

# Den store lakseundersøgelse

Af

*Anders Koed<sup>1</sup>, Einar Eg Nielsen<sup>1</sup>, Søren Larsen<sup>2</sup>, Dorte Bekkevold<sup>1</sup>, Belén Jiménez Mena<sup>1</sup>, Niels Jepsen<sup>1</sup>, Kim Aarestrup<sup>1</sup>, Stig Pedersen<sup>1</sup>, Kim Nees Iversen<sup>2</sup>, Hugo de Moura Flávio<sup>1</sup>, Martin Hage Larsen<sup>2</sup>, Søren Thomassen<sup>2</sup>, Kim Birnie-Gauvin<sup>1</sup> og Gert Holdensgaard<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>DTU Aqua, Vejlsøvej 39, 8600 Silkeborg

<sup>2</sup>Danmarks Center for Vildlaks, Brusgårdsvej 15 8960 Randers SØ, Ånumvej 163 6900 Skjern



Danmarks Center for Vildlaks



Ringkøbing-Skjern  
Kommune



Herning  
Kommune

# Indhold

<b>Indledning .....</b>	<b>3</b>
<b>Arbejdspakke 1. Begrænsende faktorer for produktion af lakseyngel i danske vandløb. 5</b>	<b>5</b>
1.1 Lakseyngelbestanden i Skjern Å 2016.....	5
1.2 Øvre udbredelse af vild lakseyngel i Skjern Å-systemet 2016 .....	6
1.3 Lakseyngelproduktion i Skjern Å ved forhenværende Brande Elværk Sø .....	6
1.4 Gydebanker – Lakseynglens spredning fra gydebanker gennem det første leveår.....	6
1.5 Overlevelse af lakseæg og blommesækkyngel i okkerbelastede vandløb .....	7
1.6 Effekten af signalkrebs på tætheder af lakseyngel.....	8
1.7 Afprøvning af metode til registrering af lakseydning på dybt vand .....	8
<b>Arbejdspakke 2. Udtræk af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å og Omme Å samt laksesmolt dødeligheden i Ringkøbing Fjord 2016 og 2017 .....</b>	<b>10</b>
<b>Arbejdspakke 3. Genetisk status: Genetisk monitoring af 100 års forvaltning af den vestjyske laks .....</b>	<b>13</b>
<b>Arbejdspakke 4. Udvandring og tilbagevending af nedgængerlaks i Skjern Å 2017 og 2018.....</b>	<b>16</b>
<b>Arbejdspakke 5. Kvaliteten og overlevelsen på udsætningslaks.....</b>	<b>17</b>
<b>Arbejdspakke 6. Genetisk baggrund for havalder: Vestjyske laks' livshistorie: resultatet af mor, far og tilfældighed? .....</b>	<b>19</b>

## Indledning

De danske laksebestande har de sidste 25 år udviklet sig fra at være på kanten af udryddelse til et niveau, hvor lystfiskere igen kan fange laks i de danske vandløb. Af ukendte årsager er denne positive udvikling de senere år stagneret, selv om det vurderes, at potentialet for laksebestandene er endnu større.

Formålet med Den Store Lakseundersøgelse er at identificere nogle af de væsentlige flaskehalse, der forhindrer laksebestandens fortsatte positive udvikling i Danmark. Projektet består af i alt seks faglige arbejdsplaner og en arbejdsplan, som varetager formidling af projektet. Projektet startede i 2016 og blev afsluttet i foråret 2020. Fokus i Arbejdsplanerne 1 - 4 har været at identificere og tilvejebringe ny viden om specifikke flaskehalse for laksebestandene. Arbejdsplanerne 3 og 6 fokuserer på genetiske forhold i laksebestanden og Arbejdsplan 5 på kvaliteten af udsætningsfiskene. Den opnåede viden er bl.a. blevet formidlet til interessenterne, herunder lystfiskere, kommuner og ministerier gennem Arbejdsplan 7.

Vi forventer, at resultaterne fra undersøgelsen vil få markant betydning for laksebestandenes fortsatte positive udvikling i Danmark igennem formidling og rådgivning til ministerier og kommuner omkring forvaltningsmæssige tiltag. Målet er at gøre de danske laksebestande selvreproducerende, samtidig med at et bæredygtigt (gerne stort) lystfiskeri kan finde sted. Store og sunde laksebestande kommer ikke alene lystfiskeriet til gode. En analyse af den lokaløkonomiske værdi af laksefiskeriet i Skjern Å har vist, at denne vil øges i takt med, at laksebestanden øges. Sunde laksebestande kommer altså også i høj grad lokalsamfundene til gode.

Rapporten her er et sammendrag af de faglige Arbejdsplaner 1 – 6. Arbejdsplanerne dækker laksens livscyklus i ferskvand og i den første del af den marine fase samt genetiske aspekter hos laksebestanden og effekten af udsætning af laks:

- Arbejdsplan 1 undersøger produktionen af lakseyngel.
- Arbejdsplan 2 undersøger smoltudtrækket og smoltdødeligheden i å og fjord
- Arbejdsplan 3 undersøger lakseforvaltningens effekt på genetiske forhold i laksebestanden.
- Arbejdsplan 4 undersøger overlevelsen og tilbagevendingen af nedgængerlaks (laks som har gydt i åen).
- Arbejdsplan 5 undersøger kvaliteten og overlevelsen på udsætningslaks.
- Arbejdsplan 6 undersøger, om der er sammenhæng mellem livshistorie type ('grilse' versus 'storlaks') hos forældre og deres afkom.

Resultaterne fra undersøgelserne er blevet formidlet på diverse nationale og internationale konferencer og i rapporter og artikler. Rapporterne og artiklerne fra de enkelte Arbejdsplaner kan findes på hjemmesiderne [Danmarksvildlaks.dk](http://Danmarksvildlaks.dk) og [Fiskepleje.dk](http://Fiskepleje.dk).

Afsnittene om de enkelte arbejdsplaner indeholder et perspektiverende afsnit med anbefalinger genereret på baggrund af den nye viden i projektet.

Projektet er et samarbejde mellem Danmarks Center for Vildlaks (DCV) og DTU Aqua og er finansieret af Innovationsfonden, Fiskeplejen, Ringkøbing-Skjern Kommune og Herning Kommune.



Smoltfælden i Skjern Å 2016, set fra Borriskrog Bro (foto: Anders Koed).

## Arbejdspakke 1. Begrænsende faktorer for produktion af lakseyngel i danske vandløb

*Kim Iversen og Martin Hage Larsen*

Laksens æg- og yngelstadier er behæftet med store dødeligheder. Formålet med Arbejdspakke 1 var at:

- Identificere evt. flaskehalse på disse yngste livsstadier
- Beskrive deres betydning for laksebestandenes udvikling
- Komme med anbefalinger om, hvordan man evt. kan reducere effekter af disse flaskehalse.

I perioden 2016-2018 blev der arbejdet på syv delprojekter under AP1, fortrinsvis i Skjern Å, som skulle belyse både status for bestanden af lakseyngel, adfærd og habitatpræferencer, trusler fra prædatorer/konkurrenter, begrænsninger for bestandens vækst, effekten af jernforbindelser i åvandet og fysiske forhindringers betydning for yngelbestandens størrelse.

### 1.1 Lakseyngelbestanden i Skjern Å 2016

Trods en stor fremgang for laksebestanden i Skjern Å er den årlige opgang af laks fortsat langt fra de 8-12.000 vilde gydelaks, som vurderes at være produktionspotentialitet for Skjern Å-systemet. For at vurdere om evt. flaskehalse kan findes på æg- og yngelstadierne, blev antallet af vilde ½-års laks i Skjern Å og vandløbenes habitatkvalitet undersøgt med henblik på at beregne en rekrutteringsstatus. Ud fra antallet af æg gydt i systemet samme år, kan der estimeres en overlevelse fra æg til ½-års laks.

Bestanden af ½-års laks i Skjern Å-systemet blev undersøgt ved el-befiskninger og opmåling af habitatforholdene i sensommeren/efteråret 2016. I undersøgelserne indgik data indsamlet i felten fra ca. 70 km vandløb, og forholdene på disse strækninger blev ekstrapoleret til yderligere 670 km vandløb ud fra lokalkendskab og luftfotos. Bestanden af vilde ½-års laks i hele Skjern Å-systemet i 2016 blev beregnet til i alt 192.500 (68.100-277.000), heraf 47.400 stk. i Vorgod Å, 43.400 stk. i Omme Å og 37.300 stk. i Skjern Å.

Den teoretisk maksimale mulige bestand af ½-års laks i de øvre dele af laksens registrerede udbredelsesområde i 2016 blev beregnet til 461.000 (385.900-543.300) stk. Den beregnede bestand af vilde ½-års laks i 2016 i det samme område (132.300 stk.) udgjorde ca. 28,7 % af den vurderede maksimale bestand. Øvre områder, som blev vurderet egnede for laks, men som ikke var udnyttet i 2016, kunne rumme yderligere 255.700 (199.700-318.400) ½-års laks. Rekrutteringsstatus for laksen i Skjern Å-systemets øvre dele var dermed ca. 18,5 %, der var altså et betydeligt uudnyttet potentiale for forøgelse af laksebestanden.

Baseret på størrelses- og kønsfordeling for gydelaks i Skjern Å-systemet, antallet af æg i hver hun (fekunditeten) og antallet af gydende hunlaks i 2015, udgjorde det beregnede antal æg, der blev gydt i Skjern Å-systemet i vinteren 2015-2016 ca. 21,3 (18,1-24,5) mio. stk. Overlevelsen fra æg til ½-års laks (192.500 stk.) blev herudfra beregnet til at være ca. 0,9 % (0,36-1,72 %).

## 1.2 Øvre udbredelse af vild lakseyngel i Skjern Å-systemet 2016

Formålet med denne undersøgelse var at undersøge, hvor stort laksens naturlige udbredelsesområde i Skjern Å systemet var i 2016, herunder hvor langt op i de forskellige vandløb laksene vandrede, specielt med fokus på vandløbsbredder. Udbredelsen af vild lakseyngel (½-års laks) i Skjern Å-systemet blev undersøgt ved elfiskeri på 346 stationer i perioden august-oktober 2016. Laksens udbredelsesområde var større i 2016 end registreret ved tre lakseyngelundersøgelser udført af Danmarks Center for Vildlaks (DCV) i perioden 2007-2013. Undersøgelsen viste bl.a., at laksen havde gydt opstrøms fjernede spærringer i Skjern Å og Holtum Å, hvor vild lakseyngel ikke tidligere var blevet registreret. I Omme Å og Gundesbøl Å var den øvre udbredelse dog reduceret i forhold til tidligere undersøgelses-år. Holme Å, som er et mellemstort vandløb i Varde Å-systemet, blev anvendt som reference-vandløb, dvs. hvor en naturlig lakseopgang er forhindret af effektive spærringer i vandløbet nedstrøms undersøgelsesstrækningen.

Der var langt flere forekomster af lakseyngel i små vandløb, end det var tilfældet ved en sammenlignelig fiskeundersøgelse udført af DTU Aqua i Skjern Å-systemet i 2007. I 2016 blev der således fundet vild lakseyngel på otte stationer i vandløb mindre end to meter brede. At lakseynglen i højere grad findes på opvækstområder i de mindre vandløb betyder, at potentialet for laksebestandens størrelse øges, når disse vandløbsarealer også udnyttes af laksene. Samtidig understreger det vigtigheden af, at man også prioriterer det vandløbsforbedrende arbejde i de mindre vandløb i de øvre dele af systemet.

## 1.3 Lakseyngelproduktion i Skjern Å ved forhenværende Brande Elværk Sø

I 2013 blev den kunstige Brande Elværk Sø tømt som følge af et digebrud, og naturlige forhold blev genskabt på ca. 2,4 km af Skjern Å opstrøms diget. Ud fra fiskeundersøgelser og habitatopmålinger i august-september 2016, blev det beregnet, at der i 2016 blev produceret ca. 3.914 vilde ½-års laks på den tidligere sø-påvirkede å-strækning alene som resultat af naturlig reproduktion. Ved anvendelse af litteraturværdier for Skjern Å-laksenes overlevelse i å og hav kan deraf forventes en estimeret opgang på ekstra 32-42 gydelaks årligt.

Det sandsynliggøres, at en fjernelse af den sidste spærring i Skjern Å, ved vandkraftværket MES, og en genopretning af Skjern Å ved MES sø, kan resultere i en naturlig produktion på ekstra 9.614 ½-års laks, heraf estimerede 3.914 lakseyngel på det pt. sødækkede areal og 5.702 laks på eksisterende gyde- og opvækstarealer opstrøms søen, årligt svarende til en estimeret opgang på ekstra 79 gydelaks.

## 1.4 Gydebanker – Lakseynglens spredning fra gydebanker gennem det første leveår

Lakseynglens spredning fra en gydebanke blev undersøgt fire gange i laksenes første leveår. Undersøgelsen blev udført i Holme Å, som er et typisk dansk lavlandsvandløb. Resultaterne fra undersøgelsen viste, at lakseynglens spredning i vandløbet gradvist blev større over tid med en generel forskydning i nedstrøms retning.

I marts 2017 blev ca. 10.000 øjenæg lagt i kunstige gydegravninger på en nyetableret gydebanke i øvre Holme Å. Elfiskeri på stationer op- og nedstrøms gydebanken viste, at lakseynglen allerede i juni havde spredt sig 250 meter opstrøms og 1.700 meter nedstrøms gydebanken. De største laksetætheder sås på stationerne 50 meter opstrøms til 800 meter nedstrøms gydebanken. I august havde lakseynglen spredt sig yderligere i vandløbet fra 700 meter opstrøms til 2.800 meter nedstrøms gydebanken. Igen blev de største tætheder fundet fra 50 meter opstrøms gydebanken til 800 meter nedstrøms. I oktober blev der fundet lakseyngel fra 1.300 meter

opstrøms gydebanken til 3.900 meter nedstrøms gydebanken. I marts var der ikke sket en yderligere spredning, og den største tæthed af lakseyngel blev fundet 2.000 meter nedstrøms gydebanken.

Yngeltæthederne fundet ved undersøgelserne i august viste, at der var målsætningsopfyldelse i forhold til Vandområdeplanerne for fiskebestanden på alle stationer på en 850 meter lang vandløbsstrækning omkring gydebanken. Undersøgelsen sandsynliggør, at man kan opnå målsætningsopfyldelse i forhold til miljømålene lokalt, i sammenlignelige laksevandløb, ved at anlægge gydebanker med op til 1650 meters indbyrdes afstand. Målsætningsopfyldelse betyder dog ikke nødvendigvis, at et vandløb er godt besat med lakseyngel set i forhold til vandløbets bærekapacitet. Det anbefales derfor, at man gennem eksempelvis forundersøgelser til vandløbsrestaurering i et laksevandløb, tilpasser antallet af evt. gydebankeetableringer og afstande imellem disse, så de kan opfylde vandløbets forventede bærekapacitet af lakseyngel.

### **1.5 Overlevelse af lakseæg og blommesæk-yngel i okkerbelastede vandløb**

Mange vandløb i især Vest- og Sydjylland er så okkerbelastede, at det kan være svært at opnå god økologisk tilstand for dyre- og plantesamfund i disse vandløb. Lakseforekomster i okkerbelastede vandløb er generelt sporadiske med registrering af enkelte individer i forbindelse med fiskeundersøgelser.

I 2016-2018 blev det undersøgt, om opløst jern (ferrojern) og udfældet jern (ferrijern, okker) påvirker overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel i de stadier, hvor laksen ligger begravet i gydegruset i vandløbsbunden. For at udelukke effekten af sandindlejring i gydebanker blev befrugtede æg anbragt i flydende rugekasser. Rugekasserne blev placeret i en række mellemstore, okkerbelastede tilløb til Skjern Å, og overlevelsen for æg og yngel blev sammenholdt med resultater fra rugekasser i et svagt okkerbelastet vandløb og på opdrætsanlægget på Danmarks Center for Vildlaks (DCV).

I det første forsøg i 2016 blev effekten af opløst jern på overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel undersøgt. Ægbeholderne i rugekasserne blev jævnligt renses for okker for, for så vidt muligt, at isolere effekten af opløst jern på overlevelsen. Overlevelsen for henholdsvis æg- og blommesæk stadiet blev sammenholdt med målte koncentrationer af opløst jern i vandløbene. Resultaterne viste, at de målte koncentrationer af opløst jern (ferrojern) på op til 2,03 mg/l og gennemsnitligt op til 1,55 mg/l i vandløbene ikke havde nogen effekt på overlevelsen af hverken lakseæg eller blommesæk-yngel.

I det andet forsøg blev effekten af udfældet jern (okker) på overlevelse af lakseæg og blommesæk-yngel undersøgt. Resultaterne fra dette forsøg viste, at dødeligheder for både æg og blommesæk-yngel var højere i de okkerbelastede vandløb sammenlignet med dødeligheder i et svagt okkerbelastet vandløb og på DCV. Derudover viste forsøget, at der var en markant højere overlevelse af lakseæg og blommesæk-yngel begravet i gydegrus i forhold til æg og yngel, som lå eksponeret på overfladen af gydegrus. Denne forskel kan måske forklares ved, at trykket fra det gennemstrømmende vand kan reducere okkerindlejring i gruset.

Det konkluderes, at opløst jern i de koncentrationer, man finder i danske mellemstore, okkerbelastede vandløb, ikke har nogen direkte effekt på overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel. Resultaterne tyder derimod på, at udfældet jern (okker) kan have en negativ effekt på overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel. Denne viden understreger vigtigheden af, at man fremover, i endnu højere grad, bestræber sig på at reducere udledning af okker til

vandløbene, eksempelvis ved at hæve grundvandsstanden i ådalene og rense okkerbelastet drænvand i okkersøer, inden det når vandløbene.

### 1.6 Effekten af signalkrebs på tætheder af lakseyngel

Den invasive signalkrebs (*Pacifastacus leniusculus*) blev registreret for første gang i Skjern Å-systemet i 2010. I marts 2018 blev 2.500 lakse-øjenæg udlagt på to gydebanks med store tætheder af signalkrebs i Rind Å og på to sammenlignelige gydebanks i to vandløb uden signalkrebs. Effektundersøgelser udført i juni og august viste, at gennemsnitlige lakseyngeltætheder på gydebanksene i Rind Å (13 lakseyngel pr. 100 m<sup>2</sup>) kun var 11 % af tæthederne fundet på gydebanksene uden signalkrebs (115 lakseyngel pr. 100 m<sup>2</sup>). Undersøgelsens resultater sandsynliggør, at signalkrebsen kan blive en reel trussel mod en positiv udvikling for laksebestande i danske vandløb.

### 1.7 Afprøvning af metode til registrering af lakseyngel på dybt vand

Akustiskscanning af vandløbsbunden i nedre Skjern Å og Omme Å, kombineret med dykkerundersøgelser af formodede gydegravninger, frembragte ikke en pålidelig metode til registrering af lakse-gydegravninger på dybe vandløbsstrækninger. Scanningsbillederne viste dog tydelige gengivelser af markante strukturer som udlagte skjulsten på vandløbsbunden.

### Perspektivering og anbefalinger

- Overlevelsen for laks fra æg til ½-års lakseyngel var betydeligt lavere i Skjern Å-systemet i 2016, sammenlignet med overlevelser fundet ved tilsvarende undersøgelser i Ribe Å og Storå. Det anbefales, at man kortlægger de potentielle gydearealer med grusbund i Skjern Å systemet og derudfra etablerer flere lavvandede grusstrøg for at skabe flere gydepladser og opvækstområder for ynglen i de tidlige stadier. Derudover bør dødeligheden forsøges reduceret gennem tiltag, som kan nedbringe mængden af vandrende sand og okker i vandløbene, som kan reducere overlevelsen for æg og blommesæk-yngel i gydegravningerne.
- Lakseynglens naturlige udbredelsesområde i Skjern Å-systemet er blevet stadig større i perioden 2007-2016 i takt med, at et stort antal spærringer er blevet fjernet. Vild lakseyngel findes stadig oftere i mindre vandløb, også mindre end to meter i bredden. Det anbefales, at man fortsat prioriterer fjernelser af spærringer for laks i både små og store vandløb, og at kvaliteten af de små vandløb forbedres, så de også rummer gode gydebanks og opvæksthabitater for lakseynglen.
- Laksen har etableret sig på den genopståede Skjern Å-strækning ved den forhenværende Brande Elværk Sø, og strækningen rummede i 2016 en fin bestand af vild lakseyngel. Det anbefales at genskabe naturlige forhold på laksens oprindelige gyde- og opvækstområder ved vandkraftsøer og andre kunstige søer skabt ved opstemning for at understøtte en fortsat positiv udvikling for laksebestanden.
- Lakseynglens spredning fra én gydebanke i Holme Å resulterede i god økologisk tilstand for fiskebestanden (ud fra lakseyngel alene) i august på seks stationer, fra 50 meter opstrøms gydebanken til 800 meter nedstrøms gydebanken. Det anbefales, at man anvender undersøgelsens resultater ved vandløbsrestaurering i laksevandløb, og i øvrigt tilpasser antallet af evt. gydebanke etableringer og afstande imellem disse, så de kan opfylde vandløbets forventede bærekapacitet af lakseyngel.
- Koncentrationerne af opløst jern i flere mellemstore, okkerbelastede vandløb havde ikke nogen direkte effekt på overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel. Resultater fra undersøgelsen tydede derimod på, at udfældet jern (okker) kan have en negativ effekt på overlevelsen af lakseæg og blommesæk-yngel. Denne viden understreger vigtigheden af, at man fremover, i endnu højere grad, bestræber sig på at reducere



udledning af okker til vandløbene, f.eks. ved at hæve grundvandsstanden i ådalene og rense okkerbelastet drænvand i okkersøer, inden det når vandløbene.

- Resultaterne indikerer, at signalkrebs kan udgøre en reel trussel mod en positiv udvikling for laksebestande i danske vandløb. Det anbefales, at man undersøger signalkrebsens mulige effekter på økologien i de danske vandsystemer yderligere. Mere viden herom er vigtig for den fremtidige forvaltning af hjemmehørende dyre- og plantesamfund i danske vandløb og søer, herunder de danske laks.

**Resultaterne fra Arbejdspakke 1 er afrapporteret her:**

- *Iversen, K., Pedersen, S., Mikkelsen, J. S., Christensen, H., Koed, A. & Larsen, M. H. (2017). Øvre udbredelse af vild lakseyngel i Skjern Å-systemet 2016. Rapport fra "Den store lakseundersøgelse (SDPAS)".*
- *Iversen, K. & Jepsen, N. (2018). Opgangen af laks i Skjern Å-systemet 2017. SDPAS-rapport af Danmarks Center for Vildlaks & DTU Aqua.*
- *Iversen, K., Larsen, S., Jepsen, N. & Ottosen, R. (2019). Lakseopgangen i Skjern Å-systemet 2018. Rapport fra "Den store lakseundersøgelse (SDPAS)".*
- *Iversen, K. & Larsen, M. H. (2019). Laksebestanden i Skjern Å ved fhv. Brande Elværk Sø. Rapport fra Danmarks Center for Vildlaks - Den store lakseundersøgelse (SDPAS).*
- *Iversen, K. & Larsen, M. H. (2019). Overlevelse af lakseæg og blommesækkyngel i okkerbelastede vandløb. Rapport fra Danmarks Center for Vildlaks - "Den store lakseundersøgelse (SDPAS)".*
- *Iversen, K. & Larsen, M. H. (2019). Lakseynglens spredning fra gydebanken gennem det første leveår. Rapport fra Danmarks Center for Vildlaks - "Den store lakseundersøgelse (SDPAS)".*
- *Pedersen, S., Iversen, K., Koed, A. & Jepsen, N. (2019). Laksebestanden i Skjern Å 2016. DTU Aqua-rapport nr. 351-2019. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 74 pp. + bilag.*

## Arbejdspakke 2. Udtræk af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å og Omme Å samt laksesmolt dødeligheden i Ringkøbing Fjord 2016 og 2017

*Anders Koed, Søren Larsen, Niels Jepsen, Kim Aarestrup, Kim Iversen og Hugo de Moura Flávio*

Skjern Å er Danmarks vandrigeste å og afvander et opland på ca. 250.000 ha svarende til omkring 5,8 % af Danmarks areal. Siden 1840'erne har åen været påvirket af reguleringer og engvandingsanlæg. Ved et stort afvandingsprojekt i 1960'erne blev ca. 4.000 ha enge og sumpområder omdannet til agerjord og åens naturlige slyngninger blev erstattet af kanaler. Desuden blev Kodbøl Styrket anlagt, hvilket satte en effektiv stopper for en del vandrende fiskearters udnyttelse af det øvre vandløb. På lange strækninger opstrøms Borris har åen bevaret sit naturligt snoede løb, om end de mange opstemninger bygget i forbindelse med dambrug og engvandingsanlæg gennem tiden har medført passageproblemer for fiskene. De mange menneskeskabte ændringer af åen har bl.a. medført en kraftig tilbagegang for åens bestand af laks, der i 1980'erne var tæt på udryddelse.

For at rette op på det, der nu betragtes som 'fortidens synder', vedtog Folketinget i 1987, at der skulle gennemføres et restaureringsprojekt af Skjern Å-systemet. I juni 1998 vedtog Folketinget en anlægslov for projektet. Anlægsarbejdet gik i gang i juni 1999 og afsluttedes i december 2002. De yderste ca. 20 km af åen samt et omkringliggende areal på ca. 2.200 ha blev dermed ændret fra snorlige kanaler og drænedede marker til en mere 'naturligt' slyngt å med omkransende eng- og sumpområder. For yderligere at hjælpe de trængte bestande af laksefisk blev der i 1996 indført reguleringer i fiskeriet i Ringkøbing Fjord og Skjern Å for at sikre bedre passage for fiskene gennem fjorden.

Formålene med denne undersøgelse var 1. at undersøge størrelsen af laksesmoltudtrækket fra Skjern Å og Omme Å, 2. at undersøge laksesmolt dødeligheden i Ringkøbing Fjord under smoltenes vandring fra Skjern Å til Nordsøen og 3. at undersøge nedtrækket af lakseungfisk om efteråret.

Størrelsen af smoltudtrækket er en central parameter i forhold til at vurdere lakseproduktionen i vandløbet samt til at estimere dødeligheder fra yngel til smoltstadiet og fra smoltstadiet til opgangsstadiet.

Der er tidligere gennemført smoltundersøgelser i Skjern Å-systemet i årene 1991, 1994 og 2000, 2002 og 2005. Ved alle undersøgelserne blev størrelsen af ørred- og laksesmoltudtrækket estimeret ud fra fældefangster, bl.a. for at undersøge effekten af det store Skjern Å restaureringsprojekt i 2002 på ørred- og laksebestandene. For at undersøge størrelsen af en evt. år-til-år variation af smoltudtrækket og vandringsoverlevelsen blev undersøgelsen gennemført både i 2016 og 2017. Udtrækket af ørredsmolt fra de to år blev opgjort ved samme lejlighed

I foråret 2016 og foråret 2017 blev der sat smoltfælder i Skjern Å og Omme Å til fangst af smolt samt der blev opsat et akustisk dataloggersystem, som registrerer de mærkede nedvandrende smolt ved udløbet af Skjern Å i Ringkøbing Fjord samt ved Ringkøbings Fjords udløb i Vesterhavet (Hvide Sande). Fælderne blev sat op i marts i 2016 og 2017 og opererede til starten af juni begge år. Dataloggersystemet blev også sat op i marts begge år og opererede indtil vi var sikre på, at alle akustiksenderne var stoppet med at sende (batteriet udløbet), dvs. til og med september. En stor del af dataloggersystemet blev dog blevet stående for at registrere mærkede nedgænger laks under Arbejdspakke 4.

Driften af fælderne, især i Skjern Å, gav forholdsvis store udfordringer i 2016, idet høje nedbørsmængder i midten af april gjorde, at fælderaderne væltede. Fælden blev opsat igen og kørte planmæssigt perioden ud i 2016. I 2017 kørte fælderne planmæssigt gennem hele perioden. I 2016 var der udfordringer i forhold til at fange et tilstrækkeligt antal smolt til både smoltnedtræks-undersøgelsen og dødelighedsundersøgelsen, og kun 104 ud af planlagte 200 smolt blev mærket med akustiksendere. På trods af dette lykkedes det i 2016 at få tilfredsstillende estimater af både smolt-udtrækket fra Skjern Å og Omme Å og overlevelses-estimer for smoltenes passage af Ringkøbing Fjord. I 2017 blev der mærket 265 stk., og der blev opnået gode estimater af både smoltudtrækket fra Skjern Å og Omme Å og overlevelsen ved smoltenes passage af Ringkøbing Fjord.

Laksesmolt-udtrækket fra Skjern Å i 2016 var ca. 21.000 stk., hvilket var lidt lavere end udtrækket i både 2002 og 2005, mens laksesmolt-udtrækket for 2017 på godt 30.000 stk., var lidt højere. I 2016 stammede ca. 20 % af smolt-udtrækket, eller 4.500 stk., fra vild egenproduktion i Skjern Å, mens det tilsvarende tal for 2017 var ca. 22 %, eller 6.900 stk. Således ligger den vilde smoltproduktion under tallene for 2002 (ca. 12.000 stk.), og 2005 (ca. 8.200 stk.). Der er ikke umiddelbart nogen forklaring på, at produktionen af smolt er faldet i Skjern Å i forhold til 2002 og 2005. Siden disse blev gennemført er der sket omfattende habitatforbedringer i Skjern Å-Systemet, hvilket alt andet lige burde have øget smolt-produktionen i åsystemet.

Der er aldrig tidligere blevet lavet undersøgelser af smolt-udtrækket i Omme Å. I 2005 forventedes Omme Å ikke at bidrage væsentligt til smolt-udtrækket som følge af tidligere dårlige passageforhold i den nedre del af åen ved Sønderkov Dambrug. Smolt-udtrækket fra Omme Å var knap 2.500 stk. i 2016 og godt 7.400 stk. i 2017. I 2016 var det ikke muligt at opgøre bestanden på udsatte og vilde fisk pga. få genfangster i de enkelte grupper. Dog var godt halvdelen af de fangede smolt vilde, og det kan med rimelighed antages, at godt halvdelen af den samlede smoltfangst udgør vilde laks. I 2017 var der et tilstrækkeligt antal genfangster til at kunne opgøre fordelingen af smolt-udtrækket på de enkelte grupper: 4.865 stk., svarende til ca. 65 % af det samlede smolt-udtræk stammede således fra vild egenproduktion, 2.553 stk. fra ½-års udsætningerne (34 %) og 34 stk. (< 1 %) fra 1-års udsætningerne.

Produktion af vilde laksesmolt i Omme Å i 2016 og 2017 kan altså antages at være et resultat af omfattende restaureringstiltag, især fjernelse af spærringer, som er gennemført i Omme Å fra 2002 til 2017.

Af de akustikmærkede laksesmolt fra gruppen "vilde-, ½- og 1-årsmolt" overlevede hhv. 85 % og 74 % i 2016 og 2017 vandringen gennem Skjern Å/Omme Å til Ringkøbing Fjord. For DCV-smoltene var de tilsvarende tal 82 og 76 %. Der var ingen direkte observationer af dødelighedsårsagerne i åen, men gedde og fugle stod formentlig for prædationen hér, ligesom det blev observeret i 2002. Skarv blev observeret fouragerende i åen i hele undersøgelsesområdet fra sammenløbet af Ganer Å og Skjern Å til udløbet i fjorden. Dødeligheden i åen i 2016 og 2017 var dermed højere end i 2005, men dette var ikke statistisk signifikant. Dødeligheden i Ringkøbing Fjord for de akustikmærkede laksesmolt fra Skjern Å og Omme Å i 2016 og 2017 var hhv. 39 og 40 %.

I 2000 og 2002, hvor smolt-dødeligheden blev undersøgt ved hjælp af radiotelemetri, blev ca. 40 % af de radiomærkede laksesmolt ædt af skarv. Disse tal var absolut minimumstal, da alene smolt ædt af fugle på Olsens og Vinterleje Polde (to små øer, som ligger i Ringkøbing Fjord) indgik i beregningen. I 2005 blev laksesmolt-dødeligheden i fjorden undersøgt med akustiktelemetri ligesom i 2016 og 2017. I 2005 var den samlede smoltdødelighed på 46 % i Ringkøbing Fjord og dødeligheden i 2016 og 2017 ligger altså på nogenlunde samme niveau som i første halvdel af 2000-tallet. Radiotelemetri-undersøgelse af laksesmoltene i Skjern Å blev også udført af

Miljøstyrelsen og DTU Aqua i 2016 og 2017. Her viste det sig, at hhv. 42 og 48% af de mærkede smolt blev ædt af skarver, hvilket indikerer, at skarverne er hovedårsagen til dødeligheden hos vandrende laksesmolt i Skjern Å.

Et efterårsnedtræk af lakseungfisk blev undersøgt med PIT-teknologi (Passiver Integrated Tags). Der blev opstillet en PIT antenne i sommeren 2016 i den nedre del af Omme Å til registrering af nedtrækkende unglaks ned til 8 cm mærket med 12 mm PIT mærker i sommeren og eftersommeren 2016 og 2017. Ud over at driften af PIT antennen gav store udfordringer på grund af store vandføringshændelse viste det sig, at detektionsraten 12 mm PIT mærker var for lav og det blev opgivet at få brugbare data med disse mærker. Der blev skiftet til 23 mm PIT mærker, som blev anvendt til mærkning af knap 1.000 vilde unglaks i eftersommeren 2018 og 2019. Detektionsraten var, på trods af de større mærker, fortsat meget lav, hvilket skyldes, at store flomme væltede PIT-antennen gang på gang. Efterfølgende var der udfordringer med at få den op at køre igen pga. høje vandføringer. Desværre er det ofte under disse store vandføringer, at en betydelig del af fiskene vandrer nedstrøms. På trods af meget lave tal fisk registreret, viser resultaterne, at der også i danske vandløb sker et nedtræk af juvenile laks i efteråret svarende til i størrelsesorden 1/5 af smoltudtrækket, der sker om foråret. Resultaterne fra undersøgelsen er dog behæftet med stor usikkerhed og skal tages med forbehold.

### **Perspektivering og anbefalinger**

Det er fortsat relevant at undersøge størrelsen af efterårsudtrækket af lakseungfisk i danske laksevandløb for at få et mere præcist tal for betydningen af dette for laksebestandene.

Arbejdsplan 1 og 2 indikerer tilsammen, at overlevelsen for laks fra æg til smolt i Skjern Å systemet er lav sammenlignet med andre undersøgte vandløb (f.eks. Ribe Å og Storå). Det anbefales, at årsagerne til dette belyses nærmere.

Hovedparten af laksesmolt-dødeligheden sker efter udvandringen til Ringkøbing Fjord, hvor der sker en kraftig reduktion af antallet af smolt under fjordpassagen. Ved passagen af selve sluseområdet ved Hvide Sande er der tilsyneladende en meget stor smolt-dødelighed på 20 – 24 %, svarende til ca. halvdelen af den samlede dødelighed, der sker i fjorden. Etableringen af en stor stabil bestand af laks i Skjern Å vil derfor kunne fremmes væsentligt, hvis prædationen i fjorden reduceres. Prædation på laksesmoltene er i høj grad et resultat af sandsynligheden for at smolt og prædator mødes. Den afhænger bl.a. af antallet af tilstedeværende prædatorer, især skarv, i Ringkøbing Fjord. En reduktion af skarvbestanden i fjorden, i særdeleshed i sluseområdet ved Hvide Sande, vil formentlig kunne øge overlevelsen af laksesmolt i fjorden væsentligt.

### **Resultaterne fra Arbejdsplan 2 er afrapporteret her:**

*Koed, A., Larsen, S., Jepsen, N., Aarestrup, K., Iversen, I., de Moura Flávio, H. (2019). Udtræk af ørred- og laksesmolt fra Skjern Å og Omme Å samt laksesmoltdødeligheden i Ringkøbing Fjord 2016 og 2017. 40 pp.*

*Flávio, H., Aarestrup, K., Jepsen, N., Koed, A., 2019. Naturalised Atlantic salmon smolts are more likely to reach the sea than wild smolts in a lowland fjord. River Research and Application, 35 216-223. doi:10.1002/rra.3400.*

### **Arbejdspakke 3. Genetisk status: Genetisk monitoring af 100 års forvaltning af den vestjyske laks**

*Belén Jiménez Mena, Dorte Bekkevold og Einar Eg Nielsen*

Hovedspørgsmålene, som vi forsøgte at klarlægge i undersøgelsen var: 1) Er der sket tab af genetisk variation og indavl ved, at der i perioder har været en lille genetisk effektiv bestandsstørrelse? 2) Er der foregået opblanding af de vestjyske laks med ikke hjemmehørende udsatte laksestammer? 3) Er laksene gennem støtteopdræt blevet tilpasset et liv i opdræt og derfor ringere tilpasset et liv i naturen?

Alle reetableringsprogrammer for bestande af truede dyrearter, inklusiv den vestjyske laks, er afhængige af de tilbageværende individers genetiske variation og kvalitet. Kvaliteten betyder i denne sammenhæng, at de har den rigtige genetiske sammensætning, der øger individernes overlevelse og reproduktionsevne i naturen. En god genetisk status for de vestjyske laksebestande gør det muligt at styrke dem og udbygge det rekreative fiskeri, samtidig med at man øger mulighederne for miljømålsopfyldelse. For at klarlægge de vestjyske laks genetiske status har vi undersøgt 20.000 forskellige steder i laksens arvemasse (DNA). Blandt disse DNA-sekvenser findes der gener, som man ved er relateret til vækst, overlevelse, reproduktionsevne, sygdomsresistens og alder ved kønsmodning. Alle er karakterer, der er vigtige for den genetiske kvalitet af de vestjyske laks. Den tidlige udvikling i disse gener er blevet undersøgt med DNA-analyser af tæt på 1.000 prøver af vestjyske laks og udenlandske laks tidligere brugt til udsætning. De vestjyske lakseprøver stammer fra unikke historiske samlinger af skæl og vævsprøver, der dækker mere end et århundrede (1913-2015). Det primære fokus i undersøgelsen har været laksen i Skjern Å, Storå, Ribe Å og Varde Å.

De genetiske undersøgelser af de tidligste prøver af vestjyske laks fra 1913 (tilgængelige prøver fra Skjern Å, Storå, Varde Å og Sneum Å) viste, at der var meget små eller helt manglende (Skjern Å/Storå) genetiske forskelle mellem laksene fra de forskellige vandløb. Vi fandt ikke nogen specifikke DNA-områder/gener, der udviste store genetiske forskelle mellem bestandene, hvilket tyder på en oprindelig lille grad af lokal genetisk tilpasning til hjemvandløbet. Baseret på de genetiske data var bestanden af laks i Skjern Å langt større end de andre bestande med en genetisk effektiv bestandsstørrelse, som populært sagt er det antal individer, der bidrager til afkommet, sandsynligvis over 2.000, hvor den for Storå var op mod 200, for Varde Å under 100 og for Sneum Å tæt på 10. Baseret på en række tidlige prøver fra Skjern Å og Storå fra 1913 og frem til begyndelsen af det koordinerede støtteopdræt og udsætningsarbejdes påbegyndelse (omkring 1990-2000), observeredes et gradvist, men kraftigt fald i den effektive bestandsstørrelse til formentlig under 100 i Skjern Å og under 50 i Storåen. Det er sandsynligt, at bestandene i Varde Å og Ribe Å havde en endnu mindre og kritisk lav effektiv bestandsstørrelse på daværende tidspunkt, så hvis der stadig fandtes en bestand af oprindelige laks i de vandløb, var de sandsynligvis genetisk forarmede.

Ved støtteopdrættets begyndelse var der i en række vandløb tidligere udsat laks fra udenlandske laksestammer. Alle laks brugt som moderfisk blev på daværende tidspunkt genetisk screenet for at udvælge fisk med vestjysk oprindelse. Den daværende metode havde dog begrænset statistisk styrke. På trods af dette viser de nye DNA-data, at der var meget få laks fra de udenlandske stammer, der slap gennem nåleøjet og fejlagtigt blev anvendt i avlen for Storå, Varde Å og Ribe Å. Det ser heller ikke ud til, at der er foregået nogen væsentlig genetisk opblanding mellem hjemmehørende og fremmede stammer gennem den naturlige reproduktion. Hovedparten af de vestjyske laks, der fandtes i Skjern Å, Storå, Varde Å og Ribe Å ved starten af støtteopdrættet grupperer tæt genetisk med Skjern Å laks fra 1990'erne. Det er

derfor sandsynligt, at en meget stor del af de laks, der indgik i støtteeopdrættet i alle vandløb, har deres oprindelse fra Skjern Å og sandsynligvis fra de tidlige faser af opdrætsarbejdet der. Gennem strejfning og direkte udsætning har de antageligt spredt sig til de andre vandløb. Strategien med at anvende alle vestjyske laks opfisket i de respektive vandløb har sikret så bred en genetisk basis som muligt for redningen af den vestjyske laks.

Den tidlige fase af støtteeopdrættet, hvor det var vanskeligt at opfiske tilstrækkeligt med moderfisk, medførte sandsynligvis en yderligere genetisk flaskehals i de respektive vandløb. Således var den effektive bestandsstørrelse i Skjern Å i 1990'erne omkring 20, men den er siden da steget gradvist og nærmer sig nu 300. For Storå, Varde Å og Ribe Å var den effektive bestandsstørrelse i begyndelsen af støtteeopdrættet (omkring år 2000) mellem 25 og 75, hvilket svarer til Skjern Å bestanden på samme tidspunkt. For alle tre vandløb er den effektive bestandsstørrelse i dag steget til mellem 135 og 300. Den parallelle udvikling kan tilskrives, at de nuværende laks fra de 4 vandløb grupperer tæt genetisk, så derfor repræsenterer de sandsynligvis i dag mere én samlet vestjysk bestand end 4 unikke bestande. Dette skyldes naturligvis, at de 4 bestande også oprindeligt var genetisk forholdsvis ens, samt at alle fisk der i den genetiske screening blev klassificeret som 'vestjyske laks', blev anvendt til støtteeopdræt. Heraf grupperer den overvejende del (alle?) genetisk med Skjern Å, hvilket falder i tråd med, at der er dokumenteret høje nutidige strejfrater mellem vandløbene (se arbejdsmappe 4 og 6). Samtidig med, at den genetiske effektive bestandsstørrelse er steget, observerede vi en lille stigning i mængden af genetisk variation (målt som 'heterozygositet' og antallet af 'alleler'). Disse mål svarer til, hvad der fandtes i den historiske store Skjern Å bestand i 1913. Det tyder derfor ikke på, at der er sket noget påfaldende tab af genetisk variation i de vestjyske laks i forbindelse med nedgangen i bestanden i vandløbene og i forbindelse med støtteeopdrættet. Tværtimod ser det ud til, at arbejdet med at sikre anvendelse af mange moderfisk i alle vandløbene har båret frugt og sikret den genetiske variation i de vestjyske laks. Der er heller ikke nogen indikationer i de genetiske data på, at bestandene er blevet stærkt tilpassede til dambrug. Ud af de 285 gener, vi undersøgte, hvor der i udenlandske laksebestande har været påvist en sammenhæng med dambrugstilpasning, var det kun et fåtal, der viste specifikke ændringer i de vestjyske laks (fra 0-8 gener afhængigt af statistisk metode). Faktisk var der lige så mange af disse "dambrugsgener", der ændrede sig i perioden fra 1913 til påbegyndelsen af støtteeopdrættet, altså i en periode, hvor laksene ikke var genstand for opdræt, hvilket yderligere indikerer en ringe dambrugstilpasning. Hvis man specifikt kigger på de gener, der er påvist at have en sammenhæng med alder ved kønsmodning/havalder, så kan der heller ikke påvises nogen større ændringer i frekvensen af de forskellige former af generne, der er tilknyttet tidlig/sen tilbagevending til vandløb, som respektive grilse eller storlaks (se også arbejdsmappe 6).

Samlet set kan man konkludere, at den genetiske status for den vestjyske laks, som udgør en samlet bestand, er god og "kvaliteten" er i fortsat bedring. Den vestjyske laks udgør en unik lokal genetisk ressource adskilt fra alle andre bestande i verden. Delbestandenes genetiske effektive størrelser blev kraftigt reduceret under de faldende bestandsstørrelser fra 1913 til støtteeopdrættets påbegyndelse, hvorefter de gradvist er steget igen til flere hundrede. Der er ikke noget, der tyder på, at der har været en signifikant påvirkning fra de udsatte fremmede laks på gen-puljen hos den vestjyske laks. Det ser heller ikke ud til, at støtteeopdrættet har medført en høj grad af dambrugstilpasning eller har betydet en ændring i variationen i de gener, der i andre bestande er fundet vigtige for andelen af grilse og storlaks.

### **Perspektivering og anbefalinger**

- På trods af kraftig bestandsnedgang og udsætning af fremmede laks er den vestjyske laks' genetiske integritet og variation god. Der er derfor ikke behov for at tilføre nyt blod ('genetic rescue').

- De effektive bestandsstørrelser er stadig lave, men ikke kritisk lave. Støtteopdræt med mange moderfisk bør derfor fortsætte i de vandløb, hvor man ikke kan sikre en kontinuerlig stor vild produktion.
- Der er ikke stærke tegn på dambrugstilpasning, så derfor bør man fortsat prioritere sikring/forbedring af høje effektive bestandsstørrelser gennem opdræt og udsætning over risiko for 'domesticering' (arvelig tilpasning til dambruget).
- Der er ikke tegn på tidlige ændringer i gener for havalder, så derfor bør den nuværende kvoteopdeling og relative fordeling mellem små og store laks fastholdes.
- Selvom laksene i de vestjyske vandløb overordnet har det samme genetiske udgangspunkt, bør man fortsætte med at separere støtteopdræt per vandløb for at sikre høje effektive bestandsstørrelser og fremme lokale tilpasninger.
- Omend den genetiske kvalitet er god, bør man foretage yderligere habitatforbedringer, så man gradvist kan udfase støtteopdræt og sikre store natur-tilpassede bestande med høj overlevelse og reproduktionsevne i naturen.

## Arbejdspakke 4. Udvandring og tilbagevending af nedgængerlaks i Skjern Å 2017 og 2018

*Kim Aarestrup, Hugo de Moura Flávio, Kim Birnie-Gauvin, Søren Larsen og Anders Koed*

Formålet med Arbejdspakke 4 var at undersøge laksens overlevelse efter gydning (hvor de kaldes *nedfaldslaks*) og frem til tidspunktet, hvor de forlader Ringkøbing Fjord. Desuden blev overlevelsen sammenlignet mellem laks fanget i Skjern Å der var taget ind til afstrygning (*moderfisk*) på DCV og efterfølgende genudsat i åen med overlevelsen hos laks, som blev fanget i åen og genudsat umiddelbart efter.

Alle laks blev fanget ved elfiskeri i Skjern Å og mærket med akustiske telemetrimærker. De, som kom fra DCV, var blevet fanget i det sene efterår inden gydeperioden, mens de som blev udsat umiddelbart efter fangst og mærkning, blev fanget i det tidlige forår efter gydningen. Efterfølgende blev alle laksenes adfærd fulgt via et dataloggersystem, som registrerede nedvandrende laks ved udløbet af Skjern Å, i Ringkøbing Fjord samt ved Ringkøbings Fjords udløb i Vesterhavet (Hvide Sande).

Der blev mærket i alt 199 laks i 2017 og 2018. Den samlede overlevelse under udvandring i de to år var næsten ens. Således overlevede 57 % vandringerne ud i havet i 2017, mens det tilsvarende tal for 2018 var 54 %. Overlevelsen var lidt forskelligt i åen og fjorden de to år. Således var overlevelsen lidt større i åen i 2017, men mindre i fjorden i forhold til 2018. Sammenlagt overlevede 82 % af de mærkede laks ud af åen, mens 55 % overlevede den samlede vandring ud til havet. Et højere stressniveau (målt som cortisol-niveau) hos laksene fanget, mærket og udsat umiddelbart i åen var korreleret med en tidligere start af udvandringen. Samtidig var et højt stressniveau korreleret med en lavere overlevelse på vej ud til havet ved slusen i Hvide Sande, således at laks der påbegyndte nedvandringen tidligere havde en samlet lavere overlevelse på vej ud til havet. Indtil videre er 11 fisk registreret som tilbagevendt til åen efter mellem 374 og 465 dage i havet. Fiskene er altså det, man betegner som "alternate spawners" (de springer en gydesæson over). Højest overraskende er størsteparten af de tilbagevendende laks registreret i den nærliggende Storå (hvor der også er opsat et dataloggersystem). Dette bekræfter formodninger om, at strejfrater kan være relativt høje hos Skjern Å laksen. Hvor udbredt det er, og om det gælder hos de andre vestjyske laksebestande må fremtidige undersøgelser afklare.

### **Perspektivering og anbefalinger**

Nedfaldslaks, der senere vender tilbage til vandløbene som 'flergangs-gydere', udgør en betydeligt andel af laksegydebestanden. For at sikre høj overlevelse af nedfaldslaksene, anbefales det, at åbningen af laksefiskeriet i de vestjyske laksevandløb ikke sker tidligere end den nuværende praksis, altså tidligst d. 16. april.

### **Resultaterne fra Arbejdspakke 4 er afrapporteret her:**

Birnie-Gauvin, K., Flávio, H., Kristensen, M.L. et al. Cortisol predicts migration timing and success in both Atlantic salmon and sea trout kelts. *Sci Rep* 9, 2422 (2019).  
<https://doi.org/10.1038/s41598-019-39153-x>



## Arbejdspakke 5. Kvaliteten og overlevelsen på udsætningslaks

*Martin Hage Larsen, Kim Birnie-Gauvin, Søren Larsen, Søren T. Thomassen, Gert Holdensgaard og Kim Aarestrup*

Mange vilde bestande af laks (*Salmo salar*) er kraftigt reduceret eller helt udryddet på grund af menneskelige aktiviteter, herunder ødelagte levesteder, forurening, opdæmning af vandløb, overudnyttelse ved fiskeri og introducerede parasitter. For at kompensere for disse reduktioner i bestandene bliver der årligt udsat store mængder opdrættede laks. Siden slutningen af 1980'erne har der været fremgang i de vestjyske laksebestande, men vandløbenes bærekapacitet vurderes at være endnu højere, og de støttende lakseudsætninger udgør stadig en vigtig del af forvaltningen af de danske bestande.

Overlevelsen af opdrættede laks er ofte væsentligt lavere i forhold til vilde fisk, som er opvokset i naturen. Årsagerne til deres generelt lavere overlevelse er komplekse og varierende, men kan skyldes morfologiske deformiteter, som opstår i opdrætsfasen. Forkortede gællelåg, hvor en del af gællelåget er eroderet væk, er en almindeligt forekommende deformitet hos opdrættede laks. På trods af gællelågets vigtige funktion for respirationen er årsagen til og konsekvenserne af forkortede gællelåg endnu ukendte.

De overordnede formål med denne arbejdsopgave var at (1) undersøge den tidsmæssige udvikling af forkortede gællelåg hos laks i opdrætsfasen, (2) undersøge om aggressiv adfærd (f.eks. bid og nap) er en potentiel årsag til forkortede gællelåg, (3) vurdere om forkortede gællelåg påvirker overlevelsen af opdrættede laksesmolt under deres nedstrøms vandring til havet og (4) undersøge hvorvidt fodringsstrategien har indflydelse på forekomsten og intensiteten af erosion på gællelågene.

Resultaterne viste, at de nyklækkede blommesæk-larver havde intakte gællelåg. De første visuelle tegn på forkortede gællelåg opstod kort tid efter lakseynglen blev flyttet til opdrætsbassinerne for at blive fodret med tørfoder (9 uger efter klækningen). Gællelågets yderste kant blev transparent, og små områder af vævet var eroderet væk. De efterfølgende uger steg forekomsten og graden af erosion på gællelågene markant. Fire måneder efter klækningen havde 85 % og 98 % af laksene eroderede gællelåg på to forskellige opdrætsanlæg beliggende i henholdsvis Skjern og Randers. Herefter faldt forekomsten og graden af erosion på gællelågene i takt med at de regenererede. Omkring tidspunktet for udsætningen af laksene var forekomsten af eroderede gællelåg 64 % og 45 % i henholdsvis Randers og Skjern.

For at undersøge om forkortede gællelåg skyldes aggressive interaktioner, blev laksene enten opdrættet individuelt eller i grupper bestående af 300 individer. Laksene blev opdrættet i forskellige rum i de samme bassiner og derved eksponeret for de samme miljømæssige faktorer, f.eks. vandtemperatur, pH, lys og koncentration af nitrit (NO<sub>2</sub>) og ammonium (NH<sub>4</sub>). Laksene var afkom af de samme moderfisk for at eliminere potentielle effekter af moderfiskene, og fodertypen var ens for de to grupper af laks. Ved forsøgets afslutning var alle gællelåg intakte hos de individuelt opdrættede laks, hvorimod 85,7 % af fiskene opdrættet i grupper havde varierende grader af erosion på gællelågene. Resultaterne sandsynliggør, at aggressive interaktioner mellem laksene er den vigtigste årsag til forkortede gællelåg.

Efterfølgende undersøgte vi, om forkortede gællelåg påvirker overlevelsen af opdrættede laksesmolt under deres nedstrøms vandring i vandløbene til havet. Laksesmolt med varierende grader af erosion på gællelågene blev PIT-mærket og udsat i Gudsø Møllebæk og Omme Å. Laksenes vandring mod havet blev registreret ved hjælp af stationære PIT-antenne stationer.

I alt blev 69,5 % (676 ud af 973) af de udsatte smolt registreret på antennerne i Gudsø Møllebæk mens 31,3 % (528 ud af 1686) af laksene blev registreret i Omme Å. Erosion på gællelåget havde ingen signifikant betydning for smoltenes overlevelse under deres nedstrøms vandring til havet i hverken Gudsø Møllebæk eller Omme Å.

Der blev gennemført to separate undersøgelser for at vurdere, om fodringshyppigheden og fordelingen af foder i bassinerne har indflydelse på gællelågets tilstand. I den første undersøgelse blev laksene fodret 12 eller 48 gange i døgnet med tørfoder fra en foderautomat. I den anden undersøgelse blev foderet frigivet i bassinets hjørne eller spredt over hele overfladen fra en let modificeret foderautomat. Ved forsøgenes afslutning var der ingen signifikant effekt af hverken fodringshyppigheden eller foderfordelingen på forekomsten eller intensiteten af erosion på laksenes gællelæg.

#### **Perspektivering og anbefalinger**

- Selvom erosion på gællelågene ikke påvirkede laksenes overlevelse i vandløbene, er det fortsat vigtigt at videreudvikle metoder i opdræt, som kan mindske andelen af laks med forkortede gællelæg. Laksene skal stadig vandre flere tusind kilometer i havet for at nå deres opvækstområder i det nordlige Atlanterhav. Fremtidige undersøgelser er derfor også nødvendige for at vurdere, om forkortede gællelæg nedsætter laksenes overlevelse i havet. PIT-mærkernes lange levetid har potentiale til at besvare dette spørgsmål, når de mærkede laks vender tilbage fra havet til vandløbene for at gyde.
- På trods af at de undersøgte fodringsstrategier ikke påvirkede andelen af laks med eroderede gællelæg, er der fortsat et stort potentiale for at udvikle nye og optimere eksisterende metoder i opdræt, som kan øge laksens kvalitet og velfærd i opdrætsfasen. Resultaterne fra arbejds pakken viser, at andelen af laks med forkortede gællelæg stiger markant umiddelbart efter startfodringen, sandsynligvis fordi laksene begynder at bider hinanden i området omkring gællelåget i denne periode. Det anbefales derfor, at indsatsen skal være særlig målrettet mod laksenes første tid i opdrætsbassinerne, hvor fodringen med tørfoder påbegyndes og laksenes aggressive adfærd er særlig høj.

#### **Resultaterne fra Arbejds pakke 5 er afrapporteret her:**

*Larsen, M.H., Nemitz, A., Steinheuer, M., Lysdal, J., Thomassen, S.T., Holdensgaard, G. (2018). Effects of hatchery feeding practices on fin and operculum condition of juvenile Atlantic salmon *Salmo salar*. English report.*

## Arbejdspakke 6. Genetisk baggrund for havalder: Vestjyske laks' livshistorie: resultatet af mor, far og tilfældighed?

*Dorte Bekkevold, Belén Jiménez Mena, Søren Larsen, Einar Eg Nielsen*

For få år siden fandt man ud af, at hvor længe laksene opholder sig i havet, inden de vender tilbage til vandløbene for at gyde, er delvist genetisk betinget. To banebrydende studier af en række finske og norske bestande viste, at laks, der 'vælger' at opholde sig i havet i to eller flere år før de kønsmodner og går op på gydepladserne (storlaks), typisk har en anden variant af et gen ('vgll3'), end laks, der kun opholder sig i havet i et år eller kortere, før de kønsmodner ('grilse'). Man fandt således, at næsten 40 % af variationen i dette træk, 'havalder', kunne forklares ud fra, hvilke gen-varianter den enkelte laks havde og desuden, at de enkelte gen-varianter havde forskellige effekter i hanner og hunner. Gen-varianten, der er koblet til tidlig modning har således større gennemslagskraft (er dominant) i hanner. Tilsvarende har den alternative gen-variant, der betinger modning som storlaks, en stærkere effekt (er dominant) i hunner. Flere forskellige gener ud over vgl3 spiller tilsyneladende også en rolle, og disse gener benævnes samlet 'kandidat-gener' for modningsalder. I andre bestande af atlantisk laks, f.eks. fra Canada og Norge rapporteres mere varierende grader af sammenhæng mellem modningsadfærd og disse kandidat-gener. I en norsk dambrugsstamme er der endog ingen tydelig sammenhæng, og det diskuteres, om kunstig selektion (udvælgelse) og opvækst under akvakultur-forhold kan have svækket kandidatgenernes betydning for kønsmodningen. På verdensplan ser man mange steder drastisk faldende bestandsstørrelser hos atlantisk laks, og hos flere arter ses en gradvis forringelse i andelen af gamle, store laks på gydepladserne, men om dette er koblet med genetiske ændringer er ofte uvist. Store laks forventes at have større forplantningssucces end mindre fisk og kan derfor være med til at stabilisere og sikre bestandene. Samtidig er storlaks eftertragtede hos lystfiskerne. I de fleste danske laksebestande udgør udsatte fisk fra støtteopdræt stadig en betragtelig andel af de fisk, der går op i vandløbet for at gyde. Praksis, og herunder genetiske principper, anvendt i støtteopdræt forventes derfor at have stor betydning for bestandene i de enkelte vandløb. For at sikre en bæredygtig forvaltning, der tilgodeser artens biologi, er det derfor vigtigt at indhente viden om sammenhænge mellem genetik og livshistorie (havalder) hos de moderfisk, der danner grundlag for næste generation af laks i vandløbene og de livshistorier, som deres afkom får.

Formålet med dette studie var at undersøge hos vestjyske laks, 1) om der fandtes en sammenhæng mellem livshistorie type ('grilse' versus 'storlaks') hos forældre og deres afkom (arver man sin havalder?), og 2) om der var en kobling mellem havalder og de kendte kandidatgener (er kandidatgener betydende for havalder hos vestjyske laks?). Disse spørgsmål blev undersøgt ved at kombinere eksperimentelle krydsninger af moderfisk med forskellige livshistorietyper med udsætninger, et stort lystfisker-drevet indsamlingsprogram, prøvetagning og genetisk familieidentifikation for hver enkelt af forsøgsfiskene indsamlet blandt opgangsfisk i Skjern Å i 2018-2019.

I 2015 foretog DTU Aqua og Danmarks Center for Vildlaks (DCV) et kontrolleret familiekrydsforsøg, hvor 58 hanner og 39 hunner blev opfanget i Skjern Å og bragt til DCV i Skjern. Her blev æg og sæd udtaget og krydset, således at ynglen repræsenterede 157 genetisk unikke familier af forældrefisk, der varierede i livshistorie type (f.eks. grilse far krydset med grilse mor; grilse far krydset med 2 havår mor; 2 havår mor krydset med 2 havår far, etc.). Den 'genetisk mærkede' yngel blev i 2016-2017 sat ud i Skjern Å systemet, og laksenes gydevandring tilbage til åen blev gennem indsamlinger og genetisk fadderskabs-analyser af vævsprøver fulgt i årene 2018 og 2019. Totalt blev 385 afkom registreret fra de 157 familier. Det blev undersøgt, om der er sammenhæng mellem havalder og forskellige varianter af det vigtigste kandidatgen for

modningsalder. Resultaterne viste, at stort set alle moderfisk, uafhængigt af om de var grilse eller storlaks, hanner eller hunner, selv gav ophav til både grilse og storlaks. Der blev fanget i gennemsnit 8 og 10 opgangsfisk fra hver han- og hun-moderfisk, hvilket forventes at være et betragteligt underestimat af den totale, realiserede produktion per moderfisk, da vi jo ikke undersøgte alle fisk i vandløbet. Resultaterne viste for det andet, at opgangsfiskenes hav-alder i relativ ringe grad var påvirket af deres forældres hav-alder (og at det primært var hannernes type, der var koblet til forældrenes type), hvilket dermed sandsynliggør en svag arvelig kobling for modningsalder. Resultaterne viste også, at der kun fandtes en svag kobling mellem det undersøgte kandidat modningsgen og hav-alder. De undersøgte gener viser således ikke samme tætte kobling til modningsalder hos Skjern Å laksen, som det ses i en række andre atlantiske laksebestande. Undersøgelsen viser dog tydeligt, at Skjern Å laksene, uanset om de var grilse eller storlaks, generelt producerede en lille overvægt af storlaks (i snit 56% storlaks, 44% grilse), samt, at det i svagere grad end i andre bestande var arveligt betinget, om en udsat Skjern Å laks vendte tilbage efter ét eller flere år i havet. En implikation af den nye viden er dog også, at livshistorien har en vis arvelighed hos vestjyske laks og derfor kan påvirkes af de konkrete praksisser for arbejdet med udsætningsfisk; f.eks. hvis udsætningsmaterialet bliver produceret på et snævert genetisk grundlag, eller at man udvælger fisk med bestemte livshistorier som moderfisk.

Den genetiske mærkning af forsøgsfiskene muliggjorde en validering af de skæl-aflæsninger af vækstmønstre, der traditionelt har ligget til grund for aldersbestemmelse af laks. Dette var muligt, idet forsøgsfiskene, der alle var født samme år, udgjorde en 'facitliste' for aldersaflæsning af skæl. Denne facitliste forventes videreudviklet i forbindelse med undersøgelser af opgangen af forsøgsfisk i 2020-2021. Interessant nok viste skælaflæsninger kombineret med genetisk fadderskabstest, f. eks., at ca. en tredjedel af alle grilse stammende fra støtteopdræt og fanget under opgangen i 2018, ikke var udsat i Skjern Å, men måtte repræsentere strejfer fra andre vandløb. Dette støtter hermed genetiske og mærkningsbaserede resultater om, at der er høj udveksling af fisk mellem de enkelte vestjyske vandløb (se arbejdsplan 3 og 4).

I forbindelse med den rutinemæssige mærkning af udsætningsmaterialet i Skjern Å gjorde den genetiske mærkning af individuelle familier det endvidere muligt at vurdere, hvordan bestemte udsætningstyper (som hhv. ½-års fisk, 1-årsfisk eller smolt) bidrog til hhv. grilse og storlaks. Her viste resultaterne, at 0.12% af de udsatte ½-årsfisk blev registreret i opgangene 2018-2019, mens 0.23% af udsatte 1-årsfisk og 0.46% af udsatte smolt blev registreret tilbage i vandløbet. I forhold til livshistorier blev det estimeret, at smolt-udsætningerne resulterede i forholdsvis flest tilbagevendende grilse (59% grilse), mens 1-årsfisk udsætningerne resulterede i ca. lige mange grilse og storlaks (46% grilse), og ½-årsfisk udsætningerne resulterede i flest storlaks (64% storlaks). Grundet de nuværende størrelsesbaserede udvælgelses-praksisser (hvor primært relativt hurtigt-voksende yngel udtages til udsætninger af ½-årsfisk), kan man dog ikke entydigt konkludere, at et skifte til overvejende at udsætte ½-årsfisk, vil give markant flere storlaks i opgangene.

For de vestjyske laks ser man ikke, som i flere andre lande, en generel udvikling med stigning i andelen af grilse, men mange fisk, der modner som storlaks. Sammenkædet med resultater opnået i arbejdsplan 3 giver undersøgelsen her et robust grundlag for en genetisk rådgivning, der også fremover sikrer opretholdelsen og genopretningen af sunde naturlige bestande af høj genetisk kvalitet, der kan bære en kontrolleret udnyttelse.

### **Perspektivering og anbefalinger**

- Havalder udviser en grad, om end lav, af arvelig kobling, hvilket understreger vigtigheden af at foretage støtteopdræt med et så bredt genetisk varierende materiale, som muligt.

Det anbefales derfor, at støtteopdræt fortsat benytter mange moderfisk repræsenterende både store og små laks for at sikre diversiteten i bestandene.

- Undersøgelserne peger på forskellige fordelinger af store og små opgangslaks i støtteudsætninger med hhv. ½-årsfisk og 1-årige fisk. Det bør derfor undersøges nærmere, om forskellige udsætningspraksisser er medvirkende til at påvirke fordelingerne af livshistorier i bestandene.