

KONSEKVENSANALYSE

Notat til Ringkøbing Amt

Ændring af vandskiftet
i Ringkøbing Fjord:
Betydning for bestandene af
ørred og laks

NOTAT TIL RINGKJØBING AMT

Ændring af vandskiftet i Ringkøbing Fjord: Betydning for bestandene af ørred og laks

RAPPORT UDARBEJDET FOR
Ringkøbing Amt • Teknik og Miljø • Damstrædet 2 • 6950 Ringkøbing
Tlf.: 96 75 30 00
Sagsbehandler: Heine Glüsing

RAPPORT UDARBEJDET AF
WaterFrame • Hejnæsvej 4 • 8680 Ry
Tlf.: 87 88 30 90
Sagsbehandler: Christian Dieperink

Januar 2003

Indholdsfortegnelse

0. Sammenfatning	2
1. Baggrund og formål	5
2. Havørred	6
2.0. Nuværende status	6
2.1. Fødegrundlag	7
2.2. Habitatkrav	8
2.3. Salttolerance	9
2.4. Følsomhed overfor iltsvind	9
2.5. Tidevand og strømforhold	10
2.6. Sigtbarhed	10
2.7. Prædation og fiskeri	11
3. Laks	13
3.0. Nuværende status	13
3.1. Fødegrundlag	14
3.2. Habitatkrav	14
3.3. Salttolerance	15
3.4. Følsomhed overfor iltsvind	15
3.5. Tidevand og strømforhold	16
3.6. Sigtbarhed	16
3.7. Prædation og fiskeri	16
4. Scenarier	18
5. Litteratur	20

O

Sammenfatning

Driften af slusen i Hvide Sande er af afgørende betydning for miljøtilstanden og for fiskesamfundet i Ringkøbing Fjord. Slusen er dimensioneret til at kunne varetage meget forskellige hensyn, heriblandt også til miljøet. For laksefiskene havørred og laks, som overvejende benytter fjorden som passagevand mellem tilløbene (primært Skjern Å) og Nordsøen, er gode forhold i fjorden stort set ensbetydende med gode passageforhold. En del af havørredbestanden vil dog have behov for at bruge fjorden som permanent opvækstområde, med krav til især fødetilgængelighed, ilt og sigtbarhed, som følger af det længerevarende ophold. Men i det væsentlige drejer en god miljøtilstand sig om gode passageforhold, specielt for de udvandrende ungfisk, de såkaldte lakse- og havørredsmolt.

Overgangen mellem fersk- og saltvand er generelt en meget risikabel periode for unge, vandrende laksefisk. Smoltstadiet, som denne overgangsfase kaldes, er karakteriseret af en lang række morfologiske, adfærdsmæssige og fysiologiske ændringer i de udvandrende ungfisk. Fordi disse ungfisk ikke er adfærdsmæssigt, eller fysiologisk fuldt tilpasset et liv i havet, og fordi de endnu er små og derfor sårbare overfor prædatorer, er førstegangsmødet med saltvandet en stressende og farefuld oplevelse, hvor dødeligheden kan være betydelig.

Under nedvandringen gennem vandløbet benytter både havørred- og laksesmoltene sig typisk af vandløbets strøm til passiv transport, og udvandringen sker fortrinsvis om natten, hvor risikoen for prædation er mindst. Om dagen standser smoltene op, holder en pause i udvandringen og finder en sikker standplads i strømlæ, indtil de den følgende nat kan fortsætte. Når de kommer ud til saltvandet fortsætter denne skiftevis aktive-passive transportform, nu blot drevet af tidevandet, og under mindre påvirkning af lysmængden. Ved faldende vande bevæger smoltene sig væk fra kysten med en hastighed der svarer til tidevandets, men når tidevandet stiger forsøger smoltene at holde stand mod strømmen. Tidevand er derfor en hjælp for smoltenes udvandring i overgangen mellem fersk- og saltvand.

I Ringkøbing Fjord er der ikke en fast døgnrytme i tidevand, fordi sluseportene har overtaget reguleringen af ud- og indgående strøm. Det medfører at fjorden delvis kommer til at fungere som en stor brakvandssø, hvor strømforholdene i det væsentligste styres af vinden. Afhængigt af driften vil slusen mindske saltvandsindstrømningen fra Nordsøen.

Uanset hvilket vandskifte Ringkøbing Fjord kommer til at opleve fremover, vil smoltene fra Skjern Å ligesom i dag møde den første svage saltgradient i deltaområdet eller på den nederste kilometer af åen. Her har smoltene, især laksesmoltene, imidlertid vist sig at være meget sårbare overfor prædation fra skarver i de første timer efter at være vandret forbi åmundingen. To uafhængige undersøgelser i 2000 og i 2002 har vist at 37-41 % af laksesmoltene og 13-14% af ørredsmoltene i Skjern Å ædes af skarver under udvandringen mod Nordsøen (Dieperink *et al.* 2002; Koed & Baktoft 2002). Årsagen til at prædationsdødeligheden indtræffer lige netop på dette stadium af udvandringen, er ukendt. Der kan både være tale om at smoltene stresses af ændringerne i saltindhold og i det omgivende miljø; at skarverne optræder i størst koncentration netop i munden; og at skarverne er mest effektive når der ikke som i åen er strømhvirvler, brinker og bredvegetation som fiskene kan bruge ved flugtfærd. Genskabelse af en udbredt undervandsvegetation vil derfor kunne forventes at hjælpe både havørred- og laksesmolt med skjul.

Skarver jager ved at forfølge deres bytte under vandet. Det sker primært ved hjælp af synet, og en ændret slusepraksis, som vil medføre lavere sigtbarhed i vandet vil kunne få betydning for skarvens fødesøgningseffektivitet. Imidlertid er skarven i stand til at søge føde i selv meget uklart vand, og et af skarvens europæiske kerneområder er Zuidersøen i Holland, som har en meget lav sigtdybde.

Af andre prædatorer som tidligere har vist sig at have betydning for smoltens passage i Ringkøbing Fjord, er mågefugle (eksempelvis sølvmåger, stormmåger, svartbag og hættemåger). Disse mågearter var først i 1990-erne, da Ringkøbing Fjord havde en væsentlig dårligere sigtdybde end i dag, nogle af de væsentligste smolt-prædatorer i samspil med bundgarnsfiskeriet. Dengang omfattede fiskeriet omkring 50 sildebundgarn og omkring 100 åluser hvert forår. Disse fiskeredskaber samlede mange smolt sammen, og fuglene tog for sig af fiskene, både i selve fanggårdene og når smolten som bifangst blev genudsat. Omfanget af mågeprædation på frivand (uden forbindelse med fiskeredskaber) er i dag, som under tidligere slusedrift, ukendt. Fiskeriet med bundgarn er imidlertid i dag så begrænset, at det ikke på dets nuværende niveau forventes at kunne medføre alvorlige problemer gennem forøget mågeprædation på smoltene.

Strandkrabben, som ligeledes kan være prædator på smolt i forbindelse med redskabsfiskeri, har i forsøgsperioden 1996-2002 haft en voldsom fremgang i Ringkøbing Fjord. I årene inden 1996 var strandkrabbens udbredelse koncentreret i området indenfor slusen. Men strandkrabben fungerer udelukkende som prædator på smolt som er fanget og bevægelseshæmmet, f.eks. i ruser. Hvis ørred- eller laksesmolt kommer ind i en ruse hvor der er mange strandkrabber, og pladsen er trang, og iltniveauet måske lavt, så vil smoltene hurtigt blive ædt. Problemet med strandkrabbe-prædation i ruser har kun relevans for fiskeriet med åluser. Om foråret er ålusefiskeriet i dag reguleret således at det kun i begrænset omfang overhovedet har bifangst af smolt. Der er enkelte dispensationer, men problemet er sandsynligvis ikke stort, og vil forsvinde sammen med strandkrabberne under et lavere vandskifte-regime.

I mere ferske omgivelser er rovfisk som gedder og sandart blandt de mest betydende smolt-prædatorer. Med etableringen af Hestholm Sø på den nederste del af Skjern Å-restaureringsområdet, er der skabt en meget stor og velegnet

gydehabitat for gedder, og en vis kolonisering af gedderne herfra vil i de nedre dele af åen og i de ferskere dele af fjorden kunne udgøre en prædationsrisiko for de udtrækkende smolt. Massiv geddeprædation på smolt er kendt fra flere opstemmede danske søer.

De voksne havørreder og laks har kun få naturlige fjender, heriblandt sæler, men hverken forekomst af sæler eller opgangsfiskenes sårbarhed forventes at ændres nævneværdigt som følge af slusepraksis.

De tre scenarier for det fremtidige vandskifte i Ringkøbing Fjord vurderes til hvert især at rumme fordele og ulemper for bestandene af ørred og laks, som det imidlertid er vanskeligt at kvantificere.

I overgangsperioden mod et højt salinitetsregime (8-15 promille) vurderes skarvprædation fortsat at kunne være et betydeligt problem for laksesmolt, selvom der ikke er påvist en direkte sammenhæng med saliniteten i fjorden. Kombinationen af strandkrabber og rusefiskeri vurderes at udgøre et potentielt problem (er ikke undersøgt) for opretholdelsen af en fast havørredbestand i fjorden.

I overgangsperioden mod det mellemste salinitetsregime (6-8 promille) vurderes, at der vil være risiko for at skarvprædationen fortsætter uændret. Desuden vil kunne finde prædation sted fra mågefugle, som i forbindelse med fiskeri udnytter den ringe sigtdybde i vandet. Gedder vil kunne prædere smolt i de ferskere, sydlige dele af fjorden. Men strandkrabberne vil forsvinde.

I overgangsperioden mod det lave salinitetsregime (0-4 promille) vurderes, at der kan forekomme uændret prædation på smoltene fra skarver. Et særskilt og potentielt alvorligt problem i dette scenarium vurderes at være gedder der fra gydehabitatene i Hestholm Sø vil kunne spredes og leve overalt i Ringkøbing Fjord. Strandkrabberne vil også her være ude af billedet.

Der kan således ikke peges på et optimalt vandskifte-scenarium for havørred- og laksesmoltenes passage af fjorden, da der er potentielle risici ved alle tre scenarier, og fordi nye omstændigheder som f.eks. geddeproduktionen i Hestholm Sø vil kunne påvirke smoltoverlevelsen i endnu ukendt omfang.

Baggrund og formål

Siden 1995 har man ved betjening af slusen i Hvide Sande tilstræbt at fastholde fjordens saltholdighed på et stabilt, højt niveau mellem 8 og 15 promille. Et af de primære sigter ved den forøgede saltholdighed, genskabelse af en udbredt bundvegetation på vanddybder lavere end 2 m, blev imidlertid ikke opnået i perioden 1996-2002. Ferskvandvegetationen på lavt vand, især børstebladet vandaks (*Potamogeton pectinatus*), gik derimod kraftigt tilbage som følge af den højere saltholdighed. En mere saltvandtillpasset vegetation er endnu ikke trådt i stedet. Men der har også været positive ændringer i fjordens økosystem. En massiv kolonisering af sandmuslinger har bevirket at vandet er blevet filtreret for planktonalger, så der siden 1996 hvert år har været sommersigtdybder på ca. 2 m. Med den høje sigtddybde har en vigtig forudsætning for at genskabe en udbredt undervandsvegetation været tilstede.

Teknik- og Miljøudvalget i Ringkøbing Amt har besluttet at anbefale en sænkning af saliniteten i Ringkøbing Fjord. I den forbindelse skal der udarbejdes en konsekvensvurdering for arterne flodlampret, havlampret, majsild, stavsild og laks, der er omfattet af habitatdirektivet¹. Samtidig har man ønsket at få belyst hvad beslutningen indebærer for de kommercielt interessante arter ål, skrubbe, sild, helt, smelt og havørred.

Dette notat beskriver havørred's og laks's nuværende og tidligere status i fjorden, deres fødegrundlag, habitatkrav og salttolerance. Ligeledes vil fiskenes adfærdsmæssige reaktioner på iltsvindshændelser, mindskede tidevandsstrømme, periodiske lagdelinger af fjordvandet, ændrede sigtbarhedsregimer, og betydningen af makrofytisk undervandsvegetation, prædatorer og fiskeri blive inddraget, så man derved kan vurdere forskellige scenarier for ændret vandskifte- og salinitetsregime i Ringkøbing Fjord.

¹ DIREKTIV 92/43/EØF (1) af 21. maj 1992 om bevaring af naturtyper samt vilde dyr og planter

2

Havørred

Havørred er betegnelsen for den vandreform af ørred (*Salmo trutta*), som efter et par års opvækst i vandløb vandrer ud i saltvand for dér at søge føde og forberede gydningen, som kun kan ske på et gruset substrat i rindende ferskvand.

I modsætning til bækørred, der forbliver i vandløbet hele livet igennem, er der med havørredens vandringer forbundet både stor risiko og stor mulighed for gevinst. Risikoen består af de mange rovfisk, fugle og pattedyr der undervejs kan true en lille *smolt* (udvandringsstadiet for havvandrende laksefisk), men kan også tage form af vandindtag til dambrug, vandkraftturbiner eller markvanding. Desuden skal fiskenes saltregulering bogstaveligt ”vendes” fra at tilbageholde salte i ferskvand til at skille sig af med overskydende salte i havvandet. Hertil kommer en nødvendig tilpasning til det ændrede fødeudbud ned gennem vandløbet og senere i havet, og problemet med at orientere sig for senere at kunne finde vej tilbage. Det er ikke så underligt at dødeligheden er stor, og at kun få voksne havørred finder tilbage til det vandløb de som ungfisk udvandrede fra. Men gevinsten for succesfuld mission er også stor, for en kønsmoden, fuldvoksen havørred rummer mange gange flere æg end en bækørred af samme alder og modenhed.

2.0. Nærværende status

Havørreden, der lige som laksen gik tilbage i det meste af det 20. århundrede, har som en af de få diadrome (vandrende mellem fersk- og saltvand) laksefisk i de seneste årtier haft en positiv bestandsudvikling i det meste af Danmark (Nielsen 1995) og mange steder i Nordeuropa (Houvenaghel 1987). Havørred findes i dag i næsten alle danske vandløb, og er således ikke akut truet som art, selv om mange lokale bestande er svækkede. Men det er ikke tilstrækkeligt at sikre bevaringen af arten, det er ligeså vigtigt at sikre dens evolutionære potentiale, udtrykt ved genetiske forskelle indenfor og imellem lokale populationer (Laikre et al. 1999).

I Skjern Å er havørreden muligvis ikke i en så gunstig bevaringsstatus som i mange andre store danske vandløb. Igennem flere år har det ved hjælp af fangst, mærkning og genfangst været forsøgt at bestemme omfanget af havørredopgang til Skjern Å, men der fanges og især genfanges ikke tilstrækkeligt af de mærkede fisk til at man med nogen sikkerhed kan fastlægge bestandens størrelse ad dén vej (Glüsing 1999). Et vestjysk vandløb af Skjern Å's størrelse burde ligesom de

bedste sydvesjyske vandløb (Thiil Nielsen *et al.* 1997) kunne producere en opgang af havørred der tælles i tusinder af individer. Lystfiskerne i åen har de seneste år fanget 2-3 gange flere havørred end laks (Dieperink 2002). Gydebestanden af laks i Skjern Å var i årene 2000-2001 i størrelsesordenen 1100 individer (Glüsing 2002).

Fangster af havørred fra Ringkøbing Fjord har i historisk tid varieret betydeligt; fra 1895 til 1914 steg fangstmængden fra 300 kg til næsten 3000 kg om året, for igen at falde til omkring 500 kg i 1930. Dette udsving gentog sig fra 1930 til 1963, og siden 1973 har de årlige kommercielle landinger fra fjorden holdt sig på et historisk lavt niveau (Dieperink 2002). Efter 1970 har der været en faldende fiskeriindsats, øget priskonkurrence fra opdrætsfisk, og siden 1997 en fiskeriregulering der med fangst- omsætnings- og landingsforbud i praksis har totalfredet havørreden i Ringkøbing Fjord.

Havørreden er ligesom laksen genstand for det betydelige rekreative fiskeri der finder sted i Skjern Å, og er et meget vigtig aktiv for lokalområdets omsætning og beskæftigelse (Jensen *et al.* 2002).

I fjordens økosystem spiller havørreden efter alt at dømme en relativ ubetydelig rolle. Det er ikke tegn på at en væsentlig andel af de udvandrende ørredsmolt tager længerevarende ophold i fjorden. Et sådant tegn ville være hyppige fangster af 20-35 cm store individer i sensommer og efterårsmåneder. Ved den seneste undersøgelse af fiskesamfundet i august 1999 blev fanget 3 havørreder mellem 24 og 32 cm, og dermed udgjorde havørred kun omkring 1 % af biomassen (Müller & Jensen 2000).

Dermed er havørredens tilstedeværelse i fjorden primært udtryk for dens vandringer, dels ud mod havet som smolt (hovedsageligt i april-maj ved vandtemperaturer på ca. 9 ° C), dels som gydefisk når den vandrer mod vandløbet (hele sommerhalvåret fra april - oktober) og endeligt, som udleget, når den efter gydning vender tilbage mod havet (dec.-maj).

2.1. Fødegrundlag

Selvom havørredsmoltene kun opholder sig i fjorden i et kort tidsrum er de afhængige af at kunne opretholde et højt stofskifte i overgangen mellem fersk- og saltvand (Levings 1994). I den første periode efter mødet med havvandet (post-smoltfasen) er de unge laksefisk nødt til at finde tilstrækkeligt med føde og dermed energi til at muliggøre vandring og prædator-undvigelse, og derfor er fødeindtag og vækst af stor betydning for den enkelte fisk's overlevelse.

Der er ikke foretaget egentlige undersøgelser af havørredsmoltens fødegrundlag i Ringkøbing Fjord, men maveindholdet i havørredsmolt landet som bifangst ved bundgarnsfiskeri i Ringkøbing Fjord var i 1990 og 1991 helt domineret af sildeæg (personlig observation). Silden i Ringkøbing Fjord er forårsgydende og udtrækket af havørredsmolt falder tidsmæssigt sammen med bundgarnsfiskeriet efter de gydende sild.

I norske undersøgelser har man fundet at landlevende insekter var en vigtig del af føden for havørredsmolt i de første dage i saltvandet (Lyse *et al.* 1998) og at havørrederne senere på sommeren gennemgik et nicheskift idet de ved den norske

Skagerak-kyst begyndte at foretrække pelagiske fiskearter (Knutsen *et al.* 2001). Havørred er opportunist i deres fødevalg, og er f.eks. i stand til hurtigt at skifte over til kortvarige men rigelige føderessourcer, som f.eks. når polychaeter (børsteorme) sværmer (Knutsen *et al.* 2001).

Der er næppe tvivl om at insekter som lander på overfladen i kystnære områder har større betydning som føde for havørredsmolt i næringsfattige fjorde, end de behøver at have i næringsrige danske fjorde, hvor fødeudbuddet er større.

2.2. Habitatkrav

De havørreder der ikke tager permanent ophold i Ringkøbing Fjord, men som kun benytter fjorden som gennemgangsvand til Nordsøen, opholder sig formodentlig kun kort tid i fjorden, fra få dage til få uger. Det er velkendt fra laks at selve opholdet i overgangszonen mellem fersk og saltvand typisk kun varer 5-10 dage (Moore 1999). Selve overgangen har imidlertid stor betydning for overlevelsen af smoltene, da der kan optræde en meget betydelig dødelighed i netop denne fase. Havørredsmoltens krav til Ringkøbing Fjord er dermed primært et spørgsmål om egnet passage i april og maj måned. Hvilke faktorer spiller ind for et vandområdes egnethed som passageområde for havørredsmolt?

Spærringer i form af fiskeredskaber eller i form af en lukket sluse fungerer principielt på samme måde, nemlig ved at tilbageholde smoltene og i bedste fald kun forsinke deres udvandring. I værste fald kan en forsinkelse være fatal, fordi den kan betyde at vandretrangen ophører, at smoltene koncentrerer på områder hvor de er særligt følsomme (f.eks. overfor fiskeri, prædatorer, iltsvind, parasitter) og derfor som minimum påføres stress der direkte eller indirekte kan medvirke til en forøget dødelighed.

Under udvandringen gennem fjorde hvor der sker tilledning af ferskvand (estuarier) opholder smolt sig typisk i de øvre vandlag (Birtwell *et al.* 1983), muligvis fordi vandets salinitet er lavest ved overfladen som følge af lagdelte vandmasser, og fordi fiskene derved inden for få meter kan opsøge præcis den salinitet som passer bedst til deres individuelle osmoregulatoriske (saltregulerende) kapacitet.

Indfanges smolt i et ålebundgarns gård, vil fiskene under forsøget på at finde ud blive ført via rusetrugten ud i selve rusen, der ligger på bunden. I rusen vil de ikke have mulighed for at komme ud før den røgtes og fiskeren foretager genudsætning. Derfor vil smolt i en ruse være prisgivet hvis der opstår iltsvind over bunden, eller hvis et iltfattigt vandlag bevæger sig hen over rusen. Når fiskerne i Ringkøbing Fjord tidligere beskrev "saltchok" få dage efter et kraftigt saltvandsindtag gennem slusen, var det disse døde fisk i ruserne og en kraftig lugt af svovlbrinte ved rusen der blev hentydet til. Iltindholdet i det tungere og derfor dybereliggende saltvand kunne i løbet af få dage blive opbrugt ved mikrobiel respiration. Hvis saltvandet ved bunden ikke blev blandet med det mere iltrige og ferskere vand ved overfladen, ville der opstå iltsvind. Selv en svag vind kunne derpå skubbe denne iltfattige saltvandslinse rundt over de dybeste dele af fjorden, og medføre døde fisk i ruserne.

Opvandrende gydefisk er i stand til at bruge flere af deres sanser til at finde tilbage mod deres oprindelsesvandløb (homing). Lugtesansen antages generelt for at være en af de vigtigste sanser i forbindelse med nærorientering og homing. Derfor er havørreden også afhængig af at kunne dufte og smage vandet fra Ringkøbing Fjords tilløb for at kunne finde vej gennem slusen.

Normalt står to sluseporte altid ”på klem” for at tillade passage af fisk fra Nordsøen til fjorden og omvendt. Kun når vandstandsforskellene bliver for store, må man lukke helt. Flere dages sammenhængende lukning af sluseportene vil kun i sjældne tilfælde kunne blokere for tilgangen af friske opgangsfisk gennem slusen. Resultatet vil i så fald kunne være en svag opkoncentrering af havørreder i og udenfor havnebassinene. Sæler og marsvin er de eneste naturlige prædatorer der ville kunne udnytte denne opkoncentrering af byttefisk. Overordnet vurderes den nuværende praksis omkring betjening af sluseportene ikke i væsentligt omfang at kunne få betydning for opvandrende havørreds passage gennem slusen.

2.3. Salttolerance

Havørreden er generelt beskrevet som den af laksefiskarterne indenfor slægterne *Salmo* og *Oncorhynchus* der er dårligst til at regulere ionbalancen (saltbalancen) ved hjælp af osmoregulering (Hoar 1976; Wedemeyer *et al.* 1980). Samtidig spiller størrelsen af den enkelte fisk en rolle for dens evne til at regulere saltindholdet (Parry 1960). I mange arter af laksefisk øges evnen til osmoregulering gradvis med fiskens vækst indtil smolt-omdannelsen finder sted (Wedemeyer *et al.* 1980).

Imidlertid har både laks og havørred, når de som smolt aktivt begynder at vandre nedad vandløbet, allerede etableret det fysiologiske beredskab der skal til for at tilbageregulere ionkoncentrationen i blodet ved overgangen til fuld styrke (ca. 32 promille) saltvand (Lysfjord og Staurnes 1998). Dermed burde osmoreguleringen ikke medføre problemer for havørredsmolten når den møder det første saltvand ved Skjern Å's udmunding i Ringkøbing Fjord. Fiskenes eget interne saltindhold på omkring 10 promille er ikke langt fra isotonisk med det omgivende vand i Ringkøbing Fjord. Om foråret varierer saliniteten i den øverste halve meter af vandsøjlen typisk mellem 4 promille i fjordens sydøstlige del, og ca. 20 promille indenfor slusen ved Hvide Sande.

2.4. Følsomhed overfor iltsvind

Havørred er en fiskeart der dårligt tåler længerevarende ophold ved lave iltindhold, men kan ved sin pelagiske adfærd hurtigt bringe sig ud af et område med lave iltniveauer. Men en kritisk situation vil hurtigt kunne opstå hvis havørreden ikke kan slippe ud af en zone med lav iltkoncentration, f.eks. hvis den tilbageholdes i et bundgarn, en ruse eller et nedgarn. I denne situation vil havørreden hurtigere end de fleste andre fiskearter bukke under.

Iltsvind er et fænomen der i Ringkøbing Fjord hidtil udelukkende er registreret i bundlaget, når der har været lagdelte vandmasser der gennem en længerevarende periode ikke har fået tilført frisk, iltigt vand via indstrøm gennem slusen eller via vindgenereret totalomrøring af vandmasserne. Dermed har fritlevende havørred

under de hidtidige vandskifteregimer i Ringkøbing Fjord sandsynligvis ikke haft problemer med kritisk lave iltkoncentrationer.

2.5. Tidevand og strømforhold

Tidevand er normalt en vigtig hjælp for smolt under udvandringen gennem estuarier (blandingszonen mellem fersk- og saltvand), idet fiskene udnytter den udgående strøm ved at lade sig transportere passivt, men søger at holde position når højvandsstrømmen trækker ind (Chernitskij *et al.* 1995; Lacroix & McCurdy 1996; Aprahamian *et al.* 1998; Moore 1999).

I Ringkøbing Fjord har der siden etableringen af afvandingslusen i 1931 ikke været et nævneværdigt tidevand i fjorden, da slusen af hensyn til bl.a. besejlingsforholdene i Hvide Sande Havn, ikke åbner ved alle vandskifter. Fjordens strøm er derfor overvejende drevet af vinden, der dog også kan skabe betydelig vandstuvning og dermed kraftige strømninger ved høje vindstyrker. Men da der ikke er tidevand, må smoltene i princippet selv svømme aktivt for at finde udløbet og dermed passere fjorden.

Overgangen fra at kunne lade sig transportere passivt til at skulle svømme aktivt er endnu en forandring for smoltene ved overgangen mellem fersk- og saltvand. I Skjern Å holder både havørred- og laksesmolt en vandringshastighed der svarer til den gennemsnitlige vandhastighed i åens strømrende. Vandrungen foregår primært i ly af nattemørket. Om dagen standser både havørred- og laksesmolt op, og står stille indtil de igen bliver mørkt (Bak 2002).

2.6. Sigtbarhed

Fjordvandets sigtdybde er en anden faktor der pludselig ændrer på de forhold som smoltene har oplevet under udvandringen. I Skjern Å er sigtdybden om foråret kun sjældent mere end ca. 1 m (Bak 2002), mens den i fjorden i perioden 1996-2002 har været en del højere (sjældent under 2 meters sigtdybde). Under den tidligere slusepraksis i første halvdel af 1990-erne var sigtdybden i Ringkøbing Fjord oftest på niveau med Skjern Å's, eller endnu lavere.

Som tidligere nævnt er forøget sandmuslinge-filtration hovedårsag til den forøgede sigtdybde i Ringkøbing Fjord i perioden 1996-2002. Med en lavere salinitet er det usandsynligt at sandmuslingerne vil kunne opretholde en tilstrækkelig kolonisering af fjorden. Muslingelarverne kommer med havvandet ind gennem slusen og kræver tilsyneladende en vis salinitet for at kunne klare sig i den første tid (oplysning fra Jens Würbler Hansen, Ringkøbing Amt).

Sigtbarheden i vandet spiller en stor rolle for smoltenes erkendelsesafstand og undvigeadfærd ved møder med både svømmende og flyvende prædatorer. Stor sigtdybde gør det muligt for både prædator og byttedyr at erkende hinandens tilstedeværelse på en afstand hvorfra der ikke umiddelbart kan indledes et angreb (Abrahams & Kattenfeld 1997). Hvis prædatoren f.eks. er en måge og byttedyret en ørredsmolt, vil fisken ved stor sigtdybde kunne se fuglen fra en sikker vanddybde (måger dykker ikke dybere end ca. 40 cm). I uklart vand vil de to dyr først kunne se hinanden når smolten er tæt under overfladen, det vil sige indenfor

en vanddybde der er egnet for et angreb fra mågen (Dieperink 1994a). For smolt, der specielt i overgangen mellem fersk- og saltvand bevæger sig i vandoverfladen, vil uklart vand i teorien kunne medføre øget risiko for angreb fra mågefugle, især hættemåge, stormmåge, sølvmåge og svartbag. Flere prædator/byttedyrsforsøg med fisk har dog vist, at uklart vand ikke øger prædationsrisikoen (Abrahams & Kattenfeld 1997, Vandenbyllaardt et al. 1991).

I kombination med bundgarnsfiskeri har mågeprædation tidligere vist sig at volde problemer for smoltene i Ringkøbing Fjord (læs næste afsnit).

2.7. Prædation og fiskeri

I Ringkøbing Fjord blev først i 1990-erne foretaget undersøgelser af havørred- og laksesmoltens overlevelse under udvandringen gennem fjorden. Bundgarnsfiskeriet var dengang langt mere intensivt end det er i dag, og om foråret anvendtes ca. 50 sildebundgarn og omkring 100 ålebundgarn, inklusive fritidsfiskernes mindre ruseredskaber (Dieperink 1994b). Undersøgelsen viste at havørredsmolt blev fanget i meget stort antal i ålebundgarn, men også, at fiskerne var meget omhyggelige med at genudsætte denne uønskede bifangst. Sildebundgarnenes bifangst af ørred- og laksesmolt var mindre, men på grund af deres større maskestørrelser fangede de især havørredsmolt som er lidt større end laksesmolt (Dieperink 1994b). Den samlede bifangst af smolt kunne ud fra stikprøver indsamlet ved bundgarnene beregnes til at være større end det samlede udtræk af smolt til fjorden. Det vurderedes at fjordens samlede bundgarnsfiskeri var så effektivt overfor smoltene, at de samme fisk blev fanget flere gange indtil de passerede igennem fjorden eller døde (Dieperink 1994b).

Undersøgelsen viste også at der kunne være tale om betydelig prædation i bundgarnets gård og i forbindelse med genudsætningen af bifangsten. Mågefugle, især sølvmåger, stormmåger og svartbag, var meget aktive omkring bundgarnene både før og efter røgtningen, og mange smolt blev ædt af måger (Dieperink 1994b).

Siden 1997 har fiskeriet i Ringkøbing Fjord og Stadil Fjord været reguleret med henblik på at minimere bundgarnenes bifangster af smolt. I forårsperioden hvor smoltene vandrer, er alle ålebundgarn påbudt at sænke garnene under vandoverfladen for derved at give de pelagiske smolt lejlighed til at svømme henover redskaberne. Et lille antal smeltbundgarn og sildebundgarn er dog fritaget fra disse bestemmelser.

Siden begyndelsen af 1990-erne har sammensætningen af de fiskeædende fugle ændret sig betydeligt i Ringkøbing Fjord. Skarver var dengang stadig forholdsvis sjældne fugle, og ynglede første gang i 1991 på øen Olsens Pold i fjordens vestlige del. Siden 1991 er skarvernes antal forøget kraftigt, og alene i Ringkøbing Fjord var der godt to tusind ynglepar i år 2000.

Undersøgelser har vist at radiomærkede ørredsmolt er sårbare overfor at blive ædt af skarver. Af 15 radiomærkede ørredsmolt, udsat i Skjern Å, blev 2 sendere efter smoltens udvandring genfundet i skarvkolonien på Olsens Pold (Dieperink *et al.* 2002). En gentagen undersøgelse har bekræftet dette prædationsniveau (Koed & Baktoft 2002). Det vides ikke med sikkerhed om disse fisk er blevet tilbageholdt i

bundgarn inden skarverne tog dem, eller de er fanget på frivand (Dieperink *et al.* 2002). I undersøgelsen i 2000 blev kun en lille del af laksesmoltene ædt af skarver i åen. Den største dødelighed fandt sted i fjorden (Dieperink *et al.* 2002).

Med den højere saltholdighed i Ringkøbing Fjord siden 1996 har strandkrabben fået en meget stor udbredelse i fjorden, hvor den tidligere var koncentreret omkring Hvide Sande slusen. Strandkrabber fanges i stort antal i fiskernes ruser, hvor de tager sig til gode med de fisk, der måtte være fanget i rusen. I ruserne er ål og ålekvabber blandt de arter, der bedst kan klare sig mod strandkrabberne, mens havørredsmolt ikke klarer sig godt over for strandkrabberne. Det må derfor antages, at en betydelig del af de ørredsmolt der fanges i ruser går til som følge af prædation fra krabber. I forårsperioden hvor smoltene trækker ud gennem fjorden er bundgarnsfiskeriet pålagt en regulering, der betyder, at bundgarnene kun tilbageholder få smolt. Men for de ørredsmolt der vælger at blive i fjorden efter forårsperioden, kan der være tale om en betydelig dødelighed forårsaget af tilbageholdelse i ruser og efterfølgende krabbepredation. Den omtalte fiskeriregulering af bundgarnsfiskeriet sikrer kun smoltene mod at ende som bifangst i forårsperioden.

3

Laks

Laksen er en obligatorisk vandrefisk, hvor alle individer udvandrer. Herhjemme sker udvandringen fra vandløbene når unglaksene når en alder af 2-3 år, og udvandringsforløbet er lidt mere koncentreret omkring månedsskiftet april-maj, men er ellers sammenfaldende med udvandringen af havørredsmoltene (Bak 2002). Overgangen mellem fersk- og saltvand er en meget risikofyldt periode i laksens liv, hvor ungfiskene møder øgede saliniteter, variable tidevandsstrømme, nye fødeemner og nye prædatorer (Levings 1994; Moore 1999).

Laks tager i modsætning til havørred ikke permanent ophold i Ringkøbing Fjord men bruger kun fjorden som en lille del af den lange vandring mod Nordatlanten. Her gennemføres opvæksten over 1-3 år inden fiskene vender tilbage til hjemvandløbet for at gyde.

3.0. Nærværende status

Laksen er overalt i sit udbredelsesområde gået stærkt tilbage i det 20. århundrede. Skjern Å-laksen er desværre ingen undtagelse. I de seneste år er bestanden imidlertid igen gået frem, og den anses ikke længere for akut truet, men stadig som meget sårbar (Balleby 2002).

Skjern Å-laksen har i årtier været genstand for et ophjælpsarbejde, som primært har været baseret på opdræt og udsætning. Der har været lagt stor vægt på at de udsatte fisk skulle være afkom af åens vildfisk. Genetiske undersøgelser har vist at de laks der i dag lever i Skjern Å er efterkommere af den oprindelige bestand (Nielsen 1994; Nielsen & Hansen 1999).

Laksefangsterne i Ringkøbing Fjord har igennem det seneste århundrede varieret meget, men der har ikke været tale om samvariation med fjordfiskernes fangst af havørred. Derimod har laksefangsterne fra Ringkøbing Fjord udvist en ret høj grad af samvariation med de tilsvarende årlige landinger af laks fra Nissum Fjord (Dieperink 2002), hvilke kunne tyde på at laksebestandene i de to fjorde blev reguleret af de samme forhold på opvækstpladserne i Nordatlanten.

Omkring år 1900 blev der således indhandlet omkring 1000 laks årligt fra Ringkøbing Fjord (Dieperink 2002). I 1970 nåede de kommercielle årsfangster praktisk taget ned på nul, og kun de seneste år har der igen været en positiv

udvikling, idet opgangen til Skjern Å har været stigende fra 1994 til 2000 (Glüsing 2002). I 2001 blev antallet af gydende laks i Skjern Å estimeret til 644 individer, svarende til ca. halvdelen af niveauet de foregående år (Glüsing 2002).

I forbindelse med EU-habitatdirektivet er Skjern Å udpeget som habitat for laks, og det betyder at forvaltningen af vandløbet bedst muligt skal sikre laksens vandring, spredning og genetiske udveksling. Laksen er siden 1997 beskyttet med fangst- omsætnings- og landingsforbud i Ringkøbing Fjord, men et begrænset fiskeri er tilladt i åen.

3.1. Fødegrundlag

Ligesom havørreden er laksen i stand til at udnytte et bredt udvalg af fødeemner. Under udvandringen gennem vandløb, estuarie, og i havet sker der et gradvist skift i laksens fødevalg. I estuarier afspejler fødevalget en blanding af præferencer og tilgængelighed, idet tilgængeligheden af fødeemner kan variere betydeligt mellem år og mellem område (Healey 1981).

I Trondheimfjorden i Norge æder laksesmolten tanglopper (gammaride amphipoder), mens føden længere til havs domineres af arter af vandlopper (*Calanus* spp.), voksne euphausiider og fiskelarver (Andreassen *et al.* 2001). Landlevende insekter forekommer med høj frekvens i laksesmoltenes maveindhold både i Trondheimsfjorden og længere til havs (Andreassen *et al.* 2001).

I den Botniske Bugt æder laksesmolten primært insekter frem til udgangen af juli, men går derefter over til fisk (Salminen *et al.* 2001). Overgangen til fiskeføde sker typisk ved længder mellem 24 og 32 cm, og den foretrukne art er sild, selvom også 3- og 9-piggede hundestejler forekommer. Brisling derimod, lader laksen ikke til at bryde sig om (Salminen *et al.* 2001).

Ringkøbing Fjord er næringsrig i sammenligning med mange andre estuarier i laksens udbredelsesområde, og der er høje tætheder af sildelarver og kutlingelarver i forårsperioden (Engell-Sørensen 2000), som laksesmoltenene må formodes at udnytte.

3.2. Habitatkrav

Laksens krav til Ringkøbing Fjord som habitat er endnu mere entydige end havørredens, for laksen bruger kun fjorden kortvarigt som passageområde mellem Skjern Å og Nordsøen. Dermed er laksens krav til Ringkøbing Fjords miljøtilstand i udpræget grad et spørgsmål om at være effektivt som passagevand.

Som slusereguleret fjord er tidevandsstrømmene i Ringkøbing Fjord begrænsede. Kun når slusen er åben forekommer en markant ind- og udstrøm som kan benyttes af laksen til transport og til orientering. Både voksne (Groot *et al.* 1975; Stasko *et al.* 1973; Stasko 1975) og unge (Chernitskij *et al.* 1995; Lacroix & McCurdy 1996; Aprahamian *et al.* 1998; Moore 1999) laksefisk anvender normalt tidevandsstrømme til passiv transport ind og ud gennem estuarieret.

Hvor udvandringen gennem ferskvand primært foregår nær om natten (Bak 2002), så sker vandringerne udenfor tidevandspåvirkede område både om natten og om dagen (Moore 1999).

Under udvandringen gennem estuarier lader det til at laksesmolt ophører med den udprægede natlige vandreaktivitet, der karakteriserer dens adfærd i vandløbet, men vælger tilsyneladende at vandre på lidt dybere vand om dagen end om natten (McCleave 1978). Denne adfærd kan opfattes som en tilpasning til at undgå fugleprædation om dagen.

3.3. Salttolerance

Laks er bedre end ørred til at osmoregulere (Hoar 1976), men både lakse- og ørredsmolt har allerede fra de begynder udvandringen i ferskvand en høj $\text{Na}^+\text{K}^+\text{ATPase}$ aktivitet, der tjener som præadaptation til osmoregulering i saltvand (se tillige afsnit 2.3.). Et ændret saltvandsregime i Ringkøbing Fjord vil ikke i sig selv kunne få indflydelse for fjordens anvendelighed som passageområde for laksene.

3.4. Følsomhed overfor iltvind

Voksne, gydevandrende laks kan klare temmelig dårlige iltforhold. I Themsens mundingsområde passerede laksene således gennem et 30 km vandområde, hvor median iltkoncentrationer var 3,5 – 5,9 $\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$, og hvor de dårligste 5 % af målingerne var så lave som 1,6 – 2,6 $\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$ (Alabaster & Gough 1986). Et iltindhold på 5–6 $\text{mg O}_2 \text{l}^{-1}$ er ofte anvendt som minimumskrav for laksevandløb (Northern Ireland Water Council 1974).

I Ringkøbing Fjord er iltvindsepisoder kun registreret i bundlaget i fjordens dybeste dele, og lave iltværdier dér vil ikke kunne påvirke laksens passage, idet den vil kunne finde mere iltigt vand højere oppe i vandsøjlen. Voksne laks går meget sjældent ud i rusen, hvis de indfanges i et bundgarn. I stedet går de typisk rundt i overfladen i bundgarnets hovedgarn. Derfor vil de typisk undgå de lave iltværdier der kan optræde ved bunden.

I forbindelse med lave iltværdier i vandet er det derimod de udvandrende smolt, der bærer den største risiko. Men smoltene er udpræget overfladeorienterede, og søger ikke af sig selv mod bundlagene i fjordene dybe centrale del, hvor lave iltværdier kan optræde. Sammenhængen er, at laksesmolt der fanges i ålebundgarn, vil ende i rusen der ligger over bunden. Lave iltværdier vil her kunne stresse laksesmoltene, og hvis der desuden er strandkrabber i rusen, vil laksesmoltene kunne opleve en stor dødelighed. På grund af krabbernes mere beskedne iltkrav vil de ikke nødvendigvis være synligt påvirkede af lave iltniveauer.

Problemet med strandkrabbe-prædation i rusen har kun relevans for fiskeriet med ålruise. Om foråret er ålruisefiskeriet i dag teknisk reguleret således at det kun i begrænset omfang overhovedet har bifangst af smolt. Der er givet enkelte dispensationer, men problemet er sandsynligvis ikke stort, og vil forsvinde

sammen med strandkrabberne, hvis man vælger at gennemføre et lavere vandskifte-regime.

3.5. Tidevand og strømforhold

Laksen bruger normalt tidevandet som transportør, både under smoltens udvandring, og under opvandringen af de voksne gydefisk. I Ringkøbing Fjord har tidevandsrytmen siden slusens opførelse i 1931 været afbrudt og erstattet af mere arytmske perioder med ind- og udstrøm. Sluseportene må dog stadig hyppigt åbnes i kortere eller længere perioder for at overholde de fastlagte vandstandsgrænser og ikke at stuve for meget vand op i fjorden..

Strømforholdene i størstedelen af Ringkøbing Fjord er i dag derfor primært styret af vinden. Kraftige strømninger optræder kun omkring slusen og i Hvide Sande Havn.

Laksens relationer til tidevand og strømforhold afviger ikke markant fra havørredens (afsnit 2.5.).

3.6. Sigtbarhed

Ændringer i vandets sigtbarhed kan spille en stor rolle for forekomst og fødesøgning af fisk i fjorde. I forbindelse med et stort vulkanudbrud i Washington i 1980 førte en markant reduceret sigtbarhed i vandet ved udmundingen af Columbia River til at de unge chinook laks ændrede både fødevalg og fødehabitat (Emmett *et al.* 1990).

I forbindelse med orientering spiller synssansen ikke en afgørende rolle, så vandets sigtbarhed har primært betydning i forbindelse med prædator-byttedyr relationer.

Ligesom havørredsmolt udsættes laksesmolt for prædation fra mågefugle. En reduceret sigtbarhed vil medføre en forsinket flugtreaktion fra smolten (Abrahams & Kattenfeld 1997), og i uklart vand vil en smolt allerede være indenfor rækkevidde af mågen, når de to først kan se hinanden.

3.7. Prædation og fiskeri

Laksesmoltene i Ringkøbing Fjord er mindre og slankere end havørredsmoltene (Bak 2002), og kan derfor i højere grad passere gennem sildebundgarnenes masker. I ålebundgarn og pæleruser, der har mindre maskestørrelser, kan fanges betydelige mængde laksesmolt (Dieperink 1994b), og smoltene kan her være sårbare både overfor prædatorer, iltvind, og kombinerede effekter. Imidlertid er fiskeriet med åleruser i forårsperioden, hvor smolten trækker gennem fjorden, blevet underlagt nogle tekniske begrænsninger, som reducerer bifangsten af smolt betydeligt (afsnit 2.7).

Skarver er igennem det seneste ti-år blevet så talrige i Ringkøbing Fjord, at de udgør den formodentlig vigtigste prædator på laksesmolt under udvandring. Undersøgelser med radiomærkede lakse- og ørredsmolt i både 2000 og 2002 har vist, at 37-42% af laksesmoltene ædes af skarver (Dieperink *et al.* 2002; Koed &

Baktoft 2002). Dermed er laksesmoltene langt mere udsatte for skarvprædation end havørredsmoltene, men årsagen hertil er ukendt. Prædationen er ikke jævnt fordelt over hele fjorden, men er område- og tidsmæssigt fastlagt til at foregå i de første timer efter at smoltene passerer mundingsområdet af Skjern Å (Dieperink *et al.* 2002).

Man kan kun gisne om de mulige årsager til at prædations-dødeligheden fra skarver indtræffer lige netop på dette stadium af udvandringen. Der kan både være tale om at smoltene stresses af ændringerne i saltindhold og i det omgivende miljø; at skarverne optræder i størst koncentration netop i munden; og at skarvernes fødesøgning er mest effektiv når der ikke som i åen er strømhvirvler, brinker og bredvegetation som fiskene kan bruge ved flugtadfærd. De lavvandede og bare sandflader ud for åens munding er både gode dagsrasteplasser for skarverne, og giver ikke fiskene megen skjul. Genskabelse af en udbredt undervandsvegetation i dette område kunne forventes at hjælpe både havørred- og laksesmolt med skjul.

De eneste prædatorer der i Ringkøbing Fjord kan true voksne laks, er de sæler, der jævnligt optræder i fjorden og udenfor slusen i havnebassinet ved Hvide Sande. Sæler er kendt for at udnytte både naturlige og menneskeskabte "flaskehalse" i deres fødesøgning (Zamon 2001).

4

Scenarier

Der har været opstillet tre scenarier for en fremtidig ændret slusepraksis i Ringkøbing Fjord; lav saltholdighed (0-4 promille), mellemste saltholdighed (6-8 promille) og høj saltholdighed (8-15 promille), (Ringkøbing Amt 2003). Når bortses fra saltindholdet vil den hidtidige målsætning for Ringkøbing Fjords miljøtilstand blive opretholdt. Dette betyder blandt andet at det langsigtede mål med en udbredt undervandvegetation på dybder under 2 meter, fastholdes. Et lavere vandskifte vil dog i en overgangsfase indtil målsætning nås, kunne medføre en ringere sigtddybe.

I overgangsfasen mod et lavere vandskifte i fjorden vil især fjordens fiskeædende fauna forventes at påvirke bestandene af laks og ørred. Saltholdigheden vil ikke i sig selv være afgørende for laksefiskene idet begge arter primært benytter fjorden som passageområde, og ikke har særlige problemer med saltregulering ved de nævnte scenarier. For de opvandrende gydefisk vurderes der ikke at være forskellig dødelighed under de tre scenarier. Men saltholdigheden vil være afgørende for hvilke prædatorer der vil optræde og hvilke adfærdsmæssige undvigemuligheder som smoltene kan råde over.

Den høje saltholdighed vil i overgangsfasen stort set svare til de nuværende forhold, og derfor den bedst beskrevne. I dag har primært laksesmolten problemer med passagen af fjorden på grund af prædation fra skarver. Omkring 40 % af laksesmolten går til under udvandringen gennem fjorden. For havørredsmolten er prædationen af mindre omfang, omkring 14 %. Manglen på undervandsvegetation i mundingsområdet af Skjern Å kan være medvirkende til den høje dødelighed, idet smoltene ikke har mulighed for at søge i skjul fra forfølgende skarver. Under denne salinitet har strandkrabben vist sig at have en meget stor udbredelse i fjorden, og ruserne i ålebundgarnene er derfor ofte fyldt med krabber. Det store antal krabber i åleruserne reducerer muligheden for levedygtig genudsætning af laks og ørred. Specielt for de havørred der vælger at tage permanent ophold i Ringkøbing Fjord, kan bifangst i ruser i kombination med stor tæthed af strandkrabber udgøre en trussel.

Den mellemste saltholdighed vil i overgangsfasen svare til situationen i første halvdel af 1990-erne (Ringkøbing Amt 2003). For laks og havørred er den faktor der vurderes at have størst betydning i dette scenarium, den reducerede sigtddybe i vandet, som i forbindelse med f.eks. sildebundgarnsfiskeri kan medføre en øget prædation fra mågefugle (Dieperink 1994a). Ferskere områder i de sydlige dele af fjorden, omkring munding af Vonå og Skjern Å vil muliggøre at gedder vil blive

mere talrige, og lokalt udgøre en trussel for de vandrende smolt. Strandkrabber vil derimod stort set forsvinde og kun optræde omkring slusen.

Den lave saltholdighed vil i overgangsfasen medføre en lav sigtbarhed i vandet, og vil derfor muliggøre en øget prædation på smolt fra mågefugle. Men endnu vigtigere vil en saltholdighed på 0-4 promille muliggøre at hele fjorden bliver habitat for gedder, der ikke gyder, men som trives fint ved disse saltholdigheder. I Hestholm Sø på den nederste del af Skjern Å-restaureringsområdet, er der skabt en meget stor og velegnet gydehabitat for gedder, og det må frygtes at unge gedder herfra vil kolonisere Ringkøbing Fjord og dér udgøre en stor prædationsrisiko for de udtrækkende smolt (Koed *et al.* 2002). Flere eksempler på massiv geddeprædation på smolt er kendt fra opstemmede søer i Danmark, f.eks. Tange Sø og Bygholm Sø (Rasmussen *et al.* 1996; Jepsen *et al.* 1998; Aarestrup *et al.* 1999). Mængder og tætheder af gedder er i brakvandssøer ikke så store som i ferskvandssøer (oplysninger fra Jens-Peter Müller, Fiskeøkologisk Laboratorium) og det er derfor ikke sikkert, at prædationen vil blive så alvorlig som i de førnævnte eksempler, hvor op imod 99 % af smoltene blev ædt. Omvendt er den generelt lavere geddetæthed i brakvandssøer måske et resultat af, at der mangler gyde- og opvækstområder for geddeyngelen. I Ringkøbing Fjord vil disse områder findes i Hestholm Sø, hvorfor gedderne ved en lav saltholdighed vil kunne rekrutteres herfra.

Litteratur

- Abrahams M.V. & Kattenfeld M.G. 1997 The role of turbidity as a constraint on predator-prey interactions in aquatic environments. *Behavioral Ecology and Sociobiology* vol. 40 (3), pp 169-174.
- Alabaster J.S. & Gough P.J. 1986. The dissolved oxygen and temperature requirements of Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the Thames Estuary. *Journal of Fish Biology* vol. 29, no. 5, pp. 613-621.
- Andreassen P.M., Martinussen M.B., Hvidsten N.A., & Stefansson S.O. 2001. Feeding and prey-selection of wild Atlantic salmon post-smolts. *Journal of Fish Biology* vol. 58, no. 6, pp. 1667-1679.
- Aprahamian M.W., Jones G.O. & Gough P.J. 1998. Movement of adult Atlantic salmon in the Usk estuary, Wales. *Journal of Fish Biology* vol. 53, no. 1, pp. 221-225.
- Bak B.D. 2002. Udvandring, adfærd og dødelighed for lakse- (*Salmo salar*) og ørredsmolt (*S. trutta*) i et reguleret vandløb. Med fokus på opvækstmiljøets betydning. Specialrapport, Århus Universitet.
- Balleby K. 2002. Fiskene i Ringkøbing Amts vandløb. Status og udvikling 1998-2000. Rapport udgivet af Ringkøbing Amt, Damstrædet 2, DK 6950 Ringkøbing.
- Birtwell I.K., Nelles S. & Harbo R.M. 1983. A brief investigation of fish in the surface waters of the Somass River Estuary. *Can. Manusc. Rep. Fish.. Aquat.. Sci.* no. 1744, 37 pp.
- Birtwell I.K., Wood M. & Gordon D.K. 1984. Fish diets and benthic invertebrates in the estuary of the Somass River, Port Alberni, British Columbia. *Can. Manusc. Rep. Fish.. Aquat.. Sci.* no. 1799, 58 pp.
- Brooks D.A., Baca M.W. & Lo Y. 1999. Tidal Circulation and Residence Time in a Macrotidal Estuary: Cobscook Bay, Maine. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* vol. 49, no. 5, pp. 647-665.

Brown R.F. & Mate B.R. 1983. Abundance, movements, and feeding habits of harbor seals, *Phoca vitulina*, at Netarts and Tillamook bays, Oregon.. Fisheries Bulletin vol. 81, no. 2, pp. 291-301.

Chernitskiy A.G., Zabruskov G.V., Shkurko D.S. & Gambaryan S.P. 1995. On the nature of seaward migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts through an estuary. J. Ichthyol. vol. 35, no. 3, pp. 328-333.

Dickhoff W.W., Mahnken C.V.W., Zaugg W.S., Waknitz F.W., Bernard M.G. & Sullivan C.V. 1989. Effects of temperature and feeding on smolting and seawater survival of Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture vol. 82, no. 1-4 pp. 93-102.

Dieperink C. 1994a. Exposure of sea-trout smolt to avian predation, mediated by capture in commercial pound nets. Nordic Journal of Freshwater Research vol. 69, pp. 71-78.

Dieperink C. 1994b. Fiskeri og laksefisk i Ringkøbing Fjord. DFU rapport 34, 72 s. Udgivet af Danmarks Fiskeriundersøgelser, Vejløvej 39, DK 8600 Silkeborg.

Dieperink C. 2002. Fangster af laksefisk fra Skjern Å og Storåen. DFU rapport 100-02.

Dieperink C., Bak B.D., L.-F. Pedersen, Pedersen M.I., Pedersen S. 2002. Predation on Atlantic salmon and sea trout during their first days as postsmolts. Journal of Fish Biology, vol. 61: 848-852.

Emmett R.L., McCabe G.T. Jr. & Muir W.D. 1990. Effects of the 1980 Mount St. Helens eruption on Columbia River estuarine fishes: Implications for dredging in Northwest estuaries. pp. 74-91 in Effects of Dredging on Anadromous Pacific Fishes (Simenstad C.A. ed.). Workshop, Seattle, WA (USA), 8-9 Sep 1988.

Emmett R.L. & Schiewe M.H. 1996. Estuarine and ocean survival of northeastern Pacific salmon (workshop proceedings). Report from Washington Sea Grant, 16 pp. <http://nsgd.gso.uri.edu/ordering.htm>.

Engell-Sørensen K. 2000. Ringkøbing Fjord. Fiskeæg og fiskelarver foråret 2000. Rapport udgivet af Ringkøbing Amt, Damstrædet 2, DK 6950 Ringkøbing. 43 s.

Glüsing H. 2000. Gydebestanden 1999. pp 2-4 i Nyhedsbrev 2 fra Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum Fjorde. <http://www.dfu.min.dk/ffi/Dan-doc/nyhedsbrev2.pdf>.

Glüsing H. 2002. Opgangen af laks til Skjern Å 2001. pp 5-6 i Nyhedsbrev 4 fra Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum Fjorde. <http://www.dfu.min.dk/ffi/Dan-doc/nyhedsbrev4.pdf>.

Groot C., Simpson K., Todd I., Murray P.D. & Buxton G.A. 1975. Movements of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) in the Skeena River estuary as revealed by ultrasonic tracking. Journal of the Fisheries Research Board of Canada vol. 32, no. 2, pp. 233-242.

- Healey M.C. 1981. Juvenile Pacific salmon in estuaries: The life support system. *Estuaries* vol. 4, no. 3, p. 285.
- Hoar, W.S. 1976. Smolt transformation: evolution, behavior, and physiology. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada* 33: 1234-1252.
- Houvenaghel G.T. 1987. Human impact on the diadromous fish fauna in the Meuse River basin: A historical and geographical analysis. *American Fisheries Society Symposium Series* vol. 1, p. 559.
- Jensen F. Munk-Madsen E., Roth E. & Vestergaard N. 2002. Socioøkonomisk undersøgelse af den samfundsmæssige og økonomiske betydning af fiskeriet på Ringkøbing Fjord og dens opland. Rapport udgivet af Ringkøbing Amtskommune, Damstrædet 2, DK 6950 Ringkøbing. 86 s.
- Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. & Rasmussen G. 1998 Survival of radiotagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.)- and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372, 347-353.
- Knutsen J.A., Knutsen H., Gjosaeter J. & Jonsson B. 2001. Food of anadromous brown trout at sea. *Journal of Fish Biology* vol. 59, no. 3, pp. 533-543.
- Koed A. & Baktoft H. 2002. Rekordstort laksesmoltudtræk fra Skjern å i 2002. s 2-3 i Nyhedsbrev 4 fra Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum Fjorde. <http://www.dfu.min.dk/ffi/Dan-doc/nyhedsbrev4.pdf>.
- Koed A., Iversen K. og Falck-Rasmussen K. 2002. Gedden stortrives i Hestholm Sø. s 7 i Nyhedsbrev 4 fra Myndighedssamarbejdet om fiskeriet i Ringkøbing og Nissum Fjorde. <http://www.dfu.min.dk/ffi/Dan-doc/nyhedsbrev4.pdf>.
- Lacroix G.L. & McCurdy P. 1996. Migratory behaviour of post-smolt Atlantic salmon during initial stages of seaward migration. *Journal of Fish Biology* vol. 49, no. 6, pp. 1086-1101.
- Laikre et al. 1999. Conservation Genetic Management of Brown Trout (*Salmo trutta*) in Europe. Report by the Concerted action on identification, management and exploitation of genetic resources in the brown trout (*Salmo trutta*) ("TROUTCONCERT"; EU FAIR CT97-3882).
- Levings C.D. 1981. Feeding ecology of juvenile salmonids at three contrasting habitats at the Fraser River Estuary, B.C. *Estuaries* vol. 4, no. 3, p. 243.
- Levings C.D. 1994. Feeding behaviour of juvenile salmon and significance of habitat during estuary and early sea phase. *Nordic Journal of Freshwater Research* vol. 69, pp. 7-16.
- Levings, C.D., Conlin K. & Raymond B. 1991. Intertidal habitats used by juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) rearing in the north arm of the Fraser River Estuary. *Mar. Pollut. Bull.* vol. 22, no. 1, pp. 20-26.

- Lyse A.A., Stefansson S.O. & Fernoe A. 1998. Behaviour and diet of sea trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology* vol. 52, no. 5, pp. 923-936.
- Lysfjord G. & Staurnes M. 1998. Gill $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$ activity and hypoosmoregulatory ability of seaward migrating smolts of anadromous Atlantic salmon (*Salmo salar*), sea trout (*S. trutta*) and Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in the Hals river, northern Norway. *Aquaculture* vol. 168, pp 279-288.
- Mackay D.W., Tayler W.K. & Henderson A.R. 1978. The recovery of the polluted Clyde Estuary. *Proc. R. Soc. Edinb. Sect. B* 76(1-3), 135-152.
- Martin J.L., LeGresley M.M. & Page F.H. 2001. Aquaculture and phytoplankton blooms in the southwest Bay of Fundy. *Aquaculture Canada 2000. Proceedings of the 17th Annual Meeting of the Aquaculture Association of Canada, Moncton NB.* Hendry C.I.(ed.) & McGladdery S.E. (ed.) no. 4, pp. 103-106.
- McCleave J.D. 1978. Rhythmic aspects of estuarine migration of hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *J. Fish Biol.*, 12(6), 559-570.
- Meyer L., Bruemmer I., Brunken H., Kolster H. & Mosch E.C. 2000. The fishes and lampreys of the flats between the rivers Ilmenau and Elbe (Lower Saxony, Germany) under special consideration of species according to the council directive 92/42/EEC, annex II. *Braunsch-Naturkd-Schr* vol. 6, no. 1, pp. 1-38.
- Moore A. 1999. The riverine, estuarine and coastal migratory behaviour of wild Atlantic salmon smolts. *Smolt physiology ecology and behavior.* McCormick S. (ed.) & MacKinlay D.(ed.). pp. 145-148.
- Müller J.P & Jensen H.J. 2000. Fiskebestanden i Ringkøbing Fjord. Rapport udgivet af Ringkøbing Amt, Damstrædet 2; DK 6950 Ringkøbing.
- Nielsen E.E. 1994. Genetisk differentiering blandt europæiske populationer af Atlantisk laks (*Salmo salar* L.) med speciel reference til laksen i Skjern Å. M.Sc.-thesis, Afd. f. Genetik og Økologi, Aarhus Universitet 75 pp.
- Nielsen E.E. & Hansen M.M. 1999. "Gamle skæl" et nyt værktøj til populationsgenetiske undersøgelser af laksefisk. *Fisk og Hav*, vol. 9 s. 2-11.
- Nielsen J. 1995. Vandringsmønsteret mellem fersk- og saltvand hos laks *Salmo salar* og havørred *Salmo trutta*. Rapport udgivet af Ringkøbing Amt, Damstrædet 2, DK 6950 Ringkøbing. 39 s.
- Northern Ireland Water Council. 1974. Foyle Estuary. Interim report. 134 p.
- Parry, G. 1960. The development of salinity tolerance in the salmon, *Salmo salar* (L.) and some related species. *Journal of Experimental Biology* 37: 425-434.
- Rasmussen G., Aarestrup K. & Jepsen N. 1996 Mortality of sea trout (*Salmo trutta* L.) and Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts during seaward migration through rivers and lakes in Denmark. *ICES C.M.* T:9.

Ringkjøbing Amt 2003. Miljøtilstanden i Ringkjøbing Fjord – nu og fremtidens tre scenarier. Notat, 4 s.

Salminen M., Erkamo E. & Salmi J. 2001. Diet of post-smolt and one-sea-winter Atlantic salmon in the Bothnian Sea, Northern Baltic. *Journal of Fish Biology* vol. 58, no. 1, pp. 16-35.

Simenstad C.A. & Cordell J.R. 2000. Ecological assessment criteria for restoring anadromous salmonid habitat in Pacific Northwest estuaries. *Ecological-Engineering* vol. 15, no. 3-4, pp. 283-302.

Stasko A.B., Horrall R.M. & Hasler A.D. 1976. Coastal movements of adult Fraser River sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) observed by ultrasonic tracking. *Trans. Am. Fish. Soc.* vol. 105, no. 1, pp. 64-71.

Stasko A.B., Horrall R.M., Hasler A.D. & Stasko D. 1973. Coastal movements of mature Fraser River pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) as revealed by ultrasonic tracking. *J. Fish. Res. Board. Can.* no. 9, pp. 1309-1316.

Stasko A.B. 1975. Progress of migrating Atlantic salmon (*Salmo salar*) along an estuary, observed by ultrasonic tracking. *Journal of Fish Biology* vol. 7, no. 3, pp. 329-338.

Thibault M. 1991. Atlantic salmon annual catch statistics in France since the end of 19th century. International Council for the Exploration of the Sea, Copenhagen (Denmark). ICES-CM-1991/M:16.

Thiil Nielsen H., Jensen A., Sivebæk F., Rasmussen P.C., Dieperink C. & Ernst M.E. 1997. Laksefiskene og fiskeriet i vadehavsområdet. DFU rapport udgivet af Danmarks Fiskeriundersøgelser, Vejlsøvej 39, DK 8600 Silkeborg. 325 pp.

Thorpe J.E. & Moore A. 1997. The migratory behaviour of juvenile Atlantic salmon. *Memoirs of the Faculty of Fisheries, Hokkaido University* vol. 44, no. 1, pp. 39-45.

Tytler P., Thorpe J.E. & Shearer M. 1978. Ultrasonic tracking of the movements of Atlantic salmon smolts (*Salmo salar* L) in the estuaries of two Scottish rivers. *J.Fish Biol.* 12(6), 575-586.

Vandenbyllaardt L, Ward FJ, Braekevelt CR, McIntyre DB 1991. Relationship between turbidity, piscivory, and development of the retina in juvenile walleyes. *Trans. Am. Fish. Soc.* 120:382-390.

Wedemeyer G.A., Saunders R.L. & Clarke W.C. 1980. Environmental factors affecting smoltification and early marine survival of anadromous salmonids. *Mar. Fish. Rev.* pp 1-14.

Williams J.G. & Matthews G.M. 1995. A review of flow and survival relationships for spring and summer chinook salmon, *Oncorhynchus tshawytscha*, from the Snake River Basin. *Fish. Bull.* vol. 93, no. 4, pp. 732-740.

Wood C.C. 1987. Predation of juvenile Pacific salmon by the common merganser (*Mergus merganser*) on eastern Vancouver Island. 2. Predation of stream-resident juvenile salmon by merganser broods. *CAN. J. FISH. AQUAT. SCI.* vol. 44, no. 5, pp. 950-959.

Zamon J.E. 2001. Seal predation on salmon and forage fish schools as a function of tidal currents in the San Juan Islands, Washington, USA. *Fisheries Oceanography* vol. 10, no. 4, pp. 353-366.

Aarestrup K., Jepsen N. & Rasmussen, G. 1999 Movements of two strains of radio tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts through a reservoir. *Fisheries Management and Ecology*, 6, 97-107.