Infection with White spot syndrome virus (Australian government)), vilket innebär att taggkindskräfta ska räknas som mottaglig för viruset. CABI listar patogener som ett möjligt hot vid introduktion av arten men definierar inte vilka sjukdomar som avses (*Faxonius limosus (cabi.org)*). Taggkindskräfta kan bära kräftpest och smitta endemiska kräftor (Svoboda et al., 2013).

Tidigare riskvärderingar

Ebenhard (2019) tar upp en riskanalys från ArtDatabanken (2017), i sin genomgång "Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse", och där har man gjort följande bedömning:

- Överföring av parasiter eller patogener: 4 (av 4) stor effekt: spridning av existerande parasiter/sjukdomsalstrare till nya hotade värdarter, eller spridning av nya parasiter/sjukdomsalstrare

Vitfingrad brackvattenskrabba (*Rhithropanopeus harrisi*)

Naturligt utbredningsområde: Nordamerikas östkust

Första observation i svenska vatten: 2014 (enda fyndet)

Temperaturspann: 4 – 35°C

Salinitet: Brackvatten men klarar stora variationer i salthalt (söt- till saltvatten)

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Låg risk

Källa: *Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter*

Relevanta patogener

Vitfingrad brackvattenskrabba kan bära på WSSV. Arten finns inte med i OIE:s listning, men både European Network on Invasive Alien Species (NOBANIS, <https://www.nobanis.org/>) och GISD (<http://www.iucngisd.org/gisd/>) anger den som en känd vektor för smittspridning av WSSV. I Invasive Species Compendium listas dessutom ett annat virus och två parasiter som artens naturliga fiender (*Rhithropanopeus harrisi (cabi.org)*). Viruset är ett baculovirus som identifierats i krabbans testiklar (Payen & Bonami, 1979), men viruset är inte väl karakteriserat och det är därmed okänt om andra arter är mottagliga. Den ena parasiten, en rotfoting (*Loxothylacus panopaei*), anses vara det största hotet mot krabban då parasitinfektionen leder till att krabban blir steril samt att den slutar växa (Alvarez et al., 1995). Parasiten tål inte salthalter <10‰ och har inte påvisats hos brackvattenskrabbor utanför deras naturliga utbredningsområde. Den förefaller också vara värdspecifik (*Rhithropanopeus harrisi (cabi.org)*). Den andra parasiten är en protozo av genus *Minchinia (Haplosporidiidae)* och har hittats i populationer av brackvattenskrabba i utanför artens naturliga utbredningsområde (Chesapeake Bay samt i Frankrike) (Marchand, 1974).

Aktuella smittor på blötdjur

Följande blötdjurssjukdomar / patogener listas av OIE:

- Infektion med Abalone herpesvirus
- Bonamios / *Bonamia exitiosa* samt *B. ostreae*
- Marteiliös / *Marteilia refringens*
- Perkinsos / *Perkinsus marinus* samt *P. olseni*
- Infektion med bakterien *Xenohaliotis californiensis*

Av dessa är det bonamios, marteiliös samt perkinsos som utifrån värdspektrum är relevanta under svenska förhållanden. De endemiska arter vi tagit hänsyn till i riskvärderingen är europeiskt/platt ostron (*Ostrea edulis*), blåmussla (*Mytilus edulis*), hjärtmussla (*Cerastoderma edule*) och Östersjömussla (*Macoma balthica*).

Bonamios

Enligt OIE ([OIE Aquatic Manual 2021, kap 2.4.3 Infection with *Bonamia ostreae*](#)) är enbart det europeiska ostronet naturligt mottaglig för infektion av parasiten *Bonamia ostreae*. Flera andra ostronarter såsom *O. angasi*, *O. chilensis* och *O. puelchana* har infekterats av parasiten när de förflyttats in i *B. ostreae*-endemiska vattenområden (Carnegie & Cochenec-Laureau, 2004). Parasiterna, som identifierades med mikroskopisk undersökning, artbestämdes dock inte med hjälp av molekylära metoder i detta arbete, så det är inte säkerställt att det rörde sig om *B. ostreae*. Experimentella studier har visat på låg infektivitet av *B. ostreae* hos *Crassostrea ariakensis* (Audemard et al., 2005), medan följande arter inte alls infekterades: *Magallana gigas*, *M. edulis*, *M. galloprovincialis*, *Ruditapes decussatus* samt *R. philippinarum* (Culloty et al., 1999). En annan artikel pekar dock mot att *M. gigas* kan vara mottagliga för *B. osterae* (Lynch et al., 2010).

Bonamia ostreae påvisades 2014 i Limfjorden, Danmark (ICES, 2015) och finns därmed nära svenska vatten.

Ostronarter som rapporterats känsliga för infektion av *B. exitosa* enligt OIE är *O. angasi*, *O. chilensis*, *O. edulis* och *O. stentina*. DNA från *B. exitosa* har påvisats i *M. gigas* (Lynch et al., 2010). Det är oklart om detta innebär att *M. gigas* är mottagliga för infektion med parasiten eller om ostronen plockat upp DNA genom filtrering av havsvatten. Den lokal närmast Sverige där *B. exitosa* påvisats är Cornwall på Englands sydvästkust ([OIE Aquatic Manual 2021, kap 2.4.2 Infection with *Bonamia exitosa*](#)).

Marteiliös

Marteilia refringens förekommer i två varianter, typ O (ostron) och typ M (musslor). Det har föreslagits att dessa i själva verket är två olika arter, och att typ M därför i stället ska benämnas *M. pararefringens* (Kerr et al., 2017). Denna uppdelning har dock inte helt accepterats. OIE vidhåller benämningen typ O och typ M och båda varianterna ingår under benämningen *Marteilia refringens* i den akvatiska manualen. Flera blötdjursarter räknas upp som naturligt mottagliga för *M. refringens*, både ostronarter (*Ostrea edulis*, *O. stentina*) och musselarter (*M. edulis*, *M. galloprovincialis*, *Xenostrobus securis*, *Solen marginatus*, *Chamelea gallina*) ([OIE Aquatic Manual 2021, kap. 2.4.4 Infection with *Marteilia refringens*](#)). I likhet med *B. ostreae* infekteras flera arter när de flyttas till områden där *M. refringens* är endemisk. Undersökta arter avseende detta är *O. angasi*, *O. chilensis*, *O. denselamellosa* och *O. puelchana* (Berthe et al., 2004). Även i dessa studier saknas karakterisering av den infekterande parasiten till artnivå. Marteilia-liknande infektioner har setts histologiskt hos bland annat musslor (*C. edule*, *Ensis minor*, *E. siliqua*, *R. decussatus*, *R. philippinarum*, *Tapes rhomboides*, *T. pullastra*) och ostron (*C. virginica*) (Berthe et al., 2004; López-Flores et al., 2008). Också i dessa fall är artidentifieringen osäker. En

senare studie har påvisat en specifik art, *M. cochillia*, hos hjärtmussla (eng. cockle) (Carrasco et al., 2013).

Marteilia refringens kan även spridas med vektorer. Flera arter inkluderade olika zooplankton (copepoder och larvstadier av krabbor (Brachyura)) samt arter inom stammarna nässeldjur (Cnidaria) och rundmaskar (Nematoda) har föreslagits kunna sprida sjukdomen mellan mollusker (OIE Aquatic Manual 2021, kap. 2.4.4 Infection with *Marteilia refringens*). Ett exempel på zooplankton är copepoden *Paracartia grani*, som kan vara bärare av både *Marteilia refringens* och *M. maurini* (Carrasco et al., 2008).

Marteilios (orsakad av *M. refringens* typ M/*M. pararefringens*) förekommer hos blåmusslor på svenska västkusten. Riskvärderingen gäller därför främst risken för introduktion och spridning av *M. refringens* typ O. Eftersom OIE inte specificerar värdspektrum utifrån variant, geografisk spridning med mera saknas information om hur nära Sveriges kust *M. refringens* typ O är påvisad. Kerr et al. (2018) påpekar dock att varianterna förefaller ha olika geografisk spridning och att typ O med största sannolikhet inte förekom norr om Frankrike vid tiden för publikationen.

Perkinsos

Crassostrea-arter verkar vara mer känsliga för *P. marinus* än andra ostron- eller musselarter. *Crassostrea virginica* är den art som drabbas hårdast av parasiten. *Crassostrea ariakensis* och *M. gigas* kan infekteras, men ofta utan större sjukdomspåverkan. Hos musselarterna *M. arenaria* och *M. balthica* har låga prevalenser (<10%) rapporteras. (OIE aquatic manual, 2021, 2.4.6. Infection with *Perkinsus marinus*).

Perkinsus olseni har ett extremt brett värdspektrum, och familjer som visats kunna infekteras är bland annat ostron och havsöron samt vissa familjer av musslor. OIE listar ett stort antal arter inklusive *M. gigas* (OIE Aquatic Manual 2021, 2.4.7. Infection with *Perkinsus olseni*). Även andra bivalva (tvåskaliga) och univalva/gastropoda (enskaliga) arter kan vara känsliga, särskilt sådana som härrör från parasitens naturliga utbredningsområden. Livslång infektion med *P. olseni* och *P. marinus* förekommer. På grund av det breda värdspektrat bör *P. olseni* ses som ett stort hot mot blötdjursbestånd (*pers. kommunikation, Ryan Carnegie, Virginia Institute of Marine Science*).

Perkinsus olseni förekommer i Sydeuropa (Portugal, Spanien, Frankrike) medan *P. marinus* än så länge bara påvisats i Nordamerika.

Ytterligare sjukdomar/patogener har identifierats under litteratursökningen. Dessa smittor finns listade nedan under respektive art.

Amerikansk trågmussla (*Rangia cuneata*)

Naturligt utbredningsområde: Mexikanska golfen

Första observation i svenska vatten: Svensksundsviken öster om Norrköping, 2016

Temperaturspann: Optimalt temperaturspann 18 – 29°C. Vuxna individer har en tolerans på 8 – 32°C men kan överleva temperaturer så låga som 1°C

Salinitet: Brackvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Låg risk

Källa: Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter

Relevanta patogener

Totalt har fyra publikationer innehållande information om sjukdomar hos den amerikanska trågmusslan identifierats. En parasitär infektion med en plattmask av arten *Cercaria rangiae* (*Fellodistomatidae*) finns beskriven. Enligt litteraturen infekterar larvstadier av masken musslans

gonader och kastrerar den (Wardle, 1983; Rudinskaya & Gusev, 2011; Windham, 2015). Rydinskaya och Gusev skriver vidare att man identifierat ciliaterna *Ancistrum mytili* och *Peniculistoma mytili* och bedömer att detta innebär ett stort hot avseende introduktion av nya parasitarter vid spridning av amerikansk trågmussla. Författarna skriver också att trågmusslan kan härbärgera samma parasiter som blåmusslan, men hänvisar till en referens på ryska. Därmed är det oklart vilka parasitarter som avses. *Ancistrum mytili* beskrivs inte som problemorsakande men det har spekulerats kring huruvida den kan orsaka sekundär sjukdom vid hög abundans i en population (Government of Canada, dfo-mpo.gc.ca). Vandrararmusslor har hittats fästa på den amerikanska trågmusslans skal (Kornijów et al., 2018), vilket innebär att trågmusslan kan agera vektor för introduktion eller spridning av den arten.

Japanskt jätteostron / Stilla havsostron (*Magallana gigas*)

Naturligt utbredningsområde: Japan

Första observation i svenska vatten: 2007

Temperaturspann: Vuxna individer tolererar temperaturer mellan -5 – 35°C, reproduktion sker vid 20 – 26°C

Salinitet: Saltvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög risk (endemisk)

Källa: [Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter](#)

Relevanta patogener

Hög dödlighet orsakad av ett virus, ostronherpesvirus microvariant (OsHV μ 1), har rapporterats från många ostronodlingar och vildlevande populationer i världen (Petton et al., 2021). Under 2014 skedde ett utbrott på den svenska västkusten. Endemiska blötdjur drabbades inte, och är troligen inte mottagliga för viruset (Mortensen et al., 2016). Ostronherpes orsakar immunosuppression hos ostronen, vilket banar väg för opportunistiska bakterier, särskilt *Vibrio* spp., som i sig kan orsaka hög dödlighet i ostronodlingar (Petton et al., 2021).

Andra organismer som kan orsaka dödlighet hos japanska jätteostron är havsborstmaskar inom släktet *Polydora* och copepoder inom släktet *Mytilicola*. En havsborstmask som orsakat dödlighet hos japanska jätteostron och som även har påträffats i svenska vatten är *Polydora websteri* (Lysekil, 2000 (<https://www.havochvatten.se/arter-och-livsmiljoer/frammande-arter/sok-frammande-arter/fakta/polydora-websteri.html>); SVA, 2021). *Mytilicola ostreae* är en copepod gälparasit som också anses kunna vara invasiv, och som har *M. gigas* som huvudvärd. Den har rapporterats infektera europeiska/platta ostron i bland annat Nederländerna ([Mytilicola ostreae \(cabi.org\)](#)) men det finns hittills inga rapporter om observationer av parasiten i Sverige.

Det japanska jätteostronet kan också fungera som vektor för andra organismer som kan vara patogena eller som i sig kan agera vektor för patogener. Ett exempel är *Celtodoryx ciocalyptoides* ([Celtodoryx ciocalyptoides \(cabi.org\)](#)). *Celtodoryx ciocalyptoides* är en sorts tvättsvamp med ursprung i nordvästra Stilla havet. Den är inte beskriven som en patogen, men anses vara invasiv. I Europa har den påvisats i Frankrike och Nederländerna ([Celtodoryx ciocalyptoides \(cabi.org\)](#)). Ett annat exempel är copepoden *Paracartia grani* som misstänks vara vektor för *Marteilia refringens* och förekommer i norska vatten, där den också först beskrevs (Sars, 1904).

Nyzeeländsk tusensnäcka (*Potamopyrgus antipodarum*)

Naturligt utbredningsområde: Nya Zeeland

Första observation i svenska vatten: 1887

Temperaturspann: 0 - 28°C, kan tolerera frysgader

Salinitet: Sötvatten till saltvatten, men föredrar <15 ppt

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög risk

Källa: Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter

Relevanta patogener

Nyzeeländsk tusensnäcka är värddjur åt många parasiter, exempelvis plattmaskar. Framför allt verkar arten kunna infekteras av plattmaskar som är endemiska i områden snäckan migrerat till (Zbikowski et al., 2009).

Vandarmussla (*Dreissena polymorpha*)

Naturligt utbredningsområde: Svarta havet och Kaspiska havet.

Första observation i svenska vatten: 1926

Temperaturspann: 0 – 29°C

Salinitet: Sötvatten

Invasiv potential i Sverige (riskklass): Mycket hög risk

Källa: Havs- och vattenmyndighetens faktablad om främmande arter

Relevanta patogener

En plattmask, *Bucephalus polymorphus*, anges som vanligt förekommande hos vandarmussla, men de studier som gjorts verkar vara från ryskspråkiga områden (*Dreissena polymorpha* (cabi.org)). Vi har inte hittat någon information om huruvida denna parasit också kan infektera andra musselarter. Ett antal ytterligare parasiter på vandarmussla har studerats, samt även arter som kan använda vandarmussla som vektor för spridning till nya områden även om musslan i sig inte drabbas av sjukdom. Exempel på detta är endosymbionterna *Conchophthirus acuminatus*, *Ophryoglena* sp. och *Ancistrumina limnica* (Karatayev et al., 2003), den parasitära ringmasken *Chaetogaster limnaei* (Conn et al., 1996), de parasitära sugmaskarna *Echinoparyphium* sp./*Echinoparyphium recurvatum*, *Phyllodistomum folium*, *Bucephalus polymorphus* och *Aspidogaster* sp. (Mastitsky et al., 2010; Minguez et al., 2011; Peribáñez et al., 2006), samt de encelliga parasiterna *Haplosporidium raabei* och *Ophryoglena hemophaga* (Molloy et al., 1997, 2005, 2012).

Vandarmussla kan genom att den är en filtrerare bära med sig olika föroreningar och organismer från sin ursprungsmiljö. Den är föreslagen som sentinel-art för att screena för *Cryptosporidium* sp., *Giardia* sp. och mikrosporidier (Lucy et al., 2010).

Tidigare riskvärderingar

Ebenhard (2019) tar upp två olika riskanalyser, en norsk och en svensk, i sin genomgång ”Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse”. Där har man gjort följande bedömningar:

Risikanalyser Norge (Gederaas et al. 2012):

- Vård för parasit eller sjukdomsalstrare: 1 (av 4) osannolikt

Risikanalyser Sverige (ArtDatabanken 2017):

- Överföring av parasiter eller patogener: 1 (av 4) ingen känd effekt: osannolikt

Riskvärdering

Kräftdjurspatogener

Merparten av de patogener som identifierats genom litteratursökningen har antingen inte påvisats utanför IAS naturliga utbredningsområde eller förefaller vara värdspecifika. Nedan riskvärderas de patogener som i dagsläget anses vara mest relevanta för Sverige. I **Tabell IAS2** finns en sammanställning och därefter följer de olika klassningarna per patogen. Tabellens utformning har hämtats från en ekosystemstjänstanalys av von Bahr och Ivarsson (2019). Därifrån har också klassningen av geografisk spridning (regional/nationell) av de olika arterna hämtats. I klassningen av spridningsrisk av WSSV från IAS till endemisk art har signalkräftan räknats som endemisk på grund av att den länge varit etablerad i Sverige och att en introduktion av en patogen till den arten sekundärt kan få omfattande effekter på flodkräftbeståndet.

Tabell IAS2. Sammanfattande riskvärdering avseende identifierade invasiva kräftdjursarter

	Blåskrabba <i>Hemigrapsus sanguineus</i>	Kinesisk ullhandskrabba <i>Eriocheir sinensis</i>	Marmorkräfta <i>Procambarus fallax f. virginialis</i>	Röd sumpkräfta <i>Procambarus clarkii</i>	Småprickig penselkrabba <i>Hemigrapsus takanoi</i>	Taggkindskräfta <i>Faxonius limosus</i>	Vitfingrad brackvattenskrabba <i>Rhithropanopeus harrisi</i>
Geografisk spridning	Regional	Nationell	Nationell	Nationell	Regional	Regional	Regional
Sjukdom/patogen							
Kräftpest / <i>Aphanomyces astaci</i>	I	1	1	1	1	1	1
Vitprickig kräftdjursjuka / WSSV	I	1	1	1	1	1	1

Röd	Betydande negativ samlad effekt/Mycket hög risk
Orange	Negativ samlad effekt/Måttlig risk
Gul	Viss negativ samlad effekt/Låg risk men inte obefintlig
Vit	Bedöms som ofarlig/ingen negativ effekt
Grå	Känd effekt saknas men kan inte uteslutas
1	Låg osäkerhet i bedömningen
2	Måttlig osäkerhet i bedömningen
3	Hög osäkerhet i bedömningen

Kräftpest (A. Astaci)

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

blåskrabba, småprickig penselkrabba, vitfingrad brackvattenskrabba: 0 (ej mottaglig)
kinesisk ullhandskrabba, marmorkräfta, röd sumpkräfta, taggkindskräfta: 3

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

Flodkräfta: 3

Övriga: 0

Sammantagen riskklassning

Kinesisk ullhandskrabba, marmorkräfta och röd sumpkräfta bedöms på grund av potentialen för nationell spridning utgöra en mycket hög risk för spridning av kräftpest samt potentiellt för introduktion av nya varianter (genotyper) av patogenen. Taggkindskräftan bedöms utgöra en måttlig risk för spridning av kräftpest och introduktion av nya varianter av patogenen. Övriga riskbedömda IAS (blåskrabba, småprickig penselkrabba och vitfingrad brackvattenskrabba) är inte visat mottagliga för kräftpest samt etablerar lokala populationer och bedöms därför inte utgöra någon risk för spridning av patogenen. Osäkerheten i bedömningen är måttlig, då arterna överlever i sötvatten och därmed potentiellt kan överföra kräftpest till flodkräfta, men sannolikheten för att arterna ska återfinnas i sötvatten där flodkräftor finns är oklar.

White Spot Syndrome virus (WSSV)

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

Samtliga sju IAS: 3

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

flodkräfta, signalkräfta, hummer, krabbtaska: 3

Sammantagen riskklassning

Samtliga sju IAS som utvärderats bedöms innebära en mycket hög risk för introduktion och spridning av WSSV. Osäkerheten i bedömningen är låg på grund av att alla utvärderade IAS samt tre endemiska arter och en etablerad IAS är känt mottagliga för infektionen.

Blötdjurspatogener

Merparten av de patogener som identifierats genom litteratursökningen har antingen inte påvisats utanför IAS naturliga utbredningsområde eller förefaller vara värdspecifika. Nedan riskvärderas de patogener som i dagsläget anses vara mest relevanta för Sverige. I **Tabell IAS3** finns en sammanställning och därefter följer de olika klassningarna per patogen. Tabellens utformning har hämtats från en ekosystemstjänstanalys av von Bahr och Ivarsson (2019). Därifrån har också klassningen av geografisk spridning (regional/nationell) av de olika arterna hämtats.

Tabell IAS3. Sammanfattande riskvärdering avseende identifierade invasiva blötdjursarter

	Amerikansk trågmussla <i>Rangia cuneata</i>	Japanskt jätteostron <i>Magallana gigas</i>	Nyzeeländsk tusensnäcka <i>Potamopyrgus antipodarum</i>	Vandramussla <i>Dreissena polymorpha</i>
Geografisk spridning	Regional	Regional	Regional	Regional
Sjukdom / patogen				
Bonamios / <i>B. ostreae</i> & <i>B. exitiosa</i>	2	3	1	1
Marteilios / <i>M. refringens</i> typ 0	2	3	1	1
Perkinsos / <i>P. marinus</i> & <i>P. olseni</i>	3	2	3	1

Röd	Betydande negativ samlad effekt/Mycket hög risk
Orange	Negativ samlad effekt/Måttlig risk
Gul	Viss negativ samlad effekt/Låg risk men inte obefintlig
Vit	Bedöms som ofarlig/ingen negativ effekt
Grå	Känd effekt saknas men kan inte uteslutas
1	Låg osäkerhet i bedömningen
2	Måttlig osäkerhet i bedömningen
3	Hög osäkerhet i bedömningen

Bonamios

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

Japanskt jätteostron: 2, övriga IAS: 1

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

Europeiskt ostron: 3

Blåmussla: 0

Hjärtmussla: 0

Östersjömussla: 0

Samman tagen riskklassning

Då enbart arter inom genus *Ostrea* anses naturligt mottagliga för bonamios bedöms de IAS som riskvärderats inte utgöra någon eller låg risk för introduktion. Osäkerheten i bedömningen är hög för japanskt jätteostron, måttlig för amerikansk trågmussla och låg för övriga arter. När det gäller japanskt jätteostron är tillgängliga data motsägelsefulla, men de verkar ha potential för att bära båda bonamia-arterna (Lynch et al., 2010; Culloty et al., 2019). Samtliga arter som listas som mottagliga i akvatiska manualen är bivalver (tvåskaliga blötdjur), varför osäkerheten avseende nyzeeländsk tusensnäcka (univalv/gastropod) har sänkts. Dessutom förekommer arten främst i söt- och brackvatten även om den tål saltvatten, vilket minskar osäkerheten ytterligare. Både amerikansk trågmussla och vandrarmussla är bivalver. Amerikansk trågmussla förekommer i brackvatten vilket är en osäkerhetsfaktor. Vandrarmussla förekommer enbart i sötvatten, varför osäkerheten i bedömningen anses låg.

Martelios (*Marteilia refringens* typ O)

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

Samtliga fyra IAS: 1

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

Europeiskt ostron: 3

Blåmussla: 0

Hjärtmussla: 0

Östersjömussla: 0

Ingen av de IAS som ingår i denna riskvärdering har hittills visats mottaglig för martelios. Japanskt jätteostron kan agera vektor för *P. grani* som finns i norska vatten och som kan bära på *M. refringens*. Därmed klassas risken för introduktion med japanskt jätteostron som låg men inte obefintlig. Övriga arter bedöms inte utgöra någon risk för introduktion och spridning av patogenen beroende på att de förekommer i söt- och brackvatten. Osäkerheten i bedömningen är hög avseende japanskt jätteostron, och låg avseende övriga arter. Både risken för introduktion och osäkerheten i bedömningen grundas på avsaknaden av data avseende mottaglighet. Samtliga arter som listas i akvatiska manualen är bivalver (tvåskaliga blötdjur). Nyzeeländsk tusensnäcka är en univalv/gastropod art och förekommer enbart i söt- och brackvatten, vilket minskar osäkerheten i bedömningen. Både amerikansk trågmussla och vandrarmussla är bivalver. Amerikansk trågmussla förekommer i brackvatten vilket är en osäkerhetsfaktor. Vandrarmussla förekommer enbart i sötvatten, varför osäkerheten i bedömningen anses låg.

Perkinsos

Primär klassning av patogen (mottaglighet hos IAS)

Japanskt jätteostron: 3

Amerikansk trågmussla, nyzeeländsk tusensnäcka, vandrarmussla: 1

Klassning av spridningsrisk från IAS till endemisk art (mottaglighet hos endemisk art)

Europeiskt ostron: 1

Blåmussla: 1

Hjärtmussla: 1

Östersjömussla: 3

Amerikansk trågmussla och japanskt jätteostron bedöms utgöra en måttlig risk för introduktion av perkinos till bestånd av ostron, blåmusslor och hjärtmusslor (framför allt smitta med *P. olseni*)

samt Östersjömussla. Trots det svenska namnet Östersjömussla finns nämligen arten på västkusten och även i Nordatlanten, och därmed i områden där *M. gigas* kan, och har, etablerat sig. För nyzeeländsk tusensnäcka bedöms risken som låg och för vandarmussla anses ingen risk föreligga. Osäkerheten i bedömningen är hög avseende amerikansk trågmussla och nyzeeländsk tusensnäcka, när det gäller *P. olsenii*. Detta på grund av att det finns oklarheter i värdspektrum för parasiten, både avseende IAS och våra endemiska arter. Både amerikansk trågmussla och nyzeeländsk tusensnäcka förekommer i Frankrike, där också *P. olsenii* finns, vilket ger potential för infektion om arterna är mottagliga. En osäkerhetsfaktor är också att vi inte vet om svenska västkusten har något mynningsområde med lämpliga förutsättningar för att arterna skulle kunna etableras och överföra eventuell smitta till endemiska arter. För *P. marinus* bedöms risken för introduktion som i princip noll och osäkerheten i bedömningen som låg på grund av att parasiten i princip enbart förekommer på *C. virginica*, även om parasiten och trågmusslor förekommer i samma vatten i trågmusslans ursprungliga utbredningsområde (*pers. kommunikation, Ryan Carnegie, Virginia Institute of Marine Science*). Osäkerheten i bedömningen är måttligt avseende japanskt jätteostron, främst baserat på oklarheter i mottaglighet hos våra endemiska arter. Vandarmussla förekommer enbart i söt- eller brackvatten, varför osäkerheten i bedömningen trots allt anses låg.

DISKUSSION

Urvalet av IAS har gjorts utifrån arter som påvisats i Sverige eller i vårt närområde. Det kommer med all säkerhet rapporteras fynd av andra främmande vattenlevande arter framöver. Dessutom kan nya fakta avseende mottaglighet för olika kända eller nya patogener tillkomma. Vi anser därför att detta bör vara ett levande dokument som uppdateras vid behov eller med ett visst intervall.

Då det totala antalet beskrivna patogener är stort och mycket skiftande för de olika IAS som behandlas här, och mängden tillgänglig information om dessa patogener är väldigt varierande, har vi valt att enbart riskvärdera de patogener som tas upp i OIE:s akvatiska manual som särskilt viktiga infektioner hos kräft- och blötdjur, och som kan vara relevanta för Sverige.

För kräftdjur är kräftpest och WSSV de patogener som SVA anser är mest akuta att övervaka. Kräftpest får klassningen ”betydande negativ samlad effekt/mycket hög risk” och ”låg osäkerhet” i bedömningen för alla invasiva sötvattenskräftarter. WSSV får samma bedömning, men för alla invasiva kräftdjursarter. Kräftpest är sedan länge introducerad i Sverige, och etablerad inom ett stort område i södra och mellersta delarna av landet. Den fortsätter att sprida sig till nya, tidigare fria, områden, och utgör det störta hotet mot den endemiska flodkräftan. Nya introduktioner av sötvattenskräftor, inklusive signalkräfta eller av ullhandskrabbor, riskerar att ytterligare försvåra situationen.

För blötdjur anser SVA bonamios, marteilios och perkinsos vara mest relevanta för Sverige. Här är bedömningen betydligt mer osäker på grund av att vi inte kan hitta fullständig information om huruvida de invasiva blötdjursarter som ingår i riskvärderingen kan smittas av sjukdomarna. Vi bedömer att japanska jätteostron totalt sett innebär den största risken då de är mottagliga för perkinsos, potentiellt kan infekteras av bonamios samt kan härbärgera vektorer för marteilios. Marteilia-liknande infektioner utan artbestämning har visats hos bland annat hjärtmussla och hos *Crassostrea virginica* (Berthe et al., 2004; López-Flores et al., 2008). *Marteilia refringens* har dock aldrig påvisats hos hjärtmussla, utan man har artbestämt hjärtmusslans Marteilia till *M. cochillia* (Carrasco et al., 2013). Vi bedömer därför inte att det finns någon risk för spridning av *M. refringens* till den arten. *Perkinsus olsenii* har ett brett värdspektrum, och bedömningen blir därför mycket osäker avseende arter som inte har undersökts. Samtidigt bör den patogenen alltid ses som ett stort hot mot blötdjursbestånd på grund av den sannolikt kan infektera de flesta

blötdjursarter (*pers. kommunikation, Ryan Carnegie, Virginia Institute of Marine Science*). Både amerikansk trågmussla och nyzeeländsk tusensnäcka föredrar en salinitet <15 ppt, och skulle potentiellt kunna förekomma i mynningsområden på västkusten. Vandrarmusslan behöver sötvatten och torde inte utgöra en risk för introduktion av någon av dessa tre marina sjukdomar.

Vi har gått igenom tillgänglig information som finns samlad av några större organisationer (the Global Invasive Species Database, AquaNIS och CABI Invasive species. Information avseende vissa patogener och för vissa IAS kunde identifieras där. Som komplettering har vi sökt i PubMed och via direkt googling, eftersom många av de tidskrifter som publicerar artiklar om vattenlevande organismer inte är indexerade i PubMed. Ett annat observandum är att litteratur om vissa ordningar / klasser av vattenlevande parasiter främst verkar ha publicerats i ryskspråkiga tidskrifter, och dessa har vi inte kunnat läsa.

För de flesta arter av invasiva kräft- eller blötdjur är infektionsspektrat lite studerat. De enda egentliga undantagen är arter som hålls i akvakultur. Sådana undantag är kinesisk ullhandskrabba (*Eriocheir sinensis*) och röd sumprkräfta (*Procambarus clarkii*), som är mycket viktiga arter inom akvakultur i vissa länder i Asien, framför allt i Kina. Sjukdomsutbrott som rapporteras från akvakulturanläggningar kan dock ge en missvisande bild för arten som helhet/vilda populationer, då problemen ofta är korrelerade till djurhållning (täta bestånd och med starkt fokus på tillväxt och produktion vilket ger suboptimala förhållanden för sjukdomsfrihet). Samtidigt kan vilda populationer kan drabbas hårt av sjukdom och massdöd utan att detta uppmärksammas av forskare eller allmänheten.

Nya parasiter rapporteras ständigt, och ännu fler kommer att kunna identifieras med nya tekniker som massiv parallellsekvensering av olika provtyper, och som har fått en allt större användning. Det finns ännu bara ett fåtal publicerade studier som använder dessa tekniker (Amarasiri et al., 2021) men på DNAquaNets konferens våren 2021 presenterades många pågående studier (<https://symposium.inrae.fr/dnaqua-conference-evian2021>). De patogener som rapporterats infektera IAS och som vi redovisar här utgör med största sannolikhet bara toppen på ett isberg. Vad som i framtiden kommer att vara de stora utmaningarna avseende att förhindra introduktion/spridning av patogener med invasiva främmande kräft- eller blötdjursarter går inte att sia om.

Ett intressant resonemang som framkommit i några artiklar är huruvida invasiva arter har en fördel i sin nya miljö om de inte bär med sig patogener som drabbar dem inom deras endemiska utbredningsområde. Ett exempel är de rotfotingar som blåskrabba och småprickig penselkrabba kan vara hårt drabbade av, men som inte påvisats i de områden där krabborna är invasiva. De skulle då kunna slippa de begränsningar i tillväxt, försvagat immunsystem, sjukdom och död som parasiter, bakterier eller virus orsakar hos sin värd. En sådan fördel kan dock starkt motverkas om det finns endemiska patogener som kan infektera den invasiva arten, då denna troligen har betydligt svårare att hantera en sådan infektion (Keogh et al., 2017). Vi hoppas att mer forskning relaterat till denna typ av frågeställningar publiceras framöver.

I den här riskvärderingen har vi främst fokuserat på patogener som är främmande för Sverige. Undantaget är kräftpest, som numera är endemisk och har haft fruktansvärda konsekvenser för Sverige. Ytterligare en endemisk infektion har identifierats, nämligen infektion med *Psorospermium* sp. hos ursprungsvarianten av marmorkräfta (*P. fallax*). *Psorospermium* sp. är relativt vanligt förekommande hos flodkräftor i Sverige, men parasitsläktet är mycket litet studerat och genetisk information saknas. Huruvida det är samma art som påvisats hos *P. fallax* som hos kräftor i Sverige vet vi inte. Vi har inte tagit hänsyn till den infektionen i riskvärderingen då den inte anses utgöra någon stor risk för flodkräftor, som är den mottagliga endemiska arten. I övrigt är

det svårt att sja om vilka endemiska patogener som skulle kunna drabba IAS, med undantag för *Vibrio* spp. (se nedanstående stycke). Därmed är det också svårt att göra en riskvärdering, men man bör ha i åtanke att endemiska patogener potentiellt kan få en ökad spridning till följd av att en ny värd uppträder i miljön.

En aspekt avseende infektioner som inte inkluderats i riskvärderingen är potentialen för att vissa infektioner sänker IAS immunförsvar och gör dem mer mottagliga för sekundära infektioner. Där är ett exempel ostromherpesvirus som ger immunosuppression hos japanska jätteostron och banar väg för opportunistiska bakterier. Ostromherpes i sig utgör ingen risk för våra endemiska bestånd men en kraftig uppförökning av bakterier som till exempel *Vibrio aesturianus* hos japanska jätteostron skulle kunna få negativa konsekvenser för bestånd i närområdet av utbrottet.

IAS kan inte bara föra med sig patogener, det finns även beskrivet att arter med invasiv potential kan "lifa" med andra invaderande arter. Ett exempel är amerikansk trågmussla, som kan bära vandarmusslor på sina skal. Trågmusslan härstammar från Mellanamerika, och vandarmusslan från Ryssland. I en studie från Polen, dit båda arterna spridit sig och betraktas som invasiva, kunde man observera vandarmussla som epibiont på trågmusslor (Kornijów et al., 2018). De biologiska konsekvenserna av detta är oklara, kanske utgör epibionterna en hämnade faktor för trågmusslan, genom att försvåra för dem att gräva ner sig, eller öka risken för att de blir uppätta av fiskar. Likaså beskrivs japanska jätteostron som vektor för två andra IAS, en tvättsvamp och en copepod gälparasit (www.cabi.org/ISC). Flera sådana möten mellan IAS kommer säkerligen att beskrivas framöver.

Slutligen finns anledning att fundera över huruvida lungflundran skulle kunna göra inträde i Sverige som humanpatogen via kinesiska ullhandskrabbor i våra vatten. En riskvärdering har inte gjorts, dels därför att fokus för denna riskvärdering var kräftdjurs- och blötdjurspatogener, dels därför att en sådan riskvärdering bör göras i samarbete med Folkhälsomyndigheten och SLU för att täcka upp humana, veterinära och biologiska aspekter. Kinesisk ullhandskrabba konsumeras inte i Sverige, men upphittade exemplar hanteras, och vi vet inte om endemiska krabbor har möjlighet att agera mellanvärd. Ytterligare mellanvärdar krävs i parasitens livscykel, och vi vet inte om liknande arter i vår endemiska fauna kan ta över den rollen eller inte.

SLUTSATS

De utvärderade invasiva kräftdjursarterna bedöms innebära en överhängande risk för introduktion och spridning av vitprickig kräftdjursjuk, och en del av dem innebär även en överhängande risk för vidare spridning av kräftpest. Övriga identifierade patogener är mer svårbedömda. De utvärderade invasiva blötdjursarterna bedöms innebära en låg eller obefintlig risk för introduktion av bonamios, marteilios och perkinsos. Osäkerheten i den bedömningen är dock relativt hög eftersom data saknas.

Bristen på data gör att detta bör vara ett levande dokument som uppdateras med jämna mellanrum eller vid behov, till exempel om nya rön avseende någon IAS eller patogen framkommer.

REFERENSER

- Alvarez, F., Hines, A.H., Reaka-Kudla, M.L. (1995). The effects of parasitism by the barnacle *Loxothylacus panopaei* (Gissler) (Cirripedia: Rhizocephala) on growth and survival of the host crab *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) (Brachyura: Xanthidae). *J Exp Marine Biol Ecol* 192(2): 221-232
- Amarasiri, M., Furukawa, T., Nakajima, F., Sei, K. (2021). Pathogens and disease vectors/hosts monitoring in aquatic environments: Potential of using eDNA/eRNA based approach. *Sci Total Environ* 796: 148810.
- Audemard, C., Carnegie, R.B., Stokes, N.A., Burreson, E.M., Bishop, M.J. (2005). Salinity effects on the susceptibility to and persistence of *Bonamia ostreae* and *Bonamia* sp. in *Crassostrea ariakensis*. *J Shellfish Res* 24: 639
- Berthe, F.C.J., Le Roux, F., Adlard, R.D., Figueras, A. (2004). Marteiliosis in molluscs: A review. *Aquat Living Resour* 17: 433-448
- Bi, K., Huang, H., Gu, W., Wang, J., Wang, W. (2008). Phylogenetic analysis of spiroplasmas from three freshwater crustaceans (*Eriocheir sinensis*, *Procambarus clarkia* and *Penaeus vannamei*) in China. *J Invertebr Pathol* 99: 57-65
- Bojko, J., Behringer, D.C., Moler, P., Stratton, C.E.L., Reisinger, L. (2020). A new lineage of crayfish-infecting Microsporidia: The *Cambaraspora floridanus* n. gen. n. sp. (Glugeida: Glugeidae) complex from Floridian freshwaters (USA). *J Invertebr Pathol* 171: 107345
- Boland, J.M., Vaszar, L.T., Jones, J.L., Mathison, B.A., Rovzar, M.A., Colby, T.V., Leslie, K.O., Tazelaar, H.D. (2011). Pleuropulmonary infection by *Paragonimus westermani* in the United States: a rare cause of eosinophilic pneumonia after ingestion of live crabs. *Am J Surg Pathol* 35(5): 707-713
- Carnegie, R.B., Cochenec-Laureau, N. (2004). Microcell parasites of oysters: Recent insights and future trends. *Aquat Living Resour* 17: 519-528
- Carrasco, N., Arzul, I., Chollet, B., Robert, M., Joly, J.P., Furones, M.D., Berthe, F.C. (2008). Comparative experimental infection of the copepod *Paracartia grani* with *Marteilia refringens* and *Marteilia maurini*. *J Fish Di* 31(7): 497-504
- Carrasco, N., Hine, P.M., Durfort, M., Andree, K.B., Malchus, N., Lacuesta, B., González, M., AnaRoque, A., Rodgers, C., Furones, M.D. (2013). *Marteilia cochillia* sp. nov., a new *Marteilia* species affecting the edible cockle *Cerastoderma edule* in European waters. *Aquaculture* 412-413: 223-230
- Conn, D.B., Ricciardi, A., Babapulle, M.N., Klein, K.A., Rosen, D.A (1996). *Chaetogaster limnaei* (annelida: oligochaeta) as a parasite of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*, and the quagga mussel *Dreissena bugensis* (mollusca: bivalvia). *Parasitol Res* 82 (1): 1-7
- Cowley, J.A. (2016). Nidoviruses of Fish and Crustaceans. I: *Aquaculture Virology*, kap 32: 443-472. Elsevier, ISBN 978-0-12-801573-5
- Culloty, S.C., Novoa, B., Pernas, M., Longshaw, .M, Mulcahy, M., Feist, S., Figueras, A. (1999). Susceptibility of a number of bivalve species to the protozoan parasite *Bonamia ostreae* and their ability to act as vectors for this parasite. *Dis Aquat Org* 37: 73-80
- Ebenhard, T. (2019): Spridningsvägar för invasiva främmande arter av unionsbetydelse. Redovisning av uppdrag från Naturvårdsverket, NV-04839-17. Centrum för Biologisk mångfald, SLU, skriftserie nr 110. ISBN: 978-91-88083-19-7

https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/cbm/skrifter-publikationer/ias-rapport-ebenhard_190515.pdf

Feng, Y., Li, M., Duan, H., Li, L., Ouyang, P., Chen, D., Geng, Y., Huang, X., Yang, S., Yin, L., Jiang, J., Zhang, X. (2021). Microbial analysis reveals the potential colonization of pathogens in the intestine of crayfish (*Procambarus clarkii*) in traditional aquaculture environments. *Ecotox Environ Saf* 224: 112705

Flowers, E.M., Bachvaroff, T.R., Warg, J.V., Neill, J.D., Killian, M.L., Vinagre, A.S., Brown, S., Almeida, A.S., Schott, E.J. (2021). Genome sequence analysis of CsRV1: A pathogenic reovirus that infects the Blue crab *Callinectes sapidus* across its trans-hemispheric range. *Front Microbiol* 7: 126

Francesconi, C., Makkonen, J., Schrimpf, A., Jussila, J., Kokko, H., Thessinger, K. (2021). Controlled infection experiment with *Aphanomyces astaci* provides additional evidence for latent infections and resistance in freshwater crayfish. *Front Ecol Evol*
<https://doi.org/10.3389/fevo.2021.647037>

HaV (2016). Risk assessment of American lobster (*Homarus americanus*). Swedish Agency for Marine and Water Management Report 2016:4. ISBN 978-91-87967-09-2. [FULLTEXT01.pdf](#) ([diva-portal.org](#))

Hobbs, Jr., Horton H. (1989). An Illustrated Checklist of the American Crayfishes (Decapoda: Astacidae, Cambaridae, and Parastacidae), *Smithson Contrib Zool* no. 480

Huang, P., Shen, G., Gong, J., Zhu, M., Wang, Y., Zhang, X., Hashimu Ame, K., Zang, Y., Shen, H. (2021). A novel Dicistro-like virus discovered in *Procambarus clarkii* with "Black May" disease. *J Fish Dis* 44(6): 803-810

ICES. (2015). Report of the Working Group on Pathology and Diseases of Marine Organisms (WGPDMO), 24–28 February 2015, Helsinki, Finland. *ICES CM* 2015/SSGHIE:01 1–124

Jiravanichpaisal, P., Söderhäll, K., Söderhäll, I. (2004). Effect of water temperature on the immune response and infectivity pattern of white spot syndrome virus (WSSV) in freshwater crayfish. *Fish Shellfish Immunol* 17: 265–275

Karatayev, A.Y., Mastitsky, S.E., Burlakova, L.E., Molloy, D.P., Vezhnovets, G.G. (2003). Seasonal dynamics of endosymbiotic ciliates and nematodes in *Dreissena polymorpha*. *J Invertebr Pathol* 83(1): 73-82

Keller, N.S., Pfeiffer, M., Roessink, I., Schulz, R., Schrimpf, A. (2014). First evidence of crayfish plague agent in populations of the marbled crayfish (*Procambarus fallax forma virginialis*). *Knowl Manag Aquat Ecosyst* 414: 15. DOI: 10.1051/kmae/2014032

Keogh, C.L., Miura, O., Nishimura, T., Byers, J.E. (2017). The double edge to parasite escape: invasive host is less infected but more infectable. *Ecology* 98(9): 2241-2247

Kerr, R., Ward, G.M., Stentiford, G.D., Alfjorden, A., Mortensen, S., Bignell, J.P., Feist, S.W.A. Villalba, A., Carballal, M.J., Cao, A., Arzul, I., Ryder, D., Bass, D. (2018). *Marteilia refringens* and *Marteilia pararefringens* sp. nov. are distinct parasites of bivalves and have different European distributions. *Parasitol* 145(11): 1483–1492. doi: [10.1017/S003118201800063X](https://doi.org/10.1017/S003118201800063X)

Kibenge, F.S.B., Godoy, M.G. (2016). Reoviruses of aquatic organisms. I: *Aquaculture Virol*, kap 14: 205-236. Elsevier, ISBN 978-0-12-801573-5

Krell, P.J. (2021). Reoviruses of Invertebrates (Reoviridae). I: *Encyclopedia of Virology*, 4e upplagan: 867- 882. Elsevier, ISBN 978-0-12-814516-6; <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814515-9.00084-9>

Kornijów, R., Pawlikowski, K., Drgas, A., Rolbiecki, L., Rychter, A. (2018). Mortality of post-settlement clams *Rangia cuneata* (Mactridae, Bivalvia) at an early stage of invasion in the Vistula lagoon (South Baltic) due to biotic and abiotic factors. *Hydrobiol* 811: 207–219

López-Flores, I., Robles, F., Valencia, J.M., Grau, A., Villalba, A., de la Herrán, R., Garrido-Ramos, M.A., Ruiz-Rejón, C., Ruiz-Rejón, M., Navas, J.I. (2008). Detection of *Marteilia refringens* using nested PCR and in situ hybridisation in *Chamelea gallina* from the Balearic Islands (Spain). *Dis Aquat Org* 82(1): 79-87

Lucy, F.E., Connolly, M., Graczyk, T.K., Tamang, K., Sullivan, M.R., Mastitsky, S.E. (2010). Zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) are effective sentinels of water quality irrespective of their size. *Aquat Invasions* 5(1): 49-57

Lynch, S.A., Abollo, E., Ramilo, A., Cao, A., Culloty, S.C., Villalba, A. (2010). Observations raise the question if the Pacific oyster, *Crassostrea gigas*, can act as either a carrier or a reservoir for *Bonamia ostreae* or *Bonamia exitiosa*. *Parasitol* 137(10):1515-1526. doi: 10.1017/S0031182010000326.

Marchand, J. (1974). Présence de *Michinia* sp. (Haplosporida - Haplosporidiiæ) chez le xanthide *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) tridentatus (Maitland) dans le canal de Caen à la Mer. *Rev Trav Inst Pêches Marit* 38(2): 209-213

Mastitsky, S.E., Veres, J.K. (2010). Field evidence for a parasite spillback caused by exotic mollusc *Dreissena polymorpha* in an invaded lake. *Parasitol Res* 106(3): 667-675

McDermott, J.J. (2011). Parasites of shore crabs in the genus *Hemigrapsus* (Decapoda: Brachyura: Varunidae) and their status in crabs geographically displaced: a review. *J Nat Hist* 45: 2419–2441

Minguez, L., Molloy, D.P., Guérol, F., Giambérini, L. (2011). Zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) parasites: potentially useful bioindicators of freshwater quality? *Water Res* 45(2): 665-673

Molloy, D.P., Karatayev, A.Y., Burlakova, L.E., Kurandina, D.P., Laruelle, F. (1997). Natural enemies of zebra mussels: Predators, parasites, and ecological competitors. *Rev Fish Sci* 5: 27-97

Molloy, D.P., Lynn, D.H., Giamberini, L. (2005). *Ophryoglena hemophaga* n. sp. (Ciliophora: Ophryoglenidae): a parasite of the digestive gland of zebra mussels *Dreissena polymorpha*. *Dis Aquat Org* 65(3): 237-243

Molloy, D.P., Giamberini, L., Stokes, N.A., Burreson, E.M., Ovcharenko, M.A. (2012). *Haplosporidium raabei* n. sp. (Haplosporidia): a parasite of zebra mussels, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). *Parasitol* 139(4): 463-477

Mortensen, S., Strand, Å., Bodvin, T., Alfjorden, A., Skår, C.K., Jelmert, A., Aspán, A., Sælemyr, L., Naustvoll, L.J., Albretsen, J. (2016). Summer mortalities and detection of ostreid herpesvirus microvariant in Pacific oyster *Crassostrea gigas* in Sweden and Norway. *Dis Aquat Org* 117(3): 171-176

OIE (2016). Report of the meeting of the OIE *Ad Hoc* group on susceptibility of crustacean species to infection with OIE listed diseases. Paris, 1-3 Juni. <https://www.oie.int/app/uploads/2021/10/a-ahg-susceptibility-of-crustaceans-june-2016.pdf>

- Pace, B.T., Hawke, J.P., Subramanian, R., Green, C.C. (2020). Experimental inoculation of Louisiana red swamp crayfish *Procambarus clarkii* with white spot syndrome virus (WSSV). *Dis Aquat Org* 120(2): 143-150
- Payen, G.G., Bonami, J.R. (1979). Mise en évidence de particules d'allure virale associées aux noyaux des cellules mésodermiques de la zone germinative testiculaire du crabe *Rhithropanopeus harrisi* (Gould) (Brachyura, Xanthidae). *Rev Trav Inst Pêches Marit* 43: 361-365
- Peribáñez, M.A., Elrío, M.L., Gracia, M.J., Fernández de Luco, D., Castillo, J.A., Lucientes, J., Cia, I. (2006). *Phyllodistomum folium* (Trematoda: Gorgoderidae) infecting zebra mussels (*Dreissena polymorpha*) in the Ebro River, Spain. *Parasitol Int* 55(2): 143-145
- Petton, B., Destoumieux-Garzón, D., Pernet, F., Toulza, E., de Lorgeril, J., Degremont, L., Mitta, G. (2021). The Pacific Oyster Mortality Syndrome, a Polymicrobial and Multifactorial Disease: State of Knowledge and Future Directions. *Front Immunol* 12: 630343.
- Sars, G.O. (1904). Description of *Paracartia grani*, G.O. Sars, a peculiar calanoid occurring in some oysterbeds of western Norway. *Bergens Museums Aarbog* 4: 1-16
- Svoboda, J., Kozubíková-Balcarová, E., Kouba, A., Buřič, M., Kozák, P., Diéguez-Uribeondo, J., Petrušek, A. (2013). Temporal dynamics of spore release of the crayfish plague pathogen from its natural host, American spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*), evaluated by transmission experiments. *Parasitol* 140(6): 792-801
- Stebbing, P.D., Pond, M.J., Peeler, E., Small, H.J., Greenwood, S.J., Verner-Jeffreys, D. (2012). Limited prevalence of gaffkaemia (*Aerococcus viridans* var. *homari*) isolated from wild-caught European lobsters *Homarus Gammarus* in England and Wales. *Dis Aquat Org* 100: 159-167
- Stentiford, G.D., Neil, D.M., Peeler, E.J., Shields, J.D., Small, H.J., Flegel, T.W., Vlak, J.M., Jones, B., Morado, F., Moss, S., Lotz, J., Bartholomay, L., Behringer, D.C., Hauton, C., Lightner, D.V. (2012). Disease will limit future food supply from the global crustacean fishery and aquaculture sectors. *J Invertebr Pathol* 110(2): 41-157
- SVA (2021). Hälsoövervakning av vildlevande fisk, kräftdjur och blötdjur 2020. Del 8. Invasiva främmande arter: 125-132. [rapport-hälsoövervakning-av-vildlevande-fisk-kräftdjur-och-blötdjur-2020.pdf \(sva.se\)](https://www.sva.se/rapport-hälsoövervakning-av-vildlevande-fisk-kräftdjur-och-blötdjur-2020.pdf)
- Von Bahr, E., Ivarsson, M. (2019). Ekosystemanalys av invasiva främmande arter. Rapport till Havs- och vattenmyndigheten. COWI AB
- Yamaguchi, T., Tokunaga, S., Aratake, H. (1994). Contagious infection by the rhizocephalan parasite *Sacculina* sp. in the grapsid crab *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan). *Crustacean Res* 23: 89-119
- Yamaguchi, T., Aratake, H. (1997). Morphological modifications caused by *Sacculina polygenea* in *Hemigrapsus sanguineus* (De Haan) (Brachyura: Grapsidae). *Crustacean res* 26: 125-145
- Zbikowski, J., Zbikowska, E. (2009). Invaders of an invader - trematodes in *Potamopyrgus antipodarum* in Poland. *J Invertebr Pathol* 101(1): 67-70
- Zhang, S., Bonami, J.R. (2007). A roni-like virus associated with mortalities of the freshwater crab, *Eriocheir sinensis* Milne Edwards, cultured in China, exhibiting "sighs disease" and black gill syndrome. *J Fish Dis* 30: 181-186

Wang, W., Wen, B., Gasparich, G.E., Zhu, N., Rong, L., Chen, J., Xu., Z. (2004). A Spiroplasma associated with tremor disease in the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). *Microbiol* 150: 3035–3040

Wang W., Wei, G., Gasparich G.E, Bi, K., Ou, J., Meng, Q., Liang, T., Feng, Q., Zhang, J., Zhang, Y. (2011). *Spiroplasma eriocheiris* sp. nov., associated with mortality in the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis*. *Int J Syst Evol Microbiol* 61: 703-708