



## Lakselusens biologi med fokus på saltvandtolerance

Lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*) er en ektoparasit . det vil sige en snylter, der sætter sig på ydersiden af sin vært. Parasitten lever af slim, blod og fiskevæv. Den gnaver sig gennem det beskyttende slimlag og ind i kødet på sin vært. Den er et krebsdyr, som tilhører gruppen af copepoder, der på dansk også kaldes hoppekrebs. Lakselus lever i havet og snylter på laksefisk. En voksen hun med veludviklede ægstrengene er cirka 2 cm lang.

Lakselusens livscyklus er en smule indviklet, idet den består af otte forskellige stadier. De tidligste stadier er planktoniske . det vil sige, at den mikroskopiske larve driver mere eller mindre passivt med havstrømmene. Det er i denne fase, at lakselusen finder sin vært, som typisk i danske farvande vil være vilde havørreder, laks eller regnbueørreder i havbrug.

På få dage kan larverne blive ført op imod 200 km væk, men størstedelen vil typisk befinde sig inden for en radius af 30 km fra kilden. Lakselusens planktoniske stadier varer 200 graddage, hvoraf de kan finde en vært i 150. Det vil sige, at lakselus har 15 dage til at finde sin vært, hvis vandet i perioden gennemsnitligt er 10 grader. Herefter følger fem stadier, hvor lakselusen sidder fast på værten, og som afsluttes med det kønsmodne stadium, hvor hunnen kan kendes på de to lange ægstrengene, der i alt kan indeholde 200-500 æg. Efter gydning, der i Sydnorge finder sted i maj og senere i køligere vand i nordligere beliggende områder, kan hunnen gentage ægproduktionen og efterfølgende gyde igen hver 10. dag.

I områder med mange havbrug og deraf følgende stor produktion af lakselus er der observeret parasitter på laks i vintermånederne (4), mens en anden kilde nævner, at der ved en vandtemperatur på 4 grader observeres lakselus på fiskene (7). Ved 10-12 grader kan lakselus gennemføre sin livscyklus på cirka seks uger (2).

Der er forskellige bud på, ved hvilke saltholdigheder lakselus dels kan gennemføre sin livscyklus og dels overleve gennem længere tid. Generelt kan den fastsiddende lakselus tåle lavere saliniteter end den frit svømmende.

Laboratorieforsøg har vist, at de frit svømmende stadier af lakselus kan overleve saltpromiller ned til 15 i mindst et par dage (4). En anden kilde nævner, at lakselus i de snyltende stadier skal have mindst 15 promille (6). Samme kilde nævner, at lakselus så vidt muligt undgår saltholdigheder lavere end 24-25 ‰ (6). DTU Aqua angiver 20 ‰ som den kritiske grænseværdi i deres vurdering (2).

Denne grænseværdi bakkes op af Havforskningsinstituttet i Norge (7). Det har siden 2004 arbejdet med at udvikle modeller, som kan forudsige bevægelserne i fjordene og de kystnære områder hos lakselusenes smitsomme stadier med det formål at forebygge infektioner i havbrugene. De mange års erfaring med prognoser, der kontinuerligt sammenlignes med den reelle situation i fjordene, og som er styrket af udviklingen af datamaskiner med større regnekraft, betyder, at instituttets viden om lakselusens livscyklus og de parametre, der betyder noget for deres udbredelse, ikke findes bedre.

Det bør nævnes, at der de senere år er set en øget forekomst af lakselusinficerede havørreder i den sydlige del af Kattegat og Bælterne. Det nævnes i DTU VETS redegørelse, at det kan skyldes, at der muligvis findes en lokal bestand af lakselus, der er tilpasset de lavere saltholdigheder i vore farvande. Dette er dog ikke undersøgt (1).

## Havbrugenes betydning for bestanden af lakselus samt lakselusenes negative påvirkning på de vilde bestande af laks og havørred

Det er et indiskutabelt faktum, at den øgede forekomst af lakselus, der blandt andet er set i norske, irske, skotske og færøske farvande, udelukkende skyldes etableringen af havbrug med åbne netbure i de respektive områder. Udviklingen i forekomsten af lakselus og tilstedeværelsen af havbrug følges således synkront fra de tidligste havbrug i Norge i 1960'erne til etableringen af havbrug ud for den skotske vestkyst i 1970'erne og senere i Irland i 1980'erne (4). I Norge ser man således helt bort fra de vilde bestande af laks som smittespredere til havbrugene, når smitterisici skal vurderes. Argumentet er, at de vilde laks numerisk udgør mindre end 1% af antallet af laks i netburene (7).

Flere undersøgelser og observationer ligger til grund for den nagelfaste konklusion. Der er blandt andet aldrig observeret udbrud af lakselusepidemier i områder uden havbrug, antallet af inficerede fisk og antallet af snyltere per fisk stiger, jo tættere fiskene opholder sig et havbrug (7), og kun 3 % af havørreder, som opholdt sig i en irsk bugt *uden* havbrug, havde mere end 12 lakslus på sig, mens det tilsvarende tal for havørreder i en bugt *med* havbrug var ni gange større (4).

Parasitten lever som tidligere nævnt af slim, blod og fiskevæv. Den gnaver sig gennem det beskyttende slimlag og ind i kødet på sin vært. Hvis der er tilstrækkeligt mange lakselus på den enkelte fisk, stresses den. Fisken dehydreres, den tager mindre føde til med deraf følgende dårlig tilvækst, den ændrer adfærd i forsøget på at slippe af med lakselusene, den bliver modtagelig for sygdomme og infektioner i ferskvand, og fiskens immunforsvar svækkes generelt.

Der er lavet mange undersøgelser . både i laboratorier og ude i havet og vandløbene . der belyser, hvor mange lakselus, der skal til, for at værtsfisken dør. Det bør dog indledningsvist nævnes, at et økosystem i balance aldrig vil kunne medføre en så stor produktion af lakselus, at de kan slå en relativ stor andel af deres værter ihjel. Men det sker i de farvande, hvor laksene i havbrugene smitter hinanden og derved giver ophav til unaturlige og voldsomme øgninger i antallet af lakselus.

Der er blandt forskere generel enighed om, at der skal relativt få lakselus til, for at værtsfisken får det dårligt. Det er især de cirka 15 cm lange såkaldte postsmolt af både laks og havørred, der i det tidlige forår har forladt deres fødevandløb og er svømmet ud i havet, som er sårbare. De er i forvejen stresset af smoltificeringsprocessen, hvor de går fra at være funktionelle ferskvandsfisk til at skulle kunne regulere salt- og væskebalancen i saltvand. Nogle forskere har foreslået, at 13 lakselus er grænsen for, hvornår en postsmolt kan overleve (4).

I Norge er det konstateret i, at postsmolt kun overlever, når de er inficeret af færre end 10 lakselus. Det nævnes også, at postsmolt allerede reagerer negativt på så få som 1-3 lakselus (7). Andre er kommet frem til, at der vil være en dødelighed på 50 %, hvis der er mellem 0,2 - 0,3 lakselus per gram værtsfisk, mens der er en dødelighed på 100 %, hvis der er mere end 0,3 lakselus per gram værtsfisk (4). Det betyder, at en postsmolt på 15 cm svømmer en sikker død i møde, hvis der sidder mere end 10 lakselus på den.

De ældre fisk er også sårbare. Her er det konstateret, at voksne havørreder med 0,05 lakselus per gram kropsvægt får alvorlige problemer med at regulere salt- og væskebalancen. Det betyder for eksempel, at en havørred på 40 cm og 0,64 kg får problemer, hvis den er inficeret af 32 voksne lakselus.

De angrebne værtsfisk . især postsmoltene, men også de voksne individer . er altså meget sårbare over for en infektion af blot relativt få lakselus. Det har betydet, at især havørredbestandene men også laksene, er blevet negativt påvirket i visse områder. Det er dokumenteret, at havørredbestandene i Norge, Irland og Skotland er gået meget tilbage i områder, hvor der produceres fisk i åbne netbure i saltvand (4). I et område i Nordnorge havde 32 % af postsmoltene så mange lakselus på sig, at de ville dø af det. Og de 32 % er et minimumsestimater, idet de postsmolt, som allerede var døde af infektionen, ikke indgår i tallet.

I 5 norske fjorde, hvor der inden for en radius af 30 km ligger havbrug, blev det estimeret, at mellem 12 og 90 % af havørrederne var så stærkt inficeret, at de ville dø af det (7). Havørredbestandene kollapsede i Vestirland i sidst i 1980'erne. Årsagen angives at være lakselus fra havbrug. For eksempel blev antallet af æg fra gydemodne havørreder i et irsk vandløb reduceret fra årligt at ligge mellem 490.000 og 1.6 millioner til mindre end 60.000. I Skotland kollapsede havørredbestandene i samme periode i de vestske elve på grund af lakselus fra havbrug. Bestandene fra den skotske østkyst, hvor der ikke var havbrug, forblev stabile i samme periode.

Generelt er havørred mere udsatte for at blive smittet end laks, idet de i en længere periode opholder sig kystnært, hvorimod laks hurtigt forlader de kystnære farvande og svømmer mod nord i Atlanterhavet. Men laksene er ikke gået fri på trods af denne adfærdsmæssige fordel. Cirka 33 % af laksesmoltene, der kom fra de irske floder i 2001-2009 døde som følge af lakselus. Og der er fundet en gennemsnitlig dødelighed på 18 % for laksesmolt i en række norske forsøg (7).

Det er også undersøgt, hvor langt væk fra havbrug, der ses en effekt. I både Norge, Irland og Skotland var infektionstallet større end normalt op til 30 km fra smitekilden. En lang række faktorer som vandtemperaturen, vandets saltholdighed, lakselusenes reproduktionscyklus og strømforholdene afgør, hvor langt væk, der ses en unaturlig stor påvirkning (4). Men også synkron produktion i nærliggende havbrug øger risikoen for smittespredning, idet det øger antallet af værtsfisk, som så indbyrdes kan smitte hinanden (7).

En ny undersøgelse viser, at antallet af inficerede havørreder øges i varme år i irske og skotske farvande; muligvis på grund af lakselusenes evne til at reproducere sig hurtigt, når vandet er varmere (5).

Til sidst bør det nævnes, at suboptimal vandkvalitet kan øge dødeligheden hos de inficerede fisk (4). Forringet vandkvalitet kan skyldes algeopblomstring og eller iltsvind; fænomener, som ses hyppigt i de danske farvande fra juni og frem til udgangen af oktober.

## **Bekæmpelse af lakselus**

Bekæmpelse og monitorering af lakselus samt de tab, de påfører havbrugene, udgør et meget stort beløb. Behandling af lakselus koster for eksempel havbrugene ved Færøerne, hvor der i 2015 blev produceret 82.000 tons fisk, 15 millioner Euro eller 0,19 Euro per kg fisk (6). I Norge, hvor problemet er eskaleret de senere år, blev der i 2015 brugt hele 5 milliarder norske kroner på bekæmpelse og monitorering af lakselus. Hvis værditabet som følge af døde havbrugslaks indkalkuleres, skønnes den totale udgift, som kan relateres til lakselus, at udgøre hele 8,7 milliarder norske kroner<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> <http://ilaks.no/beregninger-pa-fem-milliarder-i-lusekostnader-er-bare-deler-av-sannheten/>

Det kunne i den forbindelse være relevant at indregne det tab, som de færre laks i de norske elve betyder for lystfiskerturismen, men dette er ikke gjort. På grund af bekymring for de miljømæssige konsekvenser og risikoen for resistensopbyggelse overfor de medikamenter, der bruges til aflusning, arbejdes der nu på Færøerne for en mere bæredygtig forvaltning af luseproblemet (6).

Dette kunne indebære øget anvendelse af fisk fra læbefiskfamilien, som kan gnave lusene af de inficerede burlaks og dermed reducere behovet for brug af medikamenter, der virker som miljøgifte. Det er dog ikke uden komplikationer af flere årsager. Eksempelvis kan læbefiskene sprede smitte til de vilde bestande, som er meget modtagelige for infektioner, og desuden er bestandene af læbefisk genetiske differentierede. Det betyder, at man ikke bare kan købe læbefisk fra en norsk producent og så bruge dem i danske farvande. Og når flere fiskearter som for eksempel læbefisk og laks eller regnbueørreder opholder sig sammen i så store mængder, er der risiko for, at der opstår nye varianter af sygdomsfremkaldende vira og bakterier (7).

Blandt andet derfor foregår størstedelen af behandlingen mod lakselus ved hjælp af medikamenter. Behandling kan enten foregå enten via foderet eller ved, at medikamenterne tilsættes vandet (7). Alle de effektive antiparasitmidler påvirker i et vist omfang miljøet og sandsynligvis primært andre arter af krebsdyr som i danske farvande især vil være hummer, jomfruhummer, rejearter, krabbearter og muligvis planktoniske krebsdyr.

Tilsætning af medikamenter til vandet er den mest anvendte metode i Norge. Påvirkningen på forskellige arter af krebsdyr er undersøgt i laboratorier, og der er stor forskel på effekten på organismene. Ude i naturen vil den negative effekt af medikamenterne afhænge af faktorer som behandlingsmetode, hvor hyppigt metoden gentages og mængden af medikamenter, der anvendes ved behandlingen. Men også ikke-menneskeskabte forhold som vind- og strømretning, strømmens hastighed og vandets lagdeling indvirker på koncentrationen af medikamenter i vandet i nærheden af havbruget og længere væk og dermed på, i hvor høj grad miljøet og dyrelivet tager skade. Norske forskere konkluderer, at den nuværende viden om stoffernes miljømæssige negative påvirkning i havmiljøet er utilstrækkelig (7).

Medikamenter, der tilsættes foderet, spredes ikke på samme måde, som dem der tilsættes havvand. Stoffene udskilles gennem fiskenes fækalier, og vil derfor . afhængig af strømforholdene . bundfældes relativt tæt på havbruget. En lille del af stofferne er dog ikke bundne i fækalierne eller større partikler og vil derfor også kunne sprede sig med havstrømmene. Akkumulering af de medikamenter, der tilsættes foderet og efterfølgende bundfældes i sedimentet, vil være tilgængelig for de dyr, som befinder ved bunden, og som lever af organisk materiale og sediment. Viden om effekterne er også her stærkt begrænset, men det er dog i indledende forsøg dokumenteret, at børsteorm optager stofferne (7). Børsteorm er en meget vigtig del af fødekæden for en lang række konsumfiskearter.

### **Sandsynligheden for, at havbrug i Kattegat vil medføre problemer med lakselus og de mulige konsekvenser**

Forsigtighedsprincippet bør være udgangspunktet for en så vigtig beslutning, som det vil være at etablere havbrug i områder, hvor der er en vis sandsynlighed for, at produktionen kan påvirke økosystemet. Princippet blev i 1993 traktatfæstet og har siden været en grund-

læggende del af EU-retten. Grundlæggende indebærer princippet, at hvis der er videnskabelige indikationer for risiko for alvorlige eller uoprettelige skader, må indgreb over for fx potentielle forurenere ikke udsættes alene grundet videnskabelig usikkerhed<sup>2</sup>.

Der kan ikke herske tvivl om, at en opformering af lakselus i Kattegat, som det er set ved havbrugene i Norge, Skotland, Irland og Færøerne, potentielt vil kunne medføre dramatiske konsekvenser for de vilde danske og sandsynligvis svenske bestande af havvandrende laksefisk. For dette taler, at vandtemperaturen i vore farvande generelt er højere, og det vil give lakselusene gode vilkår i forhold til at formere sig. Også det faktum, at værtens dødelighed er større under suboptimale miljøforhold (4), som ofte ses i de indre danske farvande, taler for, at konsekvensen af store mængder lakselus i Kattegat har potentialet til at reducere de vilde bestande dramatisk.

Det hele står og falder med, om det er sandsynligt, at lakselusene kan gennemføre deres livscyklus i områder med saltholdigheder ned til 20 til 25 ‰, som findes i de områder i Kattegat, hvor det er påtænkt at etablere nye havbrug. Hvis lakselusene kan formere sig i Kattegat, så er det ikke kun postsmolt og voksne fisk inden for en radius af 30 km, der risikerer at blive inficeret. På grund af larvernes evne til at sprede sig med havstrømmene og det faktum, at de kan overleve ned til 15 ‰ (4), vil parasitterne kunne inficere vilde postsmolt og voksne fisk langt ned i Bælthavet langs den jyske østkyst, rundt om en stor del af Fyn, samt ud for Nord- og Vestsjælland. I de sydligste områder med lav salinitet kan lakselusene sandsynligvis ikke formere sig, men da der kun skal meget få parasitter til, at postsmoltene dør, er de sydligste ørredbestande også i spil.

Det norske Havforskningsinstituttet anvender en salinitet på 20 ‰ som den nedre grænse i deres overvågningsmodeller (7), og DTU Aquas bud på en kritisk nedre grænse ligger også på 20 ‰ (2). Med dette udgangspunkt, kombineret med data om saliniteten i Kattegat, svarer DTU Aqua således på spørgsmålet, om det må forventes, at havbrug i Kattegat vil blive plaget af lakslus (2):

Det må forventes, at havbrug i alle områder, der periodevis har salinitet over den kritiske grænse (20 ‰, min tilføjelse), vil blive inficeret af lakselus. Hyppighed og intensitet af infektionerne på en given lokalitet vil efter al sandsynlighed påvirkes af både længde og stabilitet af perioder med høj-salint vand. Den store variation i salinitet i både tid og rum samt lakselusenes komplekse livscyklus og varierende tolerance overfor ferskvand mellem livsstadier, gør det meget vanskeligt at udpege områder i Kattegat, hvor havbrug kan etableres uden risiko for infektion.

Med dette udsagn bør det være slået fast, at risikoen for infektion og opformering af lakselus i havbrug i Kattegat er reel og ret sandsynlig. Der forefindes således videnskabelige indikationer for risiko for alvorlige eller uoprettelige skader.

Slutteligt bør det nævnes, at de økonomiske konsekvenser af problemer med lakselus i Kattegat også risikerer at blive store og ikke kun for havbrugene. Forebyggelse og behandling af lakselus i de færøske havbrug, hvor der produceres 82.000 tons, koster 0,19 Euro per kg fisk (6). Hvis det antages, at udgiften på havbrug i Kattegat vil ligge i et interval på mellem 50 og 100 %, i forhold til Færøerne, vil produktionen af 16.000 tons regnbueørreder medføre en årlig udgift på mellem 11,5 og 23 millioner kr. I et samfundsøkonomisk perspektiv ville det også være relevant at indregne det økonomiske tab, som færre laks og havørreder i de indre danske farvande vil betyde for de erhverv, der tjener på lystfiskeriet.

---

<sup>2</sup> [http://denstoredanske.dk/Samfund,\\_jura\\_og\\_politik/Jura/Landboret\\_og\\_milj%C3%B8ret/forsigtighedsprincip](http://denstoredanske.dk/Samfund,_jura_og_politik/Jura/Landboret_og_milj%C3%B8ret/forsigtighedsprincip)

Dette estimat er dog ikke muligt at gennemføre uden en mere konkret viden om, hvor dramatiske følger en eventuel etablering af havbrug i Kattegat i givet fald vil få.

## Sammendrag

Det er veldokumenteret, at der med havbrugsproduktion af laksefisk i åbne netbure følger en massiv fremgang for parasitten lakselus. Den snylter på laksefisk, og hvis en lille laks eller ørred får mere end 10 lakselus på sig, kan den ikke overleve. Men også de store fisk risikerer at dø, hvis antallet af snylttere er stort nok.

Det er også veldokumenteret, at lakselus har medført dramatiske nedgange for havvandrede laksefisk i Norge, Skotland og Irland. Hvis antallet af lakselus i Kattegat opnår niveauer, som det er set ved havbrug i Norge, Skotland og Irland, er der god grund til at antage, at det kan få samme dramatiske følger for laks og havørred i store områder af de indre danske farvande.

Lakselus lever i havet, og der kræves en vis saltholdighed for, at den kan gennemføre sin livscyklus. Norske og danske eksperter mener, at lakselus kan give problemer i områder, hvor vandet har en saltholdighed på 20 ‰ og derover. DTU Aqua vurderer på den baggrund, at det er meget vanskeligt at udpege områder i Kattegat, hvor havbrug kan etableres uden risiko for infektion.

Udgifter til forebyggelse og behandling af lakselus i havbrugene er store. I Norge kostede det i 2015 5 milliarder kroner, og i Færøerne var udgifterne til en produktion på 82.000 tons laks 15 millioner Euro.

Norske forskere konkluderer, at der mangler viden om mulige negative konsekvenser ved brugen af medikamenter til forebyggelse og behandling af inficerede havbrugsfisk. Men det kan ikke udelukkes, at krebsdyr og bundlevende dyr som børsteorm påvirkes negativt af de miljøfremmede stoffer.

## Referencer

#1: Redegørelse fra DTU VET vedrørende havbrug i Kattegat . potentielle problemer med sygdomme. Svar til NaturErhvervstyrelsen, Center for Fiskeri.

#2: Svar fra DTU Aqua af 6. juli, 2016 til NaturErhvervstyrelsen, Center for Fiskeri.

#4: Effects on salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* on wild sea trout *Salmo trutta* . a literature review. Thorstad *et al.* Aquaculture Environment Interactions, Vol 7: 9-113, 2015.

#5: Aquaculture and environmental drivers of salmon lice infestation and body condition in sea trout. Shepard *et al.* Aquaculture Environment Interactions, Vol 8: 597-610, 2016.

#6: Effect of exposure on salmon lice *Lepeophtheirus salmonis* population dynamics in Faroese salmon farms. Patursson *et al.* Aquaculture Environment Interactions, Vol 9: 33-43 2017.

#7: Risikovurdering norsk fiskeopdræt 2014. Fisken og Havet, særnummer 2-2015. Havforskningsinstituttet.