



2016-02-19
SVA 2014/764
SJV 6.2.18 10666/2014

Slutredovisning av projekt finansierade med medel ur anslaget 1:6 ”Bekämpande av smittsamma husdjurssjukdomar 2015”

Ange typ av anslagspost:

1 2 3 4

PROJEKTANSVARIG

Förnamn Charlotte	Efternamn Axén
Adress	
Postnr 751 89	Postadress Uppsala
e-post charlotte.axen@sva.se	
Fast telefon 018-67 43 76	
Mobiltelefon 072-585 43 76	

Projekttitel Överföring av BKD-smitta mellan odlade och vilda bestånd i ett vattenområde.	Projektkonto 4515-520014
--	------------------------------------

Sammanfattning

Projektets syfte har varit att undersöka om BKD-smitta kan överföras mellan odlad och vildfisk i vattenområden med en konstaterat infekterad kassodling. Att göra en bedömning av hur lätt smitta etablerar sig i den vilda fiskpopulationen är nödvändig för riskbedömningar inför sanering av smittade kassodlingar och för att bedöma risken för att smitta sprids till andra kassodlingar i vattensystemet.

Vildfångad fisk från tre olika vattenområden där BKD konstaterats i kassodlingar har undersökts för att se om smittan har spridits till vildfisk. Harr, sik och öring har provtagits med flera olika provtagningsmetoder. I ett vattenområde har en BKD-smittad fisk konstaterats, fångad uppströms kassodlingen. I ett område nedströms odlingen var 10% av provtagna fiskar positiva

för BKD med ELISA, vilket visar att fiskarna med största sannolikhet utsatts för BKD-smitta; PCR-analys kunde dock inte konfirmera en pågående infektion.

Studien visar att vildfångad fisk kan vara bärare av BKD i vattenområden där kassodlad fisk varit drabbad av BKD. Vi kan dock inte dra några slutsatser om var smittan först uppträdde, hos vildfisk eller i odlingen, och därmed inte veta om BKD spridits till eller från vildfisken.

SLUTREDOVISNING

Bakgrund

Renibakterios (BKD) är en smittsam sjukdom som orsakas av bakterien *Renibacterium salmoninarum*, och förekommer i de flesta delar av världen där laxfisk odlas eller förekommer vilt. *R. salmoninarum* är en liten, orörlig, icke-sporbildande, icke-syrafast, Gram-positiv bakterie. Den är fakultativt intracellulär och långsamväxande, och orsakar vanligen en smygande systemisk infektion, där öppen sjukdom sällan visar sig innan den infekterade fisken är 6-12 månader gamla. Sjukdomen förekommer både i söt- och saltvatten (OIE, 2003).

Smittan kan överföras både horisontellt från smittad till frisk fisk, och vertikalt från honan till rommen. Desinfektion av rommen dödar inte bakterien, eftersom den är intracellulär, och finns inne i romkornen. Smitta kan också överföras via vatten, foder eller fiskeutrustning.

Alla laxfiskarter anses i princip vara mottagliga för BKD, men deras känslighet för sjukdom varierar. Typiska symtom hos smittad fisk är minskad tillväxt och en kontinuerlig låg dödlighet som kan vara svår att upptäcka. Eftersom sjukdomsförloppet är smygande, kan smittan vara ordentligt etablerad i en odling innan ett utbrott sker. Utbrott är vanligast under vår och höst, då vattentemperaturen är mellan 7 och 15 grader, och sker då framför allt i täta bestånd, t ex vid kassodling, eller vid stress. I Sverige har förhöjd dödlighet särskilt drabbat lax och röding med en dödlighet på upp till 80 %, medan regnbåge har varit mer motståndskraftig. Regnbågen kan trots detta vara bärare av bakterien och hålla infektionen etablerad i ett bestånd utan att visa yttre tecken på sjukdom. Öring räknas som intermediärt känslig, medan känsligheten hos harr och sik är dåligt undersökt. Särskilt hos tåligare fiskar kan sjukdomen bli kronisk, med låg uppförökning av bakterien, låg prevalens och långvarig persistens. Som symptomfria smittbärare utgör de en reservoar för bakterien, och kan överföra smitta till mer känsliga arter.

I vattensystemet med kassodlingar där BKD-smitta konstaterats och där det finns vilda populationer av öring, harr och sik, är det möjligt att dessa kan infekteras och sedan sprida smittan vidare i vattensystemet. Om ytterligare odlingar finns nedströms kan smittan spridas dit om vildpopulationen är infekterad.

Att göra en bedömning av hur lätt smittan etablerar sig i den vilda fiskpopulationen är nödvändig för att kunna göra riskbedömningar för återinfektion av sanerade odlingar, och för att bedöma risken att andra odlingar i samma vattensystem smittas.

Syfte & mål med projektet:

Målet var att se hur lätt BKD etablerar sig hos vildfisken i ett vattenområde där odlad fisk påvisats vara infekterad. Detta är viktig information ur flera aspekter avseende nyttan med sanering av en infekterad odling:

- 1) finns risk att odlingen blir återinfekterad på grund av smitta i det vilda beståndet?
- 2) hur stor är risken för att smittan sprids till det vilda beståndet?
- 3) vad är risken för att smittan kommer att föras nedströms inom samma vattensystem och drabba ytterligare odlingar?

Referens

OIE (2003) Bacterial kidney disease (*Renibacterium salmoninarum*). Manual of diagnostic tests for aquatic animals 2003. World Organisation for Animal Health (Office International des Épizooties), Paris.

Material och metoder (och i förekommandefall geografisk fördelning respektive produktionsplatsnummer)

Provinsamling

Målet var att fånga 300 individer av viltlevande öring, har och sik i ett vattenområde där det funnits konstaterad BKD-smitta i en kassodling.

Planering och provtagning har gjorts tillsammans med länsveterinär Johan Olsson och länsfiskekonsulten Joakim Svensson, Länsstyrelsen i Jämtland. De tog även hjälp av fritidsfiskare i området. Dessutom iordningställdes provtagningspaket med svabbar, provtagningsinstruktioner och kuvert för insändande av prover, som delades ut till intresserade fritidsfiskare.

Då vi inte lyckades fånga tillräckligt med fisk i Ströms-Vattudal-området, har vi även fått hjälp med insamling av Mats Grönlund, fritids- och fiskeriintendent vid Vilhelmina kommun och Tina Hedlund, Aquanord AB, Storuman.

Provtagning

Infångade fiskar har provtagits med den icke-letala provtagningsmetod som utarbetats i ett tidigare projekt finansierat av JV (Dnr 6.2 18-2867/14 anslaget 1:6). Metoden innebär att man med hjälp av bomullspinnar svabbar gälar och kloak. I en nyligen publicerad studie där icke-letala provtagningsmetoder utvärderats (Elliott et al., 2015) fann författarna att hudsvabbar var den metod som bäst korrelerade med bakterie-förekomsten i njuren hos provtagna fiskar. Ett antal hudsvabbar togs därför i förevarande projekt. Svabbarna skickades sedan till SVA för analys. Om proverna inte kunde analyseras vid ankomst till laboratoriet förvarades de i -70° C. Ett urval fiskar avlivades för att möjliggöra uttag av njurprover för ELISA och PCR-analyser.

Laboratorie-analyser

Uttagna prover har analyserats för BKD med realtids-PCR (poolade svabbar från gäle & kloak, svabbar från hud, och njurprover) enligt Jansson et al., 2008, eller med ELISA-teknik (njurprover) enligt Jansson et al., 1996. BKD-ELISA identifierar ett protein som finns i bakteriens cellvägg och som även utsöndras i vävnaden. Detta protein kan finnas kvar i vävnaden även om bakterien har eliminerats. Vid positivt ELISA-resultat ska diagnosen verifieras genom undersökning med realtids-PCR, som identifierar en gen hos bakterien och påvisar en aktivt pågående infektion.

Referenser

Elliott DG, McKibben CL, Conway CM, Purcell MK, Chase DM, Applegate LJ. Testing of candidate non-lethal sampling methods for detection of *Renibacterium salmoninarum* in juvenile Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. Dis Aquat Organ. 2015 May 11;114(1):21-43.

Jansson, E., T. Hongslo, J. Höglund and O. Ljungberg (1996). "Comparative evaluation of bacterial culture and two ELISA techniques for the detection of *Renibacterium salmoninarum* antigens in salmonid kidney tissues." Diseases of aquatic organisms 27: 197-206.

Resultat

Insamlande av fiskar för provtagning

Våren och sommaren 2015 var mycket sval, och lämpliga vattentemperaturer för att fånga fisken uppnåddes först till sommaren. Två större provtagningar gjordes i juni och september i Ströms-Vattudal i Ångermanälvens vattensystem. Totalt fångades 29 harrar, 88 sikar, 16 öringar och 25 rödingar från sju olika provtagningsplatser i området, se karta 1. Alla rödingar och sex öringar kommer från provtagningsplats A på kartan, Kvarnbergsvattnet. Denna provtagningsplats ligger uppströms kassodling som haft konstaterad BKD-smitta.

Från Malgomajsjön, Vilhelmina, fick vi enbart in sikar, 36 stycken, alla fångade vid Forsbergsberget vid norra änden av sjön och under september månad, se karta 2.

I Umeälven togs fisk från tre provtagningsplatser under oktober månad; Umnäset, Ankarström och Slussfors/Sparmanselet, där de flesta fångats, se karta 2. Sik var den dominerande fiskarten (42 stycken), men vi har även provtagit sex harrar och två öringar.

Totalt har 244 fiskar undersökts, och alla har provtagits med den icke-letala provtagning utvecklad och utvärderad i ett tidigare JV projekt (se ovan). Eftersom vi inte lyckats samla in planerat antal individer, har vi valt att utöka provtagningen av de vi lyckats fånga. Vi har därför tagit ut njurprover från 149 (i stället för de 60 planerade) fiskar från Ströms Vattudal-området, som analyserats med BKD-ELISA, och 102 av dessa njurprover har även analyserats med BKD-PCR.

Resultat av laboratorie-analyser

Alla 244 analyserade svabbprover från gälar/kloak och 150 hudsvabbar var negativa för BKD.

Från Umeälven och Malgomajsjön har svabbprover varit det enda provmaterialet, och ingen BKD har påvisats i dessa prover.

Tabell över erhållna analysresultat

	Antal fiskar	PCR samlingsprov svabb	PCR njurprov	ELISA njurprov
		Resultat analys	Resultat analys	Resultat analys
Ströms-Vattudal	92	negativa	negativa	negativa
	47	negativa	ej utfört	negativa
	9	negativa	ej utfört	ej utfört
	9	negativa	negativa	positiva
	1	negativa	positiv	positiva
Storuman	50	negativa	ej utfört	ej utfört
Vilhelmina	36	negativa	ej utfört	ej utfört

Summa

244

Från Ströms Vattudal-området har även ELISA och PCR från njurmaterial utförts på ett urval av insamlade fiskar. Av 149 prover analyserade med BKD-ELISA var tio positiva. De positiva proverna kom från sex harrar, två sikar, en öring och en röding. Positiva fiskar var fångade vid provtagningsplatserna A, B, C och D på karta 1. Nio av de ELISA-positiva njurproverna kom från område B, C och D på karta 1, där totalt 86 fiskar provtogs. Där var alltså ca 10 % av insamlad fisk positiva med BKD-ELISA. Rödingen kom från provtagningsplats A, och den var också den enda som var positiv för BKD vid PCR-analys av njurmaterial, av totalt 102 som analyserats.

Diskussion

I projektet ville vi undersöka om vi kunde se att renibakterios etablerat sig hos vildfisken i ett vattenområde där kassodlad fisk är/varit infekterad. Vild fisk uppehåller sig gärna i anslutning till kassodlingar för att där ta foder. De kommer därmed i när kontakt med den odlade fisken och kan lätt föra med sig och/eller ta med sig smittor till vilda bestånd. Om smittan sprids till vildfisk i området är det möjligt att en BKD-sanerad odling kan återinfekteras. Det finns också en risk att vildfisk för med sig smittan till andra odlingar i samma vattensystem.

Genom den nyutvecklade icke-letala provtagningsmetoden för BKD kan fiskar provtas utan att avlivas. Vi ville därför i första hand använda denna metod i förevarande projekt. Tyvärr lyckades vi inte få in det antal fiskar vi planerat för, på grund av den mycket svala sommaren 2015, med dåligt fiske i området. Av de utdelade provtagningspaketen till fritidsfiskare fick vi endast in ett, å nio svabbar. Vi utökade provtagningen till två andra vattensystem där man haft kassodlingar med konstaterad BKD-smitta och fick på så sätt in ytterligare svabbprover. Alla undersökta svabbprover var negativa för BKD.

Vi valde då att göra fler än de 60 planerade BKD-ELISA analyserna på fiskar från Ströms Vattudal-området, och kunde påvisa BKD i tio av 149 undersökta prover. Ett antal prover valdes också ut för PCR-analys från njurmaterial, och ett av dessa var positivt för BKD.

Bakterien som orsakar renibakterios är intracellulär och långsamväxande, sjukdom får därför ofta ett smygande förlopp. Infektion kan ge ett livslångt bärarskap, utan tydliga symptom. Utbrott av sjukdom sker framför allt vid stress, eller i täta populationer av känsliga arter. Vid provtagning bör man därför i första hand välja fiskar som utvecklat sjukdomssymptom, eller verkar vara i dåligt skick/har avvikande beteende, då är chansen att påvisa BKD väsentligt högre. I förevarande projekt har analyserade fiskar varit välmående och symptomfria. Vi har inte haft möjlighet att undersöka sjuka eller döda individer, vilket också inneburit att möjligheten för upptäckt av BKD-smitta minskar.

BKD drabbar enbart laxfiskar, och olika arter är olika känsliga. Vilka fiskarter som analyseras har därmed också betydelse för möjligheten att påvisa BKD. Skalan för laxfiskar i svenska vatten går från lax och röding som är mer känsliga, öring anses vara intermediärt känslig, och regnbåge är mest motståndskraftig mot sjukdomsutbrott. Känsligheten hos harr och sik är dåligt utredd. Mindre känsliga arter kan vara låggradigt infekterade och livslånga bärare, de kan alltså utgöra en smitt-reservoir för mer känsliga laxfiskarter. I projektet har sik och harr varit de dominerande arterna som undersökts, alltså arter med okänd känslighet. Om arterna är relativt

motståndskraftiga mot sjukdomen kan det vara en orsak till att den icke-letala provtagningen inte gett några positiva resultat, eftersom man kan anta att smittade harrar och sikar då bär bakterien i låga halter och inte utsöndrar den så att den är mätbar i gälar, kloak- eller hudprover.

Även var i infektionsförloppet en provtagen fisk befinner sig spelar roll för möjligheten att påvisa BKD. När fisken blir infekterad etablerar sig bakterien framför allt i njuren, och kan då enklast påvisas med PCR från njurprover. Vid tillväxt utsöndrar bakterien proteiner som kan påvisas med ELISA-teknik. Eftersom bakterien är långsamväxande kan det dröja innan det finns tillräckligt med bakterie-proteiner i vävnaden för att upptäckas med ELISA. Proteinerna kan sedan finnas kvar en tid, även om den bakteriella infektionen avklingat. Vid ett ELISA-positivt provsvar verifieras därför alltid diagnosen med någon annan analysmetod, t.ex. PCR. Våra erfarenheter, liksom internationella studier visar, att det inte finns någon enskild diagnostisk metod som ensam kan användas för att fastställa prevalensen av BKD i en population (Kristmundsson et al., 2015; Elliott et al., 2015).

Den enda fisk som verifierats som BKD-positiv (både positiv för BKD med ELISA och PCR från njurmaterial) i förevarande projekt var en röding från provtagningsplats A, Kvarnbergsvattnet (se karta 1) alltså en av de mer känsliga laxfiskarterna. Kvarnbergsvattnet ligger uppströms kassodlingen, och hur smittat spridits till detta område är oklart. BKD kan spridas med infekterad fiskeutrustning, och där vet vi att båtar som legat vid brygga i anslutning till odlingen medan odlingen varit spärrad för BKD flyttats uppströms för fisketävlingar. Fisk kan också ha flyttats uppströms. En annan möjlighet är att smittan kommit från vattensystemen ovanför Kvarnbergsvattnet.

Från alla andra provtagningsplatser har vi endast mindre känsliga laxfiskarter än röding, såsom sik, harr och öring. Nio av tio ELISA-positiva fiskar kommer från ett område strax nedströms kassodling, område B, C & D på karta 1. Där kunde smittan inte konfirmeras med PCR. Att fiskarna var positiva i BKD-ELISA betyder att de kommit i kontakt med smittämnet och detta är ett varningstecken som man bör uppmärksamma. Att 10 % av de fiskar som analyserats med BKD-ELISA från detta område, trots att analyserade fiskar varit välmående, symptomfria och tillhörande mindre känsliga laxfiskarter är anmärkningsvärt. Mer känsliga arter såsom röding skulle, om 10 % av vildfisken är symptomfria smittbärare av BKD, kunna drabbas hårt av sjukdomen. Då BKD har ett långsamt förlopp kan det ta många år innan sjukdomen uppmärksammas efter att den etablerats. I den isländska älven Ellidaár påvisades ett ELISA-positivt njurprov vid screening av 400 vildfångade vilda avelslaxar mellan åren 1991 och 2006. Under åren 2006 – 2008 konstaterades att 70-90 % av all kramad avelsfisk i samma älv var positiv för BKD (Kristmundsson et al., 2015). Isländska erfarenheter visar också att det genom regelbunden screening av avelsfisk och konsekvent destruktion av rom från smittade individer går att återfå kontroll över BKD-situationen, men till en kostnad av miljontals Euro.

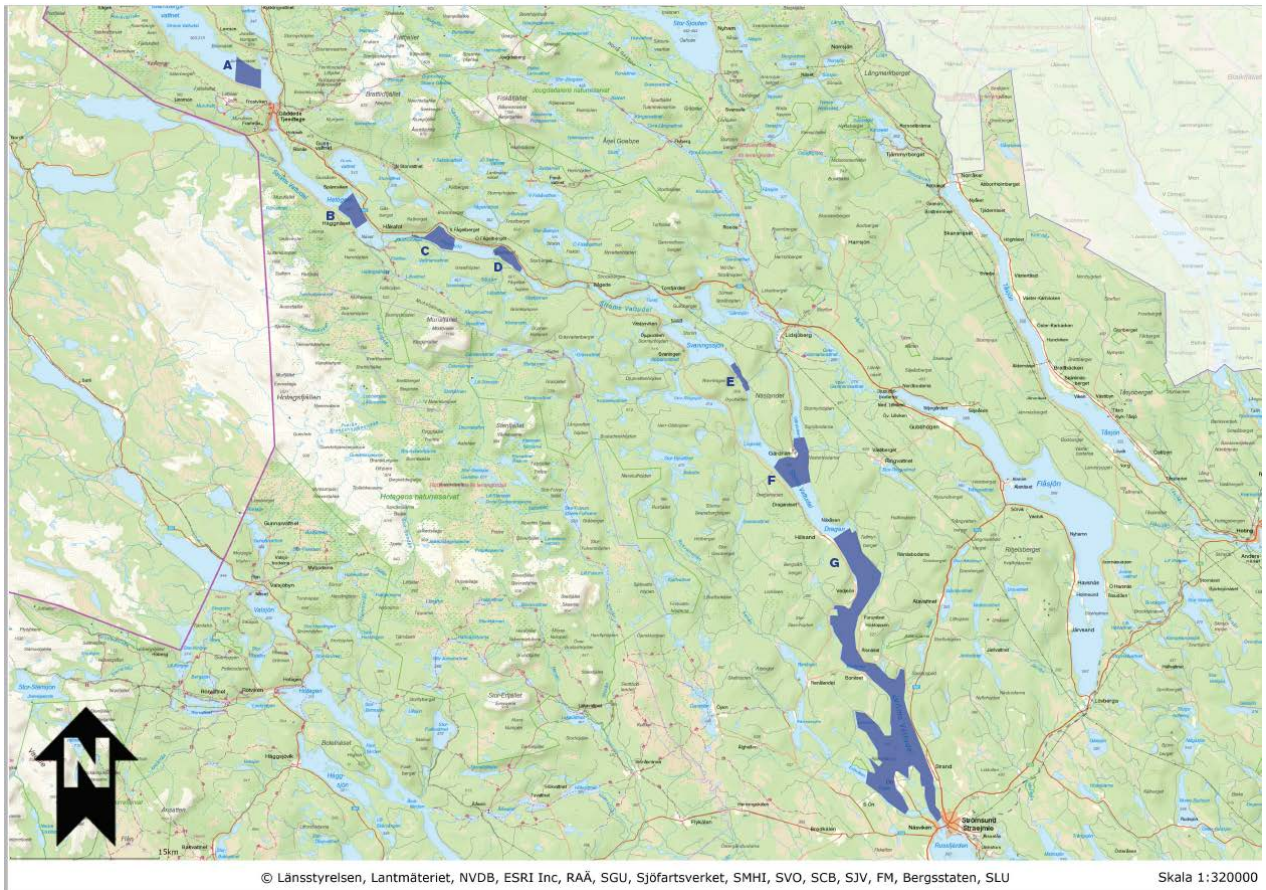
Sammanfattning och slutsats

I förevarande projekt har vi kunnat påvisa BKD hos vildfisk i Ströms Vattudal i Ångermanälvens vattensystem. I ett område uppströms kassodlingen har en av 29 undersökta fiskar, en röding, konfirmerats som BKD-positiv med ELISA och PCR från njurmaterial. I ett område strax nedströms kassodlingen var 10 % av analyserade fiskar positiva för BKD vid ELISA-analys. Här kunde inte BKD-smitta konfirmeras med PCR-analys.

Studien visar på förekomst av smittan *R. salmoninarum* uppströms den smittade fiskodlingen i Ströms Vattudaloch ger starka belegg av förekomst av smitta även nedströms fiskodlingen i vattensystemet. De positiva PCR- och ELISA-värdena indikerar en låg infektionsnivå hos de enskilda fiskarna, i synnerhet nedströms fiskodlingsföretaget då endast ELISA-undersökningen gav ett positivt svar, vilket kan tyda på att harr och sik är mindre känsliga och att infektionen hos dessa individer var under avklingande. De undersökta laxfiskarna visade inga yttre tecken på sjukdomen BKD, inte heller de laxfiskar vars inre organ undersöktes. Studien visar att vi har fortsatt möjlighet att kontrollera BKD-situationen i vattendraget. Med kunskap om de isländska erfarenheterna, se ovan, är det av största vikt att vi fortsätter övervakningen av smittan *R. salmoninarum*, då vi sedan slutet av 1980-talet genomför en omfattande screening av BKD med mer och mer förfinad metodik och i dagsläget har fyra smitt-klassade fiskodlingsföretag, vilka nu är under sanering. Om kontrollen släpps är risken stor att vi får en situation liknande den på Island – att sjukdomen ligger och pyr under ett antal år och allt verkar frid och fröjd till dess att det plötsligt uppstår utbrott på utbrott med stora konsekvenser för både odlingsföretag och vild fisk. Ett övervakningsprogram tar resurser men vägen tillbaka om sjukdomen BKD etableras hos den vilda fisken tar många år och till höga kostnader. Det blir konsekvenser för fiskodlingsföretag, riskerar bevarandet av skyddsvärda stammar av laxfisk och påverkar den framväxande fisketurismen. Att smitta konstaterats uppström kassodling kan tyda på att mänskliga faktorer är inblandade i smittspridning, och att information om hur BKD-smitta sprids, och hur man undviker att detta sker, bör göras mer tillgänglig för fritidsfiskare och allmänhet i drabbade områden.

Referenser

- Elliott DG, McKibben CL, Conway CM, Purcell MK, Chase DM, Applegate LJ. Testing of candidate non-lethal sampling methods for detection of *Renibacterium salmoninarum* in juvenile Chinook salmon *Oncorhynchus tshawytscha*. Dis is Aquat Organ. 2015 May 11;114(1):21-43.
- Kristmundsson Á, Árnason F, Gudmundsdóttir S, Antonsson T. Levels of *Renibacterium salmoninarum* antigens in resident and anadromous salmonids in the River Ellidaár system in Iceland. J Fish Dis. 2015



Karta 1, områden utmärkta på kartan:

- A Kvarnbergsvattnet
- B Hetögeln
- C Fågelsjö, västra
- D Fågelsjö, östra
- E Ögelströmmen
- F Dragan & Gärdsviken
- G Bonäset



© SMHI Vattenwebb

Karta 2, områden utmärkta på kartan:

- A Umnäs, Umeälven
- B Slussfors, Umeälven
- C Ankarsund, Umeälven
- D Forsbergsberget, Malgomajsjön

EKONOMISK REDOVISNING

Personalkostnader:	Lön (pris per timme x antal timmar alt. månadslön x antal månader, Allt inkl sociala avgifter)	OH- kostnader (% och belopp)	Resor	Kompetens- utveckling	Total- kostnad		
Externa tjänster:	IT-kostnader (pris per timme x antal timmar)	Specificerade köpta tjänster (pris per mängd x mängd)			Total- kostnad		
Provtagnings- och analystkostnader:	Provtagningskostnader (pris x antal = kostnad)	Analystkostnader (pris x antal = kostnad)			Total- kostnad		
Övriga kostnader:	Förbruknings- material	Fraktkostnader	Porto	Tryckkostnader	Repre- sentation	Spec. övr. kostnader	Total- kostnad

Summa kostnader:	
Tilldelade medel:	
Överskott+/ Underskott-	
Överfört från projekt 520013	
Slutresultat	

Slutrapporten publiceras i sin helhet förutom den ekonomiska redovisningen, som är sekretessbelagd med hänvisning till OSL 19 kap 1 §.

POPULÄRVETENSKAPLIG SAMMANFATTNING

Projekttitel:

Överföring av BKD-smitta mellan odlade och vilda fiskbestånd i ett vattenområde.

Renibakterios (BKD; bacterial kidney disease) är en smittsam sjukdom som orsakas av en bakterie, och förekommer i de flesta delar av världen där laxfisk odlas eller förekommer vilt. Bakterien är långsamväxande, och orsakar vanligen en smygande infektion och det kan dröja upp till ett år innan en infekterad fisk visar sjukdomssymptom.

Smittan kan överföras både från smittad till frisk fisk, och från honan till rommen. Desinfektion av rommen dödar inte smittan fullständigt, eftersom bakterien också kan ligga inuti romkornen. Smitta kan också överföras via vatten, foder eller fiskeutrustning. Sjukdomsutbrott sker framför allt i täta bestånd, tex vid kassodling, eller vid stress. Eftersom sjukdomsförloppet är smygande, kan smittan vara ordentligt etablerad i en odling innan ett utbrott sker.

Alla arter av lax anses mottagliga för BKD, men deras känslighet för sjukdom varierar. Typiska symtom hos smittad fisk är minskad tillväxt och en kontinuerlig låg dödlighet som kan vara svår att upptäcka. Lax och röding är de svenska arter som är mest känsliga, särskilt vid stress, då dödligheten i en odling kan uppgå till 80 %. Öring räknas som måttligt känslig, regnbåge som mindre känslig medan det är osäkert hur känsliga och sik och harr är. Fiskar som blir kroniska smittbärare och inte uppvisar några sjukdomssymptom kan sprida smittan. Smittan är inte farlig för människor.

I ett vattensystem med kassodlingar där BKD-smitta konstaterats och där det finns vilda populationer av öring, harr och sik, finns det risk att dessa kan infekteras och sedan sprider smittan vidare i vattensystemet. Om ytterligare odlingar finns nedströms kan smittan spridas dit, om vildpopulationen är infekterad. Därför ville vi undersöka om vildfisk i ett sådant vattenområde är bärare av BKD-smitta.

Vi kunde påvisa aktiv BKD-smitta hos en röding fångad uppströms en kassodling som tidigare varit BKD-infekterad. Vi kunde också visa att 10 % av sik och harr som fångats i ett område strax nedströms kassodlingen har utsatts för smittämnet, även om de nu inte har en aktiv infektion. Vi kan dock inte dra några slutsatser om var smittan först uppträdde, hos vildfisk eller i odlingen, och därmed inte veta om BKD spridits till eller från vildfisken.

Studien visar att smittan finns hos vildfisk i det undersökta vattenområdet. Inga av de undersökta fiskarna hade tydliga sjukdomssymptom och analyserna tyder på att fiskarna hade en liten mängd smitta i sig. Den genomförda undersökningen visar att vi i nuläget fortfarande har möjlighet att kontrollera BKD. Sjukdomen kommer smygande och om vi inte fortsätter att övervaka sjukdomsläget kan sjukdomen om några år ge allvarliga konsekvenser. Konsekvenser som drabbar fiskodlingsföretag, bevarandet av skyddsvärda stammar av laxfisk och påverkar en framväxande fisketurism. I studien spårade vi smittan ovanför ett vandringshinder. Det kan tyda på att mänskliga faktorer är inblandade i smittspridning, och att information om hur BKD-smitta sprids, och hur man undviker att detta sker, bör göras mer tillgänglig för fritidsfiskare och allmänhet i drabbade områden.