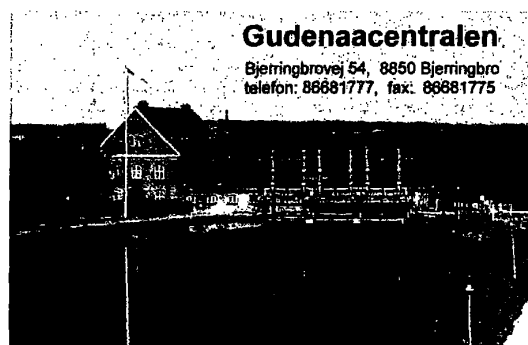


Miljø- og Planlægningsudvalget
Folketinget
Christiansborg
1240 København K.

att.: MODTAGET
- 7 DEC. 2007 9 50

Den Centrale Indlevering

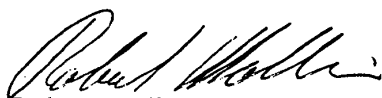


Tange den 6. december 2007.

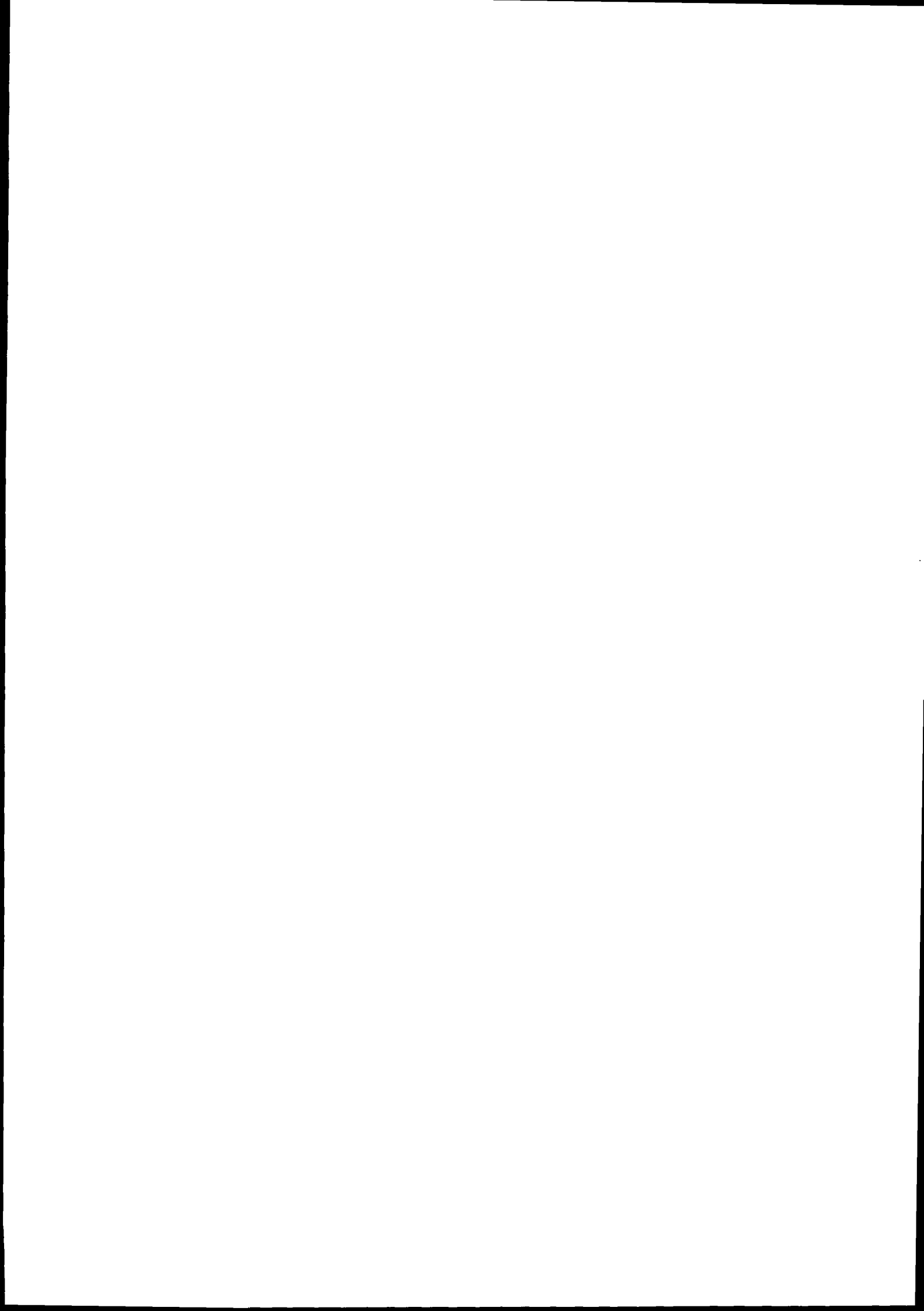
Vedlagt fremsendes rapporten "Fiskepassage i Gudenåen ved Tange" opdateret statusredegørelse.

Artiklerne "Fisk i Ungfiskeslusen" forår 2007 og "Kortere vandring øger ikke smoltoverlevelse" vedlægges ligeledes til orientering.

Med venlig hilsen


Robert Møller

Bilag: 10 sæt.

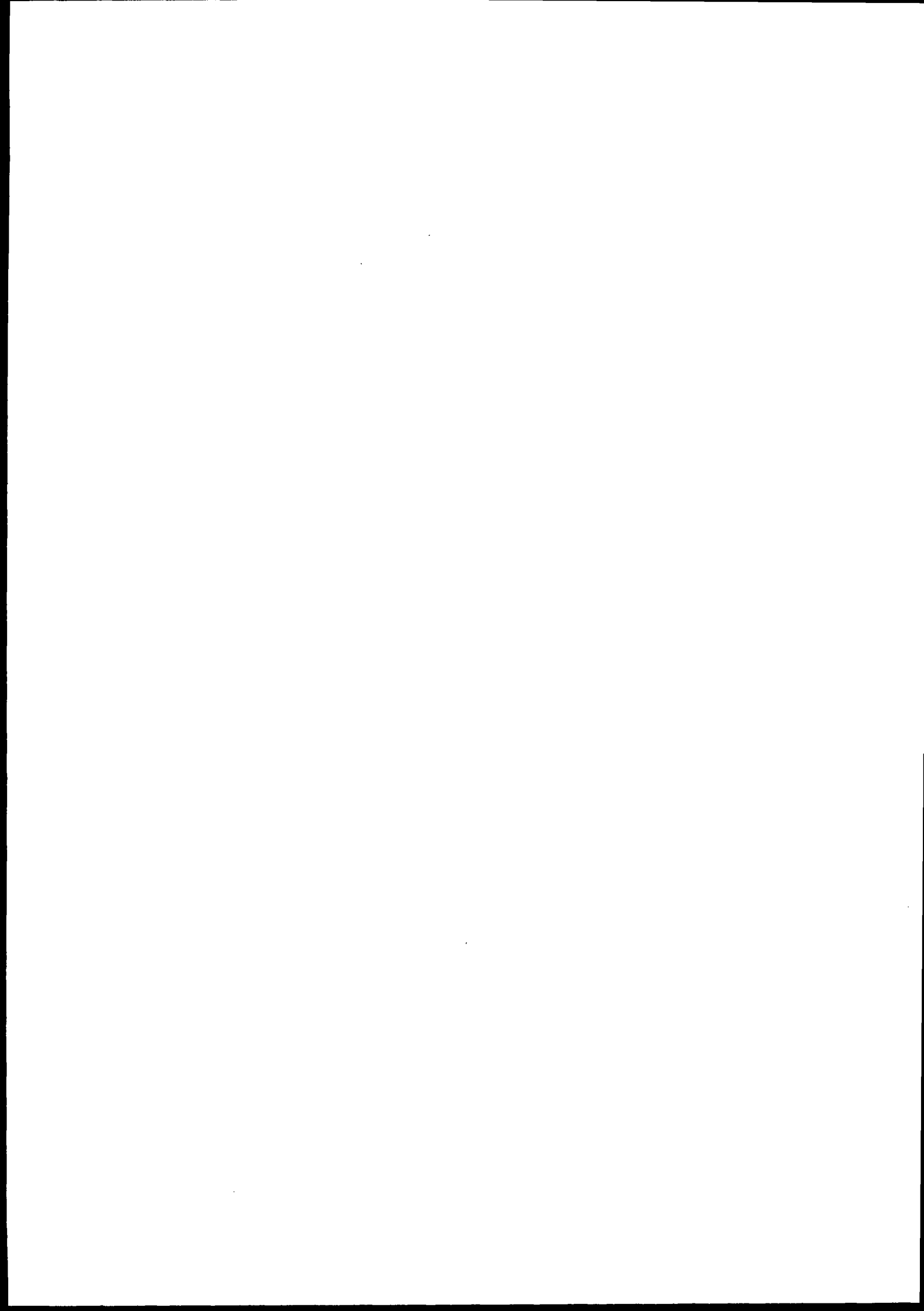


OPDATERET REDEGØRELSE



Fiskepassage

i Gudenåen ved Tange



RAPPORT TIL GUDENAACENTRALEN

Fiskepassage i Gudenåen ved Tange

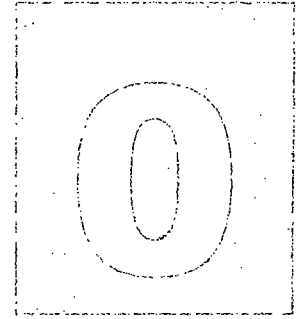
August 2007

RAPPORT UDARBEJDET FOR
Gudenaacentralen • Bjerringbrovej 54 • DK 8850 Bjerringbro
Tlf.: 86 68 17 77
Sagsbehandler: Robert Møller

RAPPORT UDARBEJDET AF
WaterFrame
Ryesgade 9 • DK-8680 Ry
Tlf.: 87 88 30 90
Sagsbehandler: Christian Dieperink

INDHOLDSFORTEGNELSE

0. Sammenfatning	3
1. Baggrund og formål	6
2. Nye resultater	8
Laksens spredning i Østjylland	8
Laksens rekolonisering af Gudenåen ovenfor Tange	9
Laksesmoltens vanskelige sø-passage	10
Kortere vandring øger ikke smoltoverlevelse	11
Fisketrappen	13
Ungfiskeslusen	16
3. Passagemæssig revurdering af modellerne	17
4. Habitatdirektivet	21
Fisk som kræver opmærksomhed	21
5. Vandrammedirektivet	23
Sigte	23
Kvalitetslementer	23
Integreret planlægning	26
Naturlige, kunstige og stærkt modificerede vande	26
6. Gudenåen fiskepassage-status	28
Datagrundlag	28
Smoltdødelighed i naturlige søer	29
Fiskepassage ved Gudenåens opstemninger	30
7. Litteratur	33



Sammenfatning

Danmarks Fiskeriundersøgelser dokumenterede i 1996, at de fleste fisk var i stand til at passere opstemningen af Gudenåen ved Tange. Det største problem dengang var, at ikke alle opvandrende gydefisk fandt fisketrappens åbning. Siden 2004 har nye undersøgelser dokumenteret, at ikke kun er der passage for de fleste arter, men samtidig er opgangen nu så stor, at alle de laks og havørreder der kan forventes at søge ovenfor Tange for at gyde, faktisk finder gennem trappen. Selvom fiskepassagen ved Tange-dæmningen formodentlig fortsat kan forbedres, så kan de fleste arter og størrelsesgrupper i dag passere gennem ålepassene, gennem den eksisterende fisketrappe eller gennem den nye ungfiskesluse, hvor de på forskellig vis bliver guidet hen til passagernes åbninger af store gitre opstillet på tværs af Gudenåen. I dag er hovedproblemet ikke længere fiskepassagen forbi dæmningen. Nu er fokus flyttet over på den sø som opstemningen skaber hvor der før var å.

Det tilbageværende problem er dødeligheden for de fisk der svømmer gennem Tange Sø. Her risikerer de at blive ædt af søens naturlige bestand af rovfisk eller fiskeædende fugle. Samtidig forsinker søen de nedvandrende ungfisk (smolt) af laks og ørred med flere dage i forhold til hvis søen ikke var der, og dermed er der risiko for, at smoltene ikke når ud til havet mens vandreinstinktet er aktivt. Tange Sø er levested for typiske søfisk, gedder, aborrer, sandart, og for fugle som fiskehejre, skarv, lappedykkere og skalleslugere. Disse spiser alle en del af de vandløbsfisk, der forsøger at svømme gennem søen. Det bliver til rigtig mange fisk der ædes, og de forskellige undersøgelser har samstemmende vist, at kun ca. 10 % af smoltene formår at slippe levende gennem Tange Sø. Men sådan er det også i mere "naturlige" søer i Gudenåen, og dødeligheden for smoltene er f.eks. 99 % gennem Mossø til Silkeborgsøerne. Der er ingen grund til at forvente, at man kan etablere en naturlig og stærk laksebestand i vandløb, der gennemløber en sø inden udløbet i havet. Selv når det kommer til ørredbestande, der kan gennemføre livscyklus udelukkende i ferskvand, er der kun meget få steder i Danmark, hvor der findes en livskraftig bestand af havørred i vandløb der krydser gennem en sø inden udløbet til havet. Når der i 2007 stadig ikke er fuld tilfredshed med faunapassagen ved Tange, skyldes det især et ønske om at få genskabt den oprindeligt store bestand af laks og havørred på de dele af Gudenåen, der i dag ligger under den opstemmede Tange Sø. De rekreative interesser omkring vandløbenes laksefisk er væsentlig større end dem de knytter sig til søfisk som gedder, sandart og aborrer.

Status for laksens forekomst i Østjylland er, at laksen er under spredning til en lang række vandløb, hvor den ikke har levet i århundreder. Spredningen skyldes de mas-

sive udsætninger af laks i Gudenåen siden midten af 1990-erne. Status for laksen i Gudenåen ovenfor Tange er, at der de seneste år har været en stabil opgang af store gydefisk, hvoraf ca. et halvt hundrede har været over 70 cm's længde. I efteråret 2004 blev der fundet en lille bestand af lakseyngel i Tange Å, som viste, at laksen med succes havde gydt i Tange Å i vinteren 2002-2003. Siden er laksens gydepladser ovenfor Tange-dæmningen ikke blevet eftersøgt systematisk, men der er hvert år blevet registreret mellem ét og tre hundrede vilde laksesmolt, som først er sluppet gennem søen, og derefter har fundet og benyttet ungfiskeslusen.

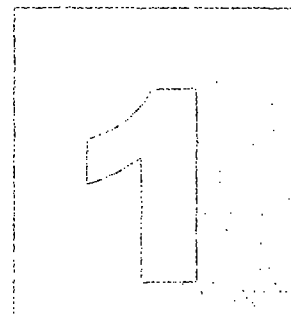
Flere af de løsningsmodeller, som er fremlagt for en bedre fiskepassage ved Tange, har forsøgt at tilgodese ønskerne om både at opretholde søen, og samtidig forbedre bestandene af laksefisk i Gudenåen. Dette skulle ske ved at grave Gudenåen ned i terrænet i et forløb uden om Tange Sø, startende enten fra Ans eller fra Kongensbro. Derved ville smoltene få en kortere svømmeafstand gennem søen eller gennem en langsomtflydende å. Men nye undersøgelser påpeger, at smoltens dødelighed ved passage af Tange Sø er lige så stor ved en kort svømmeafstand som ved en lang svømmeafstand. Smoltene er en lille uge om at passere selv en ganske kort søstrækning, hvilket kan være kritisk for at smoltene når ud til havet med vandreinstantet intakt. Modellerne med de lange omløb har en anden væsentlig mangel derved, at de ikke tager hensyn til det eneste vandløb, hvor laksen allerede har vist at den gerne vil gyde. Tange Å er ikke medtaget i de fleste af de foreslåede modeller, og laksen vil faktisk få vanskeligere ved at komme til og fra Tange Å i over halvdel af de fremlagte modeller. På denne baggrund anbefales det, at løsningsmodellerne revideres kritisk inden der tages endelig stilling til en ny fiskepassage ved Tangeværket.

De seneste vandmiljødirektiver fra EU gennemgås med henblik på en vurdering af deres indflydelse i valget af en model for faunapassage i Gudenåen, og specielt ved Tangeværket. I medfør af habitatdirektivet er der udlagt særlige bevaringsområder, som skal beskytte truede dyr og planter. I Gudenå-Randers Fjord systemet skal tages særlige hensyn til bl.a. bæklampret, havlampret, flodlampret, og stavsild. Der foreligger imidlertid ingen kvantitative data til at belyse disse arters nuværende bevaringsstatus. Havlampret og stavsild er i dag ligesom for 100 år siden så sjældne, at deres lejlighedsvis forekomst i Gudenåen sandsynligvis også fremover vil være begrænset til de nedre dele af åen. De vil derfor ikke påvirkes af passageløsninger ved Tange eller højere oppe i systemet. Flodlampret findes allerede opstrøms for Tange, mens bæklampret virker til at være almindeligt forekommende, men ikke særlig talrig, i hele åsystemet. For disse arter vurderes det, at ingen af modellerne vil få afgørende indflydelse på deres bevaringsstatus i Gudenåen.

Kravene i Vandrammedirektivet er, at alt overfladevand i Europa inden 2016 skal opnå mindst "god tilstand" eller "godt økologisk potentiale", afhængigt af, om vandområdet kan karakteriseres som naturligt eller stærkt modificeret. Det er et vigtigt princip i direktivet, at forvaltningen af vandforekomster integreres for hele afstrømningsområder og samordnes med den økonomiske og kulturelle udvikling i området. En løsning ved Tange skal altså ses i sammenhæng med løsninger ved de øvrige opstemningsanlæg i Gudenåen. I den indledende analyse er Tange Sø blevet karakteriseret som stærkt modificeret, og vil, hvis denne status opretholdes, skulle efterleve kravene til "godt økologisk potentiale". Vandrammedirektivets kravformulering tager udgangspunkt i de organismegrupper der lever i vandet, og f.eks. fiskene

er meget vigtige for at vurdere kontinuiteten i vandløb. Men de specifikke krav til hvordan smådyr, vandplanter og fisk skal vurderes, er endnu ikke på plads, og metoderne er stadig under udvikling og tilpasning mellem medlemslandene. De generelle beskrivelser af kravene er, at fiskearternes artssammensætning, tæthed og aldersstruktur ikke må afvige væsentligt fra upåvirkede forhold. I dag findes kun data for artssammensætning. Gudenåfiskenes alder og tæthed er ikke tilstrækkeligt undersøgt til at kunne afgøre om Tange-dæmningen udgør en hindring for de akvatiske organismers vandring. Med hensyn til fiskefaunaens artssammensætning er der kun en begrænset effekt af Tange-opstemningen. Større barrierer for fiskearternes udbredelse findes ved de øvrige opstemninger i Gudenåen.

Sammenfattende konkluderes, at der i de to EU direktiver og i deres nuværende følge af vejledningsdokumenter ikke findes argumenter for, at en løsning af Gudenåens passage ved Tange Sø eller andre af Gudenåens opstemmede søer, alene skulle kunne findes gennem fjernelse af opstemninger og restaurering af de oprindelige vandløbsstrækninger. Der mangler endnu både kvantitative data på fiskefaunaen, metoder til vurdering af kontinuitet, og vejledning i grænsedragningen mellem acceptabel og ikke-acceptabel økologisk tilstand, før direktiverne bliver operationelle som redskaber i debatten om Tange Sø og Gudenåen.



Baggrund og formål

Faunaens muligheder for at kunne bevæge sig frit i vandløbenes længde fra kilde til udløb er et emne, man først begyndte at interessere sig for i 1960-erne, hvor man begyndte at bygge fisketrapper ved de fleste opstemninger. De første fisketrapper blev designet til ørred og laks, som kunne hoppe fra bassin til bassin. Senere blev man opmærksom på, at også andre fiskearter har behov for at kunne vandre frit i vandløbene. Siden 1990-erne er der ved mange opstemninger bygget naturlignende stryg hvor igennem også mindre springe- og svømmestærke fisk kan passere. Selv om samfundet i løbet af de sidste 30-40 år har anvendt betydelige resurser på at forbedre fiskenes passageveje, så er effektiviteten sjældent dokumenteret.

Ingen steder i Danmark er fiskepassagen undersøgt så grundigt som ved Tangeopstemningen. Gudenåen er samtidig Danmarks artsrigeste vandløb og fiskenes passagekrav er derfor tilsvarende komplicerede.

Siden man i 1921 opstemmede Gudenåen ved Tange og derved forårsagede, at den oprindelige laksebestand endegyldigt uddøde, har der været arbejdet med forskellige løsninger for at forbedre fiske- og faunapassagen ved Tangeværket. Den første fisketrappe der blev bygget havde en vandføring på 20 l/sek, hvilket viste sig at være helt utilstrækkeligt. Massiv udsætning af laks og ørred, nye fiskeveje med større vandføring og en lang række andre fiskepassage-fremmende tiltag har endnu ikke indfriet alles ønsker om en effektiv fiskepassage.

Målet med de forskellige passagefremmende tiltag har ændret sig løbende. I fiskeribiolog Erik M. Poulsens (1935) 36 sider lange gennemgang af effekten af Tangeværkets dæmning og den fiskerimæssige udvikling i Gudenåen og Randers Fjord, er fokus alene på bestandene af havørred og laks /2/. Han nævner ikke ét sted andre fiskearter. Siden 1930-erne har fiskepassagen ved Tange været genstand for en lang række undersøgelser, f.eks. /1,3,4,5,6,9,10,12,14/. Fokus har i de fleste været rettet på laksefiskene, men hensynet de andre fiskearters passage er gradvis blevet inddraget.

Efter etableringen af den nuværende fisketrappe og det skråtstillede ledegitter i 1993 viste undersøgelser, at de fleste fiskearter var i stand til at finde hen til fisketrappen og at de også var i stand til at svømme op gennem den /3/.

Undersøgelser af smoltudvandringen ved Tange /3/ viste i 1990-erne, at ca. to tusind ørredsmolt årligt passerede Tange Sø. Med baggrund i modeller blev derpå vurderet, at dette burde medføre, at mellem 100 og 300 voksne havørred skulle søge

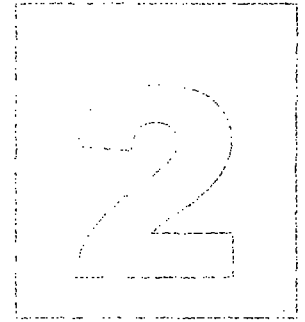
opgang gennem fisketrappen hvert år /4,5/. Men ud af disse opgangsfisk var det kun ca. 25 % der i midten af 1990-erne fandt vej op gennem trappen /3/.

Forklaringen på det forholdsvis lave nedtræk af smolt ved Tange er, at størstedelen bliver ædt eller farer vild i søen/6, 10/. Søens bestand af rovfisk (gedder og sandart) og fiskeædende fugle snupper simpelthen 85-90 % af smoltene undervejs. Men Tange Sø er ikke det eneste sted i Gudenå-systemet hvor dette sker. På strækningen gennem Mossø til Silkeborg-søerne forsvinder 99 % af smoltene /7, 8/. Og på deres videre vej gennem selve åen fra Tange til Randers er smoltens dødelighed opgjort til 68 % /9/.

Ovennævnte baggrund udgjorde den væsentligste dokumentation omkring fiskebestandene, da Miljø - og Fødevarerministeriet i 2002 fremlagde deres rapport om en fremtidig forbedret fiskepassage ved Tange /1/. Siden 2004 har vandkraftværket Gudenåcentralen, der indtil 2008 har koncession til at indvinde Gudenåens vand, gennemført en række nye undersøgelser under arbejdstitlen ”Forbedret fiskepassage ved Tange”. De nye undersøgelser bidrager med ny viden der både opdaterer og kompletterer det hidtidige grundlag for vurderingen af danske vandløbs kontinuitet. Det forbedrede videngrundlag bør derfor inddrages i vurderingen af Gudenåens og Tange Sø’s fremtid.

Det er formålet med denne rapport at opdatere og sammenfatte det faglige grundlag om fiskene og deres passageforhold i Gudenåen. Samtidig er EU's habitat- og vandrammedirektiver beskrevet i det omfang de må ventes at påvirke den fremtidige miljøtilstand (med hensyn til fiskepassager) i Gudenåen.

Rapporten ønskes brugt til at belyse konsekvenserne af de fremlagte forslag til forbedring af fiskenes passage i Gudenåen.

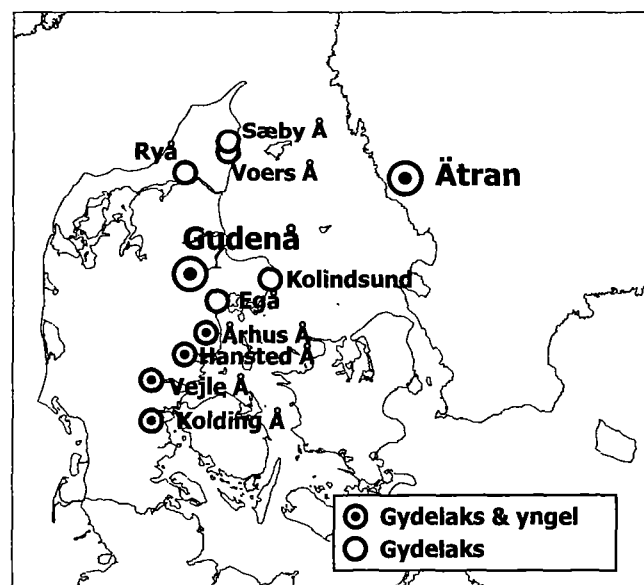


Nye resultater

Laksens spredning i Østjylland

Siden 1990 har de årlige udsætninger i Gudenåen ligget i størrelsesordenen 100.000 laksesmolt /5/. Det store antal smolt kan forventes at medføre 10.000 - 20.000 opgangslaks om året. Smoltene udsættes mellem Bjerringbro og Randers, på steder hvor der ikke findes gydepladser. På grund af de udsatte smolts manglende prægning på et velegnet gydeområde, er der mange af disse, der som voksne gydelaks strejfer omkring i et ofte forgæves forsøg på at finde et sted at gyde.

Siden begyndelsen af Gudenå-udsætningerne er der rapporteret om laks fra en række østjyske vandløb, hvor der ikke tidligere fandtes laks, og flere steder er der fundet levedygtigt afkom (figur 1).



Figur 1. Observationer af gydende og naturligt reproducerede laks er blevet hyppige langs Jyllands østkyst, siden man begyndte at udsætte laks fra den svenske elv Ätran. Fra /25/.

I Kolding Å har der siden først i 1990-erne været fast årlig gydning og opvækst af lakseyngel, og laksene findes over en flere kilometer lang å-strækning. Forekomsten af stabil reproduktion i Kolding Å er interessant derved, at den indikerer, at der ikke nødvendigvis skal en særlig stor bestand til før laksen er i stand til at holde fast på en lokalitet med årlig opgang, gydning, yngelopvækst og smoltudvandring. Den genetiske pulje skal dog fornyes og vedligeholdes, og deri ligger nok det største problem for laksen i Kolding Å, det vil sige i afhængigheden af fortsat input af gener fra strejfende laks fra Gudenåen.

Lakseyngelen i Kolding Å er blevet genetisk undersøgt ét år, og lignede da genetisk mest laks fra den svenske å Ätran. Derfor er bestanden i Kolding å med stor sandsynlighed grundlagt af strejfer fra udsætningerne i Gudenåen, der i en lang årrække har været baseret på svenske Ätran-laks. Lakseyngel fra andre østjyske vandløb er ikke blevet undersøgt.

Nedenfor Tange er der mange opgangslaks i Gudenåen, fordi de som ungfisk udsættes mellem Bjerringbro og Randers, og derfor vender tilbage til samme sted. Men der er ikke rapporteret om naturlig produceret lakseyngel i Gudenåens hovedløb. Det er der derimod i Hadsten Lilleå, hvor man i forbindelse med elektrofiskeri har observeret laks i Norring Møllebæk og i Lilleåens hovedløb ved Bidstrup Gods /11/.

Man kan opfatte de østjyske laks som del af en Kattegat-bestand, der under kraftig støtte fra udsætningerne er ved at rekolonisere de østjyske vandløb. I de vestjyske vandløb findes en lignende bestandsstruktur (såkaldt meta-population), hvor laksene i Stora, Skjem Å, Varde Å og Ribe Å udveksler gener med hinanden. Både de øst- og vestjyske laksebestande er i meget høj grad båret oppe af udsætninger.

Laksens kolonisering af Gudenåen ovenfor Tange

I 2004 blev der ved en screening af Gudenåens hoved- og tilløb mellem Silkeborg og Tange fundet en lille bestand af vilde, 1-årige laks i Tange Å (figur 2). Bestanden omfattede godt tre hundrede individer, hvoraf størstedelen må formodes at være nedvandret i foråret 2005 /18/.



Figur 2. Vild lakseungfisk fra Tange Å, efteråret 2004.

Siden er der ikke grundigt foretaget eftersøgning efter laksebestande ovenfor Tange. Alligevel er der i både 2006 og 2007 registreret laksesmolt ved udløbet af Tange Sø /12/. Da der ikke sættes laks ud på denne del af Gudenåen, indikerer observationerne, at laksen fortsat gyder et eller flere steder ovenfor Tange. Udvandringen af

laksesmolt, der via Tange Sø kommer gennem ungfiskeslusen ved Tangeværket, har de seneste år omfattet et par hundrede individer (2005: 293 stk.; 2006: 99 stk; 2007: 229 stk.).

Voksne laks blev fanget i 2004 i hovedløbet opstrøms Kongensbro, ligesom voksne laks tidligere registreret i Borre Å /13/ og i Tange Sø /18/.

Konsekvens

Laksens vellykkede gydning i Tange Å er bevis for en høj vandløbskvalitet i Tange Å, som også før søens etablering var et kendt gydeområde for Gudenå laksen. Fordi Tange Å således fortsat udgør et potentielt vigtigt gydeområde, er det vigtigt at den valgte passageløsning også inddrager Tange Å. Modeller med omløbsstryg fra Kongensbro og Ans vil udgøre en forværring i forhold til i dag, fordi den vandmængde der løber gennem søen, reduceres, så fiskene vil have vanskeligere ved at orientere sig gennem søen i deres vandring mellem Tange Å og Gudenåen. Desuden opererer flere af disse modeller med deciderede afgitinger ved indløbet af Gudenåen til Tange Sø, hvilket yderligere begrænser faunaens frie passage i systemet.

Laksesmoltens vanskelige sø-passage

Tidligere undersøgelser af smoltens passage af naturlige og opstemmede søer har tydet på en meget stor dødelighed, og i Tange Sø har man vist, at kun ca. 15 % af mærkede smolt var i stand til at passere (6, 14/). Derfor har overlevelsen af laksesmoltene under deres passage gennem Tange Sø været genstand for to undersøgelser, hvor man dels undersøgte vandringsafstandens betydning, dels undersøgte effekten af fiskens oprindelse (vild eller opdrættet) og forskellige mærkemethoder.

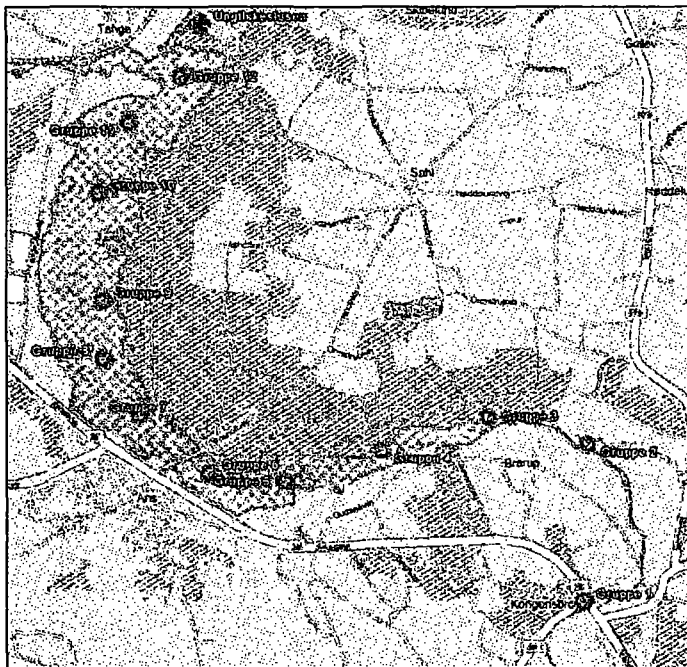
Vilde laksesmolts udvandring fra Tange Å

Fundet af vilde lakseungfisk i Tange Å i efteråret 2004 førte til at man valgte at undersøge de vilde smolts passage af søen og stemmeværket ved Tange i foråret 2005. Der blev derfor iværksat et forsøg hvor i alt 77 laksesmolt blev mærket med miniature radiosendere, så deres passage forbi værket kunne spores /15/.

I alt 13 af de mærkede fisk overlevede og nåede frem til værket i løbet af forårsperioden. Heraf passerede 11 fisk med succes, mens to blev fundet døde på turbineristene. Af de 11 passager foregik 9 gennem ungfiskeslusen, én gik gennem fisketrappen, og én passerede tilsyneladende gennem turbinerne.

Der var således en høj dødelig på laksesmoltene, uagtet at der ved denne undersøgelse var anvendt vildfisk, der alt andet lige skulle forventes at kunne klare sig bedre end opdrættede fisk uden erfaringer fra et liv blandt prædatorer. Samtidig kunne det konkluderes, at den kortere vandringsafstand (1,4 km) fra udløbet af Tange Å til ungfiskeslusen ved værket ikke havde mindsket dødeligheden i forhold til de tidligere undersøgelser hvor fiskene havde vandret gennem hele Tange Sø's 12,4 km /14/.

På baggrund af de vilde laksesmolt's ringe overlevelse under sø-passage blev der i 2006 gennemført udsætningsforsøg med en mere skånsom mærkemetode og med varierende vandringsafstand mellem udsætningssted og udløbet af søen. Fiskene blev fordelt på 11 udsætningsgrupper, og derpå mærket og udsat i Tange Sø og Gudenåen (figur 3). Alle laksesmolt der senere passerede ungfiskeslusen ved Tange blev individuelt undersøgt og de mærkede individer blev derefter registreret med oplysninger om genfangsttidspunkt og udsætnings-gruppe.



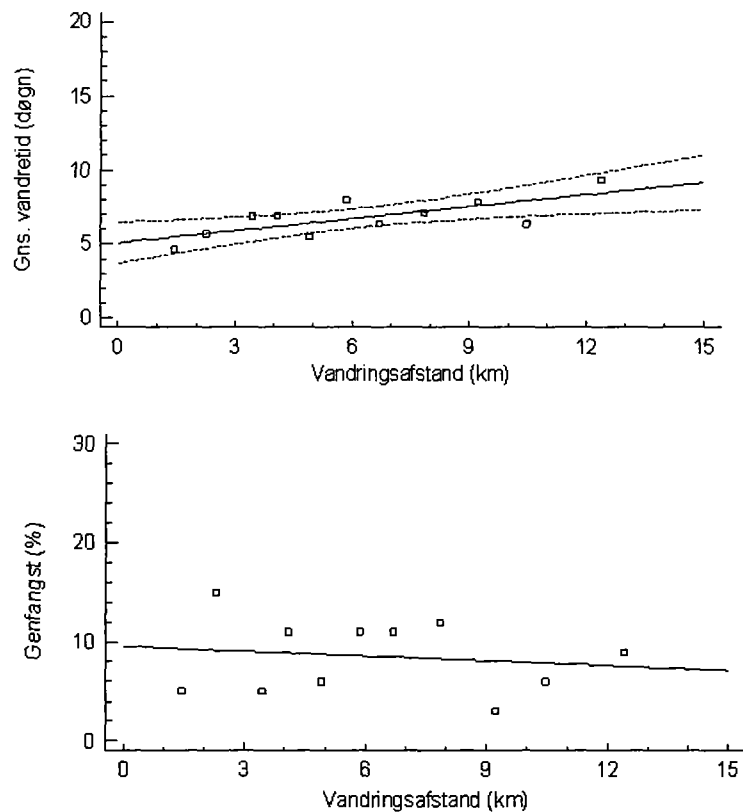
Figur 3. Lakseudsætninger i Tange Sø, 2006.

Genfangsten fra disse udsætninger var lav (9 %) og tydede på en høj dødelighed i søen. Resultaterne stemte derfor godt overens med tidligere gennemførte forsøg med smoltoverlevelsen i Tange Sø. Både lakse- og ørredsmoltens dødelighed under passage af Tange Sø ligger indenfor $90\% \pm 5\%$, uanset hvordan fiskene er mærket inden udsætningen. Smoltdødeligheden skyldes først og fremmest prædatorer som gedder, skarv og fiskehejre /6/.

I modsætning til det forventede udviste overlevelsen ingen statistisk sammenhæng med vandringslængden gennem søen (figur 4). Fisk udsat tæt ved søens udløb havde samme risiko for ikke at kunne finde gennem søen som fisk, der var udsat i Gudenåen helt oppe ved Kongensbro /16/.

De overlevende smolt var længe om at passere søen, og forsinkelsen var størst for de fisk som havde længst at vandre. Smolt udsat ved Kongensbro var i gennemsnit 8 dage undervejs. Selv de smolt, der blev udsat nærmest ved Tange Sø's udløb, var i gennemsnit 4,5 dag om passagen gennem søen (figur 4). Sammenholdt med at dødeligheden imellem grupperne var ens, tyder dette på, at smoltens dødelighed i Tan-

ge Sø primært sker indenfor de første dage efter udsætningen, og at de overlevende fisk derefter har en bedre overlevelse i det videre forløb gennem søen.



Figur 4. Laksesmoltens passagetid (øverst) og overlevelse (nederst) som funktion af vandringsafstanden gennem Tange Sø.

Konklusionen på disse udsætningsforsøg er derfor, at dødeligheden er upåvirket af den valgte mærkningsmetode, og uafhængig af, om vandringsafstanden gennem søen er 1 eller 12 km..

Overlevelsen af de nedvandrende smolt i Tange Sø er derfor et hovedproblem for genetablering af en stærk og bæredygtig laksebestand i Gudenåen. Uanset hvor kort vandrestafstand laksene har gennem Tange Sø, så vil en stor del af smoltene blive ædt undervejs, og de overlevende blive opholdt i minimum 4-5 dage.

Konsekvens

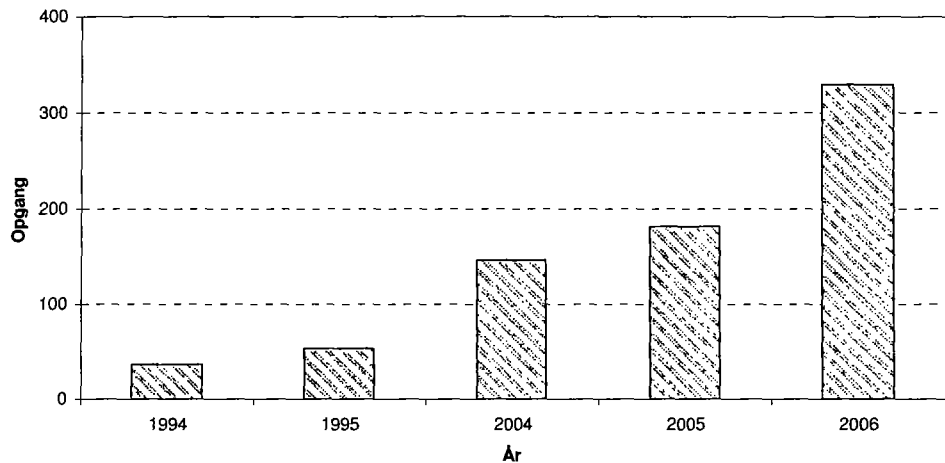
De gennemførte udsætningsforsøg indikerer, at gennemførelse af modeller med en kortere eller længere søstrækning hvor igennem smolten skal passere, vil indebære en risiko for, at smoltens overlevelse og passagehastighed ikke forbedres markant i forhold til i dag. Derfor bør konsekvenserne af de løsningsmodeller hvor ørred- og laksesmolt skal passere selv korte strækninger af stillestående vand, revurderes.

I midten af 1990-erne gennemførtes en stor undersøgelse af hvilke fisk der benytter fisketrappen, og det blev vist, at de fleste arter rent faktisk var i stand til at benytte trappen, når de først fandt den /3/. Enkelte arter blev dog ikke observeret lige så hyppigt i trappen som deres forekomst i Gudenåen skulle antyde, og f.eks. helt, rimte, sandart, løje og brasen må nok stadig anses at have begrænset anvendelse af fisketrappen.

Siden efteråret 2004 har der været etableret en automatisk fisketæller i det øverste bassin i fisketrappen ved Tange. Tælleren måler fiskenes størrelse og hastighed, retning (op/ned) og tidspunkt, og gemmer et groft profilbillede af alle fisk over ca. 24 cm's længde. Det betyder, at man ikke kan afgøre hvilke arter der benytter trappen. I stedet må man basere et skøn på fiskenes størrelse, tidspunktet og tidligere undersøgelser.

På grund af fiskenes varierende svømmehastighed er det er højden (H) på fiskene der måles som udtryk for deres størrelse. Længden (L) beregnes herefter ved hjælp af en simpel formel, $L = 6H / 17$. Ved hjælp af denne omregning er alle fisk over 45 cm registreret som "laksefisk". Men foruden havørred og laks er der også andre store fisk som benytter trappen. Tidligere er der i 1994 og 1995 blevet foretaget fældeundersøgelser af alle fisk der benyttede fisketrappen /3/. Undersøgelserne viste dengang, at de største opvandrende fisk i trappen, foruden havørred og laks, var helt, aborre, sandart, skalle, brasen og flire. Men disse fisk, som stadig må formodes at benytte trappen, har sandsynligvis ikke haft nævneværdig indflydelse på optællingen af "laksefisk", afbildet i figur 5 nedenfor, fordi ørred og laks om efteråret praktisk taget er de eneste store opgangsfisk i trappen.

Fisketælleren har dokumenteret en forøget opgang i forhold til tidligere optællinger i fisketrappen /3,12,17/. I de seneste år er fisketrappen passeret af 3-10 gange flere laksefisk end for ti år siden (se figur 5). Dermed er der nu balance mellem udvandringen af smolt og opgangen af gydefisk forbi Tange. Årsagen til denne fremgang er særligt overraskende derved, at den faktisk sker på trods af, at udsætningerne af lakse- og ørredsmolt i mellemtiden er blevet flyttet nedstrøms for Tange, til strækningerne mellem Bjerringbro og Randers. Der burde dermed ikke komme laks op til Tange overhovedet, for de har ikke i smoltstadiet fået en prægning på denne del af Gudenåen. Så de laksefisk der ses i trappen er altså enten strejfere eller naturlige gydefisk som er ved at etablere sig ovenfor Tange.



Figur 5. Efterårsopgang af laksefisk gennem Tangetrappen i 1994-5 og 2004-6. Efterårsopgang er defineret som opstrøms vandrende fisk over 45 cm, der har passeret i perioden september-december. Data fra /3,12,17,18/.

Opgangen i trappen sker i tre markante bølger; forår (april-maj), sommer (juli-august) og efterår (september-december). Fiskenes størrelse varierer med vandringsperioden. En stor del af forårvandringen består af skaller og aborrer, der tidligere er set at vandre intenst i foråret /3/. De største fisk vandrer sidst på året, og denne vandringsbølge består overvejende af gydevandrende laks og havørred.

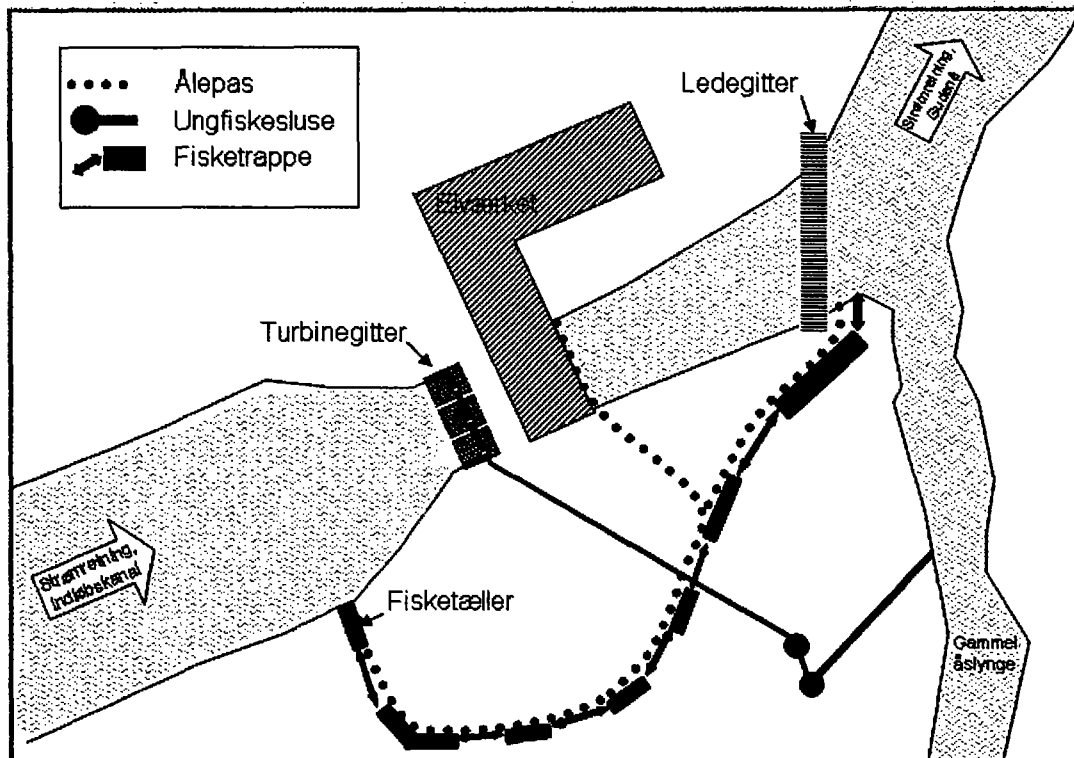
Fisketælleren har vist, at de mindste fisk (under 45 cm's længde) passerer op gennem trappen med en lavere gennemsnitlig hastighed (typisk under 1 m/s) end de større fisk (0,5-2 m/s), og at de små fisk udelukkende passerer når der er dagslys. Derimod passerer de større fisk også om natten /12/.

I 2005 og 2006 blev der registreret passage af i alt 2.692 og 4.829 fisk over 24 cm's længde i fisketrappen, men den reelle passage er langt større da størstedelen af de passerende fisk er så små at de undgår registrering (se afsnit 3.5).

Konsekvens

Uanset hvilken fremtidig passagemodel man vælger ved Tange, er det af hensyn til evaluering af faunapassager generelt vigtigt at etablere en overvågning som kan dokumentere de opnåede effekter. Fordelen ved at benytte den automatiske fisketæller, evt. i kombination med et undervandskamera er, er at den er meget ressourcebesparende i sammenligning med fiskefælder der skal tømmes manuelt.

Box 1: Fiskevejene ved Tange



Ved opstemningen findes flere forskellige tiltag til at hjælpe fiskene på vej forbi opstemningen:

Fisketrappen består af en række bassiner der er indbyrdes forbundet med modstrømstrappe-elementer. Fisketrappen modtager fast 150 l/s, og forbinder indløbskanalen med Gudenåen nedenfor værket. Trappen virker hydraulisk bedst for de største og mest svømmestærke fisk, såsom havørred og laks, og dårligst for små fisk. Flere arter, f.eks. helt, løje og sandart, benytter ikke trappen i forhold til deres hyppighed ovenfor og nedenfor trappen. Ved nedstrøms passage kan fiskene have svært ved at finde trappens indgang. Ved opstrøms passage kan strømhastigheden være et problem for de mindste fisk.

Ungfiskeslusen består af åbninger i turbinegitteret, der leder fiskene ned gennem et rørsystem til to hvilebassiner, hvorfra fiskene selv kan svømme ud i det gamle åløb. Ungfiskeslusen er kun passabel i nedstrøms retning, men den fungerer også for store fisk. Vandføringen varierer mellem 300 og 450 l/sek. Arter såsom helt, løje og sandart ses kun undtagelsesvis at benytte ungfiskeslusen.

Alepasset er kun beregnet for opvandrende små ål, der ikke kan svømme op gennem fisketrappen.

Turbinegitteret består af riste med 10 mm tremmeafstand, og er placeret foran turbinerne for at hindre de største fisk (over ca. 15 cm's længde) i at komme igennem. Nedstrøms vandrende fisk der standses af turbinegitteret kan passere gennem ungfiskeslusens åbninger.

Ledegitteret består af skråstillede riste med 20 mm's tremmeafstand, som er beregnet til at lede opvandrende fisk over til fisketrappen.

Ledegarn (ikke vist på tegningen) er garn, som i forbindelse med Gudenåcentralens forsøg på at optimere fiskenes orientering og passage, har været placeret foran fisketrappens to åbninger.

Fisketælleren er placeret øverst i fisketrappen, og tæller automatisk alle fisk som passerer trappen i begge retninger.

Gammel åslynge benyttes som frisluse ved særligt høje vandføringer i åen.

Ungfiskeslusen

Den senest etablerede fiskepassage ved Tangeværket er ungfiskeslusen, der består af et rørsystem der muliggør at fisk kan passere nedstrøms via Ø 30 cm udskæringer i turbinegitteret til bagvandet nedenfor værket. I hver af Tangeværkets tre turbinekamre er der en sådan åbning etableret i gitteret foran turbinen.

Der er 2005-07 gennemført optælling af hvilke fisk der passerer ungfiskeslusen i perioden april-maj. Antallet af vilde ørredsmolt har varieret fra 1.831 til 3.579 stk, og antallet af vilde laksesmolt fra 99 til 293 stk. Men det er meget andet end nedtrækkende ungfisk der benytter denne nedstrøms passage. De største fisk har været gedder og udgydte laks og havørred på op imod 90 cm's længde. Følgende arter er registreret: Ål, laks, havørred, aborre, flire, hork, gedde, skalle, løje, brasen, rudskalle, karusse, hundestejle, regnbueørred, helt, knude, rimte, grundling.

Ungfiskeslusen modtager mellem 300 og 450 l vand pr. sekund, og får dermed 2-3 gange mere vand end fisketrappen, der konstant løber 150 l/sek.

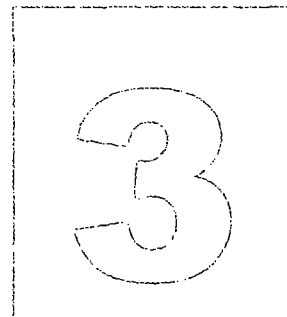
Da passagen gennem ungfiskeslusen i perioder er blevet undersøgt samtidig med optællinger i fisketrappen, kan man sammenligne arts- og størrelsesfordeling mellem nedstrøms vandrende fisk. Det viser sig, at 2-3 gange flere store havørred og laks benytter ungfiskeslusen end fisketrappen til nedstrøms vandring i perioden april-maj. Dette svarer til fordelingen af vandføringen mellem de to passageveje.

Samtidig giver sammenligningen mulighed for at vurdere hvor mange små fisk der passerer fisketrappen uden at blive registreret af fisketælleren. Optællingen i ungfiskeslusen har vist at ca. 95 % af de fisk der passerer, er under 25 cm's længde. Dermed er der grund til at antage at den registrerede årlige passage gennem fisketrappen er en størrelsesorden over det der fremgår af tælleren.

I dag har ungfiskeslusen et separat udløb i den gamle åslyng (se box 1). Fisk der søger opstrøms i ungfiskeslusen ender i en blindgyde når de kommer til de to runde hvilebassiner. Blev ungfiskeslusens udløb lagt sammen med udløbet fra fisketrappen, ville der komme en langt kraftigere vandstrøm (2-3 gange større vandføring) der bedre kunne lede fiskene hen til åbningen af trappen.

Konsekvens

Selv under de nuværende forhold er der med udgangspunkt i den allerede frigivne vandmængde til fiskepassage (indtil 600 l/sek) mulighed for væsentlige forbedringer af fiskenes orientering og passage af Tange-dæmningen, f.eks. gennem at samle udløbene fra ungfiskeslusen og fisketrappen.



Passagemæssig revurdering af modellerne

Miljø- og Fødevareministeriet har i rapporten "Gudenåens passage ved Tangeværket" foreslået ni forskellige modeller for en fremtidig faunapassage i Gudenåen ved Tange. Disse modeller blev sammenlignet på i alt 26 parametre inden for anlæg, naturindhold, friluftsliv, projekt- og samfundsøkonomi, næringsstoffer, samt natur- og kulturhistorie /1/. Modellerne er siden blev suppleret med yderligere to, herunder en fuldstændig restaurering af Gudenåens gamle forløb, det vil sige nedlæggelse af opstemningen der skaber Tange Sø /19,20/.

- De 11 modeller er detaljeret beskrevet i de ovennævnte rapporter, og vil her kun blive kort kommenteret hvis deres tidligere konsekvenser for fiske- og faunapassage kan ventes at ændres på baggrund af de nyeste undersøgelser. De nye resultater, som har betydning for at modellerne bør revurderes, er følgende:
- Opgangen gennem trappen er nu så stor at alle opvandrende laks og havørred, der under de nuværende forhold kan forventes at søge opstrøms til gydeområder ovenfor Tange Sø, lykkedes at passere igennem trappen /12/.
- Laksen har vist, at den kan gyde med succes i Tange Å, og dermed er det særlig vigtigt at Tange Å indgår i en samlet plan for forbedret fiskepassage i Gudenåen /18/
- Trappen tillader passage for stort set alle de fiskearter der lever i sø og vandløb nedenfor og ovenfor opstemningen /3,12/.
- Den nedstrøms passage er god for alle arter, dels gennem fisketrappen, dels gennem ungfiskeslusen. /3,12/.
- Den opstrøms passage er god for de fleste arter, men f.eks. sandart, løje og helt's forekomst i fisketrappen svarer ikke til deres forekomst i åen nedenfor værket /3/.
- Laksesmoltens dødelighed i den opstemmede sø er meget høj, omkring 90 %, så de laks der gyder opstrøms Tange, vil kun i sammenhæng med succesfuld gydning andre steder, og med støtte af de massive lakseudsætninger

i den nedre del af Gudenåen, kunne opretholde en bestand på længere sigt /16/.

- Ørredsmoltens dødelighed er lige så stor som laksens, men (bæk- og sø-) ørreder er i modsætning til laks i stand til at gennemføre livscyklus i ferskvand. Bæk- og søørredbestandene i tilløbene til Tange Sø er stærke og modtager fortsat genetisk input fra havørred som det lykkes at finde tilbage og gyde ovenfor opstemningen. Åens samlede ørredbestand (bæk-, sø- og havørred) ovenfor Tange er i dag naturligt selvreproducerende, men vil kunne forstærkes ved etablering af et omløb.
- Smoltens dødelighed under sø-passage er høj, omkring 90 %, og er uafhængig af vandringslængde.
- Smoltens forsinkelse under sø-passage afhænger af vandringslængde, men er selv under meget korte vandringslængder (under 1 km sø-passage) på omkring 5 dage.

De passagemæssige overvejelser og konklusioner som på dette nye grundlag kan knyttes til de foreslåede modeller, er følgende:

Model 0 – Eksisterende forhold

Under de eksisterende forhold er der god op- og nedstrøms passage for de fleste arter, men begrænset opstrøms passage for f.eks. løje, sandart og helt, samt forsinkelse og dødelighed for de nedvandrende smolt. Her er det eksisterende sømiljø prioriteret over vandløbsmiljøet.

Model 1 og 2 – Lange omløbsstryg fra Kongensbro

Disse modeller vil løse passageproblemerne for en stor del af Gudenåens fisk, men vil muligvis forværre passageforholdene til og fra Tange Å. Tange Sø vil blive isoleret fra resten af vandsystemet, især hvis der af hensyn til smoltene etableres afgitring ved Gudenåens indløb til søen. Det vil være nødvendigt at opretholde nuværende fiskepassager ved Tangedæmningen for at sikre vandrevejene til og fra Tange Å.

Model 3 – Kort omløbsstryg

Denne model vil løse passageproblemerne for alle fisk ved selve dæmningen. Modellen skaber fri bevægelighed for arter som i dag ikke fuldt ud anvender fisketrappen (f.eks. løje, sandart og helt). Men der vil vedvarende være en stor sø med rovfisk og fugle, som medfører at de nedvandrende lakse- og ørredsmolt ædes og forsinkes. Her er det eksisterende sømiljø prioriteret over vandløbsmiljøet, men faunaens passageveje er fuldt restaureret.

Model 4, 5, 6, 7 og 11 – Mellemlange omløb

Disse modeller vil løse passageproblemerne for en stor del af Gudenåens fisk, men vil muligvis forværre passageforholdene til og fra Tange Å. Modellerne skaber fri bevægelighed for arter som i dag ikke fuldt ud anvender fisketrappen (f.eks. løje, sandart og helt). Men modellerne vil medføre, at Gudenåen mellem Ans og Kongensbro vil få sølignende karakter med næsten stillestående vand, hvor rovfisk og fiskeædende fugle fortsat vil kunne gøre indhug i de nedvandrende smolt. Ligeledes vil der kunne opstå forsinkelse af de nedvandrende smolt. Det vil være nødvendigt at opretholde nuværende fiskepassager ved Tangedæmningen for at sikre vandrejse til og fra Tange Å. Modellerne forværrer passageforholdene til Tange Å, og isolerer Tange Sø fra resten af vandsystemet, især hvis der af hensyn til smoltene etableres afgitring ved Gudenåens indløb til søen.

Model 10 – Restaureret Gudenå

I denne model vil der blive genskabt naturlige passageveje for fiskene, og restaureringen af Gudenåen vil med tiden kunne give et vandløb med stor rekreativ værdi. Her er vandløbsmiljøet prioriteret over sømiljøet. Søens fisk vil under afvandingsperioden kunne skabe "trængsel" i Gudenåen, og en opfiskning bør derfor overvejes.

Konsekvens

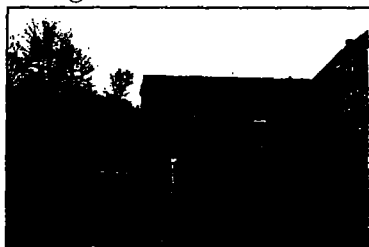
De senest gennemførte undersøgelser viser, at der kan forventes nye eller ikke tidligere overvejede, negative effekter af de foreslåede løsningsforslag med lange og mellemlange omløbsstrøg. Med fortsat høj dødelighed og betydelig forsinkelse af smolten er det tvivlsomt om disse projekter vil kunne levere den forventede passageforbedring. Samtidig vil forholdene forværres for Tange Å, hvor laksen allerede har vist, at den gerne vil gyde.

Box 2: Opstemninger i Gudenåen

Alene i Gudenåens hovedløb findes 7 opstemninger, som alle skaber søer, der ligesom Tange Sø må forventes at påvirke smoltens dødelighed i betydeligt omfang:

Tange:

Opstemningens højde: ca. 9 m.
Fiskepassage: åle-
pas, ungfiskesluse,
fisketrappe.



Silkeborg:

Opstemningens højde: ca. 2,5 m.
Fiskepassage: stryg
på ca. 150 m, der
modtager hele
vandføringen.



Ry:

Opstemningens højde: ca. 1,5 m.
Fiskepassage: om-
løbs-stryg på ca.
400 m, der modta-
ger ca. 30 % af
vandføringen.



Klostermølle:

Opstemningens højde: ca. 1,5 m.
Fiskepassage: åle-
pas, fisketrappe,
omløbsstryg i
gamle åløb.



Vilholt:

Opstemningens højde: ca. 2,5 m.
Fiskepassage:
ålepas.



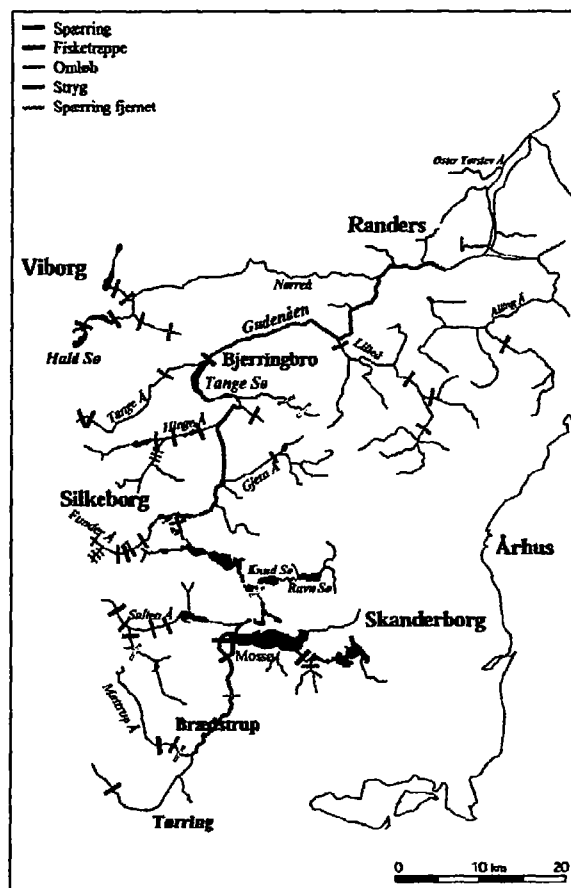
Vestbirk:

Opstemningens højde: ca. 5 m.
Fiskepassage:
ålepas, omløbs-
stryg i gamle åløb.

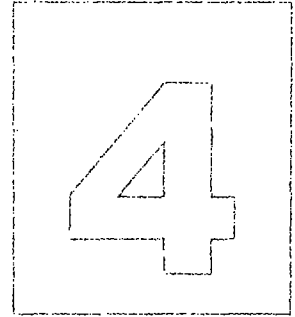


Hammer Mølle:

Opstemningens højde: ca. 3 m.
Fiskepassage:
ålepas, fisketrap-
pe, omløbsstryg.



Kort over opstemninger med potentiale for forhøjet smoltdødelighed i Gudenåens hoved- og sideløb. Status fra 2004. Kort fra /26/.



Habitatdirektivet

To nyere EU-direktiver kan forventes at få særlig stor betydning for Gudenåens fremtidige miljøtilstand.

Det ene, Habitatdirektivet, blev vedtaget i 1992 med det formål at sikre den biologiske mangfoldighed i Europa. Medlemslandene forpligtede sig derved til at sikre arter og habitater en såkaldt "gunstig bevaringsstatus". En arts bevaringsstatus anses for 'gunstig', når:

- "data vedrørende bestandsudviklingen af den pågældende art viser, at arten på langt sigt vil opretholde sig selv som en levedygtig bestanddel af dens naturlige levesteder", og
- "artens naturlige udbredelsesområde hverken er i tilbagegang, eller der er sandsynlighed for, at det inden for en overskuelig fremtid vil blive mindsket", og
- "der er og sandsynligvis fortsat vil være et tilstrækkeligt stort levested til på langt sigt at bevare dens bestande."

Fiske som kræver opmærksomhed

De nulevende fiskearter der i Danmark er omfattet af Habitatdirektivets liste over dyrearter, hvis bevaring kræver særlig opmærksomhed, er i forbindelse med Gudenåen lampretter (hav- flod- og bæk-), stavsild, laks og stalling.

Stallingen findes ovenfor Mossø, men er ikke rapporteret i Gudenåens vandsystem nedenfor opstemningen ved Klostermølle. Laks findes både ovenfor og nedenfor Tangeværket, men er ikke rapporteret ovenfor opstemningen ved Silkeborg. Hverken laks eller stalling indgår imidlertid i udpegningsgrundlaget for habitatområder i Gudenåen.

Bæklampretten er en ferskvandslevende art som ikke foretager længere vandringer, udover, at den under gydningen opsøger lysåbne, og sandede bundsubstrater i vandløbene. Den nationale bevaringsstatus for bæklampret vurderes p.t. at være gunstig, selv om det foreliggende datagrundlag er utilstrækkeligt /27/. På det lokale niveau er bæklamprettens krav til levested at den kan passere frit op og ned

gennem vandløbet. Passagespærringer, som også kan bestå af fiskepassager som ikke er udformet så lampretter kan anvende dem, kan derfor anses for at være i modstrid med at sikre bæklampretter en gunstig bevaringsstatus /27/. Bæklampret findes både op- og nedstrøms for Tangeværket, men der foreligger ikke data som kvantificerer artens udbredelse og tæthed.

Havlampretter og flodlampretter vandrer meget. De lever først som bundlevende larve et par år i vandløbene inden de vandrer til havet hvor de overgår til at leve parasitisk på andre fisk. Efter et par år i havet søger de tilbage til gruset-stenede partier af vandløbene hvor de lægger deres æg i gydebanks der minder en del om laksefiskenes. Havlampretterne er ikke længere særlig udbredt i Gudenåsystemet, men de påtræffes ind imellem i Randers Fjord under deres gydevandring. Flodlampretter er fundet ovenfor Tangedæmningen /18/, men dens præcise udbredelse i Gudenåsystemet er ukendt.

Stavsild er ligeledes en ferskvandsgydende saltvandsfisk, der en gang imellem rapporteres fra Randers Fjord, men dens udbredelse i Gudenåen er ikke kendt.

De særligt udpegede bevaringsområder, som omfatter Gudenåen og dens opland, er vist i tabel 1. Det fremgår af tabellen, at der i Gudenå-Randers Fjord systemet skal tages særlige hensyn til bl.a. bæklampret, havlampret, flodlampret, og stavsild.

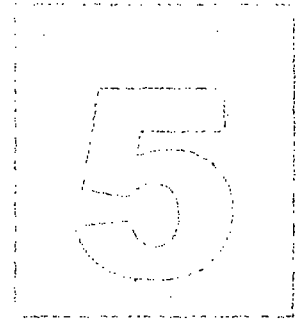
Tabel 1. EU-habitatområder med forbindelse til Gudenåen.

Område	Lokalitet	Udpegningsgrundlag
14	Ålborg Bugt, Randers Fjord og Mariager Fjord	Havlampret, flodlampret og stavsild, og bl.a. odder og spættet sæl
45	Gudenå og Gjern Bakker	Ingen fisk, men bl.a. damflagermus og odder
48	Salten Å, Salten Langsø, Mossø og søer syd for Salten Langsø og dele af Gudenå	Bæklampret og bl.a. damflagermus og odder
49	Sepstrup Sande, Vrads Sande, Velling Skov og Palsgård Skov	Bæklampret og bl.a. damflagermus og odder
65	Store Vandskel, Rørbæk Sø og Tinnest Krat	Bæklampret, men ingen pattedyr
66	Uldum Kær, Tørring Kær og Ølholm Kær	Bæklampret, men ingen pattedyr
181	Silkeborgskovene	Ingen fisk, men bl.a. odder

Bevaringsstatus er ukendt for de fleste danske fiskearter, der er relevante i Natura-2000 sammenhæng /27/, og dette gælder specielt for lampretter og stavsild, som er de arter der er anvendt som udpegningsgrundlag for områder ved Gudenåen. Sammenfattende må det konkluderes, at datagrundlaget er meget spinkelt for en vurdering af Gudenåens habitatarter for så vidt angår fiskene. Der foreligger ikke kvantitative data der kan belyse arternes bevaringsstatus, og før disse data indsamles, vil en vurdering ikke kunne gennemføres med god faglighed.

Konsekvens

Den nuværende overvågning af habitatområderne er ikke tilstrækkelig til at vurdere fiskebestandenes bevaringsstatus. En egentlig monitoring af fiskefaunaen i habitatområderne bør derfor iværksættes.



Vandrammedirektivet

Det andet EU-direktiv, der kan forventes at få særlig stor betydning for Gudenåens fremtidige miljøtilstand, er Vandrammedirektivet, som skaber en overordnet ramme for beskyttelsen af vandløb og søer, kystvande og grundvand.

Sigte

Formålet med vandrammedirektivet er at sikre beskyttelse af overflade- og grundvand. Dette skal primært ske ved:

1. at forebygge yderligere forringelse, og beskytte og forbedre vandøkosystemernes tilstand.
2. at fremme bæredygtig vandanvendelse baseret på langsigtet beskyttelse af tilgængelige vandressourcer.

Det overordnede mål er, at alle vandområder inden 2016 skal have opnået hvad der betegnes som en "god økologisk tilstand" eller et "godt økologisk potentiale", afhængigt af om vandområdet er naturligt, stærkt modificeret eller kunstigt. Hvis tilstanden i overfladevand eller grundvand er forringet, skal medlemslandene foretage forbedringer.

Kvalitetslementer

For overfladevand betyder det først og fremmest at der skal være gode livsbetingelser for dyr og planter. Den menneskelige påvirkning af dyr og planter må kun føre til mindre afvigelser i artssammensætning og individantal i forhold til hvad man ville kunne finde under upåvirkede forhold (tabel 2). Overfladevandets tilstand beskrives i kategorierne høj, god, moderat, ringe eller dårlig, hvor skillelinjen mellem acceptabel og ikke-acceptabel tilstand ligger mellem god og moderat.

I vandløb og søer er tilstandsvurderingen baseret på biologiske kvalitetslementer (fisk, invertebrater og vandplanter), der hver især skal leve op til en række generelt formulerede krav for at tilstanden kan karakteriseres som tilfredsstillende. Som supplement hertil anvendes også hydromorfologiske og fysisk-kemiske kvalitetslementer. Hvor grænsen mellem "god" og "moderat" skal trækkes er i skrivende stund ikke afgjort, og afklaringen er foreløbigt forsinket med mere end ét år.

Danmark deltager p.t. i interkalibreringer med de øvrige europæiske lande for at få trukket denne grænse på et ensartet grundlag.

Tabel 2. Vandrammedirektivets definition af fiskenes tilstandsklasser i søer. "Høj" svarer til en upåvirket referencetilstand, mens grænsen mellem "god" og "moderat" er skillelinje for om tilstanden er acceptabel eller ej.

Element	Høj tilstand	God tilstand	Moderat tilstand
Fisk	Artssammensætning og -tæthed svarer fuldstændig eller næsten fuldstændig til uberørte forhold. Alle typespecifikke miljøfølsomme arter forekommer. Fiskesamfundenes aldersstruktur viser næsten ikke tegn på menneskeskabt forstyrrelse og indicerer ikke manglende reproduktion eller udvikling for nogen bestemt art.	Der er i forhold til de typespecifikke samfund svage ændringer i artssammensætning og -tæthed som følge af menneskeskabte påvirkninger af fysisk-kemiske eller hydromorfologiske kvalitetselementer. Fiskesamfundenes aldersstruktur viser tegn på forstyrrelse som følge af menneskeskabte påvirkninger af fysisk-kemiske eller hydromorfologiske kvalitetselementer og indicerer i nogle få tilfælde manglende reproduktion eller udvikling for en bestemt art, idet nogle aldersklasser eventuelt ikke forekommer.	Fiskearternes sammensætning og tæthed afviger i mindre grad fra de typespecifikke samfund som følge af menneskeskabte påvirkninger af de fysisk-kemiske eller hydromorfologiske kvalitetselementer. Fiskesamfundenes aldersstruktur viser betydelige tegn på forstyrrelse som følge af menneskeskabte påvirkninger af de fysisk-kemiske eller hydromorfologiske kvalitetselementer, idet en vis andel af de typespecifikke fiskearter ikke forekommer eller har en meget lav tæthed.

Konsekvens

Det er i skrivende stund ikke defineret hvor skillelinjen mellem *god* og *moderat* tilstand/potentiale vil blive trukket og hvordan fiskesamfundene konkret skal inddrages i vurderingen. Derfor er det i bedste fald yderst usikkert at vurdere hvorvidt passagemulighederne forbi Tangeværket og Tange Sø er eller vil være tilstrækkelige til at opfylde vandrammedirektivets krav.

Box 3:

Hvad er kontinuitet og hvad forstås ved *fri passage*?

I vandrammedirektivet er vandløbets kontinuitet et selvstændigt punkt under de hydromorfologiske kvalitets-elementer, og er under "høj" økologisk tilstand defineret med: "*Vandløbets kontinuitet forstyrres ikke af menneskelig aktivitet og muliggør akvatiske organismers ubindrede vandring samt sedimenttransport*". For "god" og "moderat" tilstand henvises i direktivet til "*Forhold svarende til hvad der er specificeret ovenfor for de biologiske kvalitetslementer*". Dette indebærer, at hvis den biologiske tilstand ikke afviger fra upåvirkede forhold, kan manglende kontinuitet i vandløbet anvendes til at klassificere det som værende i "god" fremfor i "høj" tilstand.

Som begreb er kontinuitet svagt defineret i vandrammedirektivet. Direktivet uddyber ikke hvad der ligger i at *muliggøre* akvatiske organismers ubindrede vandring, og endnu er der ikke kommet en afklaring eller præcisering i de vejledende dokumenter fra EU. Samtidig ser man i debatten i DK ofte at der sættes lighedstegn mellem "kontinuitet" og "fri passage".

"Fri passage" er et udtryk man igennem årtier har brugt som mantra for at forbedre fiskenes og den øvrige faunas naturlige vandring og spredning i vandløbene. Men ligesom "fri passage" i 1970-erne motiverede opførelsen af hundredvis af danske fisketrapper, der alene kunne benyttes af laksefisk, og i 1990-erne på samme måde blev anvendt som argument for at fjerne trapperne og erstatte dem med omløbsstryg, der kunne bruges af alle fiskearter, så kan man i 2007 se "fri passage" benyttet som begrundelse for krav om fjernelse af alle opstemninger i vandsystemerne. For at undgå spild af ressourcer i forbindelse med de stadige udvidelser af miljøkravene i retning mod oprindelige naturlignende tilstande, vil det nok være gavnligt at skabe klarhed om begrebet, mål og midler. Fri passage er i endnu højere grad end kontinuitet et udtryk der savner en klar definition.

Hvis man vælger at sige, at der ikke eksisterer acceptabel kontinuitet så længe der i vandsystemerne findes menneskeskabte opstemninger eller lignende fysiske indgreb som medfører at visse fisk i højere grad end ellers bliver ædt af andre, så vil størstedelen af Europas vandsystemer skulle betegnes som diskontinuerlige. Modsat, hvis man accepterer at opstemninger påvirker fiskefaunaens sammensætning og aldersstrukturer i et væsentligt omfang, så vil det blive meget svært at anvende fisk som indikatorer for øvrige miljøpåvirkninger, fordi disse muligvis vil blive overskygget af diskontinuitets-effekter. Under alle omstændigheder er man nødt til at præcisere hvad der menes med kontinuitet og give anvisning på hvordan det kvantificeres. Ellers vil man få store problemer med at håndtere acceptgrænserne for dette kvalitetslement. Og hvordan skal et vandløb kunne restaureres hen imod den oprindelige (kontinuerlige) naturtilstand, hvis man ikke kan opstille målbare kriterier som man kan styre restaureringsprojektet med?

Eksemplet fra Gudenåen og Tange Sø viser, at man i konkrete tilfælde kan blive nødt til at definere hvilken smoltdødelighed og forsinkelse der er acceptabel. Søens rovfisk og fugleliv tager en meget stor del af smoltene der forsøger at passere. Spørgsmålet er, om problemet er større i den opstemmede Tange Sø end i en naturlig sø? Og hvordan ser det ud ved Gudenåens andre stemmeværker? Undersøgelser af smoltdødeligheden i naturlige vandsystemer og søer ville formodentlig kunne give en idé om hvor grænsen for acceptabel kontinuitet bør ligge.

Den integrerede økologiske og økonomiske planlægning for hele afstrømningsområder (oplande) er en af de vigtige hjørnesten i vandrammedirektivet. I de seneste vejledende EU-dokumenter om implementeringen /22/ er det således forklaret, at vandløbs kontinuitet generelt bør restaureres på basis af hele afstrømningsområder eller del-oplande hertil, og ikke for de enkelte vandområder eller lokaliteter. Dette princip er således med til at sikre, at de mest betydelige hydromorfologiske anvendelsesområder og interesser (vandkraft, sejlads og oversvømmingsrisiko) inddrages i vandplanlægningen /22/.

Ovennævnte betyder i forhold til vandløbskontinuiteten (og dermed også fiskepassagen) ved Tangeværket, at den skal tænkes ind i en samlet, integreret planlægning for hele Gudenåens kontinuitet. Ligesom to medlemslande ikke kan have forskellige vurderinger af samme vandløb, der danner grænse for de to lande, skal man indenfor landenes grænser sørge for at de samme sæt vurderingskriterier anvendes på ensartede typer af vandløb. En vurdering af forholdene ved Tange skal vurderes på lige fod med forholdene ved de øvrige opstemninger, diger og vandkraftanlæg i vandsystemet. De øvrige opstemninger i Gudenåens hovedløb er beskrevet i box 2. Man kan med vandrammedirektivet anskue opstemningen ved Tange som en del af Gudenåens samlede problem med manglende kontinuitet, men ikke som et isoleret, lokalt fænomen.

Konsekvens

Tangedæmningen kan ikke anskues som et enkeltstående problem, men bør behandles i sammenhæng med en samlet plan for alle Gudenåens opstemninger, og for dens sags skyld alle andre opstemninger i Danmark og Europa. Smoltdødeligheden i den opstemmede Tange Sø, der i dag er hovedproblemet omkring fiskepassagen, skal altså behandles på samme måde ved andre Gudenå-opstemninger i Silkeborg, Ry, Klostermølle med flere, ligesom ved øvrige danske opstemmede søer.

Naturlige, kunstige og stærkt modificerede vandløb

Vandsystemet er af amterne i den indledende analyse, basisanalysen, blevet inddelt i vandområder, som er enten "naturlige", "kunstige" eller "stærkt modificerede". Tange Sø er her således blevet kategoriseret som et "stærkt modificeret" vandområde. Denne indledende kategorisering er ikke endelig, men vil skulle revurderes i forbindelse med udformningen af vandplanerne i 2009. Til den tid skal der gennemføres en udpegningstest, hvorunder restaureringstiltag som kan sikre "god tilstand" skal analyseres nærmere for deres samlede samfundsmæssige og økologiske effekt.

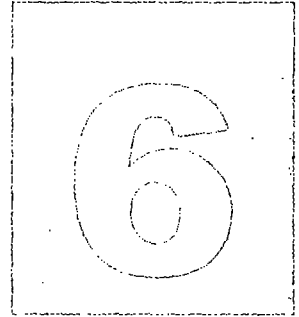
At karakterisere et vandområde som "stærkt modificeret" kan ikke bruges til at krybe udenom de høje økologiske miljømål, fordi "godt økologisk potentiale" i sig selv er vanskeligt at opnå. Karakteriseringen som "stærkt modificeret" kan i nogle tilfælde hjælpe til at beskytte bredere miljøinteresser, f.eks. når et indgreb ville føre til ødelæggelse af værdifulde miljøer. De officielle retningslinjer fra EU /23/ giver et direkte eksempel herpå: "Fjernelse af en opstemning eller dæmning kan for eksempel have betydelige økologiske (f.eks. biodiversitet) eller historiske (gamle vandmøller) skadevirkninger, som i nogen tilfælde kan undgås ved en udpegning som stærkt modificeret".

I forbindelse med stærkt modificerede overfladevandområder anvendes kvalitets-elementerne for den kategori af overfladevand, der ligner det pågældende vand-område mest. Mellem Kongensbro og Tange skal Gudenåen derfor bedømmes ud fra en tilstand som sø.

De vejledende definitioner for fiskesamfundenes tilstandsklasser i søer og vandløb er næsten identiske i ordlyd (tabel 2). Det fremgår, at forskellen mellem god og moderat tilstand er ganske små, og især går på tilstedeværelse eller fravær af type-specifikke arter.

Vandløbs og søers økologiske tilstand altså primært vurderes på baggrund af tilstanden af plante- og dyresamfundet, og kontinuitet finder især anvendelse til adskillelse af "høj" og "god" økologisk tilstand (se box 3). Da planter og invertebra-ter er mindre påvirkelige af vandløbets kontinuitet end fiskerne er, er det mest lo-gisk at spørgsmålet om tilfredsstillende eller ikke-tilfredsstillende kontinuitet skal besvares med afsæt i fiskesamfundet (se kapitel 6).

I forbindelse med en vurdering af Gudenåens kontinuitet er det væsentligt at få foretaget en beskrivelse af fiskefaunaens sammensætning på arter, tætheder og al-derstruktur på begge sider af hovedløbets opstemninger. En sådan status for fi-skebestanden vil kunne tjene som grundlag for at vurdere opstemningernes nuvæ-rende effekt på den økologiske tilstand. Men det er et datagrundlag, som i nogen grad mangler i dag.



Gudenåens fiskepassage-status

Datagrundlag

Da Tange Sø i vandrammedirektivets basisanalyse er karakteriseret som en stærkt modificeret sø, skal den ikke sammenlignes med et vandløb, men med en naturlig sø af samme type. Kravene til fiskefaunaen i en stærkt modificeret sø er, at der højst må være "...svage ændringer i artssammensætning og -tæthed..." og "...tegn på forstyrrelse af aldersstrukturen..." (tabel 2). Hvordan man oversætter denne tekst til målelige, konkrete værdier for fiskefaunaen, er ikke endeligt fastlagt endnu. Den følgende gennemgang er et forsøg på at besvare disse spørgsmål.

Ligesom vandløbsfiskene skal have mulighed for at vandre ind i søen fra både op- og nedstrøms side, skal søens fisk kunne komme ud i vandløbet og tilbage igen. Derfor må der højst være svage ændringer i artssammensætning og -tæthed ovenfor og nedenfor dæmningen. Der findes meget få data på fisketæthederne, mens artssammensætningen er lidt bedre belyst. I Gudenåkomiteens rapport fra 2004 /28/ er givet artslistor for fiskefaunaen i Tange Sø og i Gudenåen nedenfor (1998-2001), disse sammenlignes i tabel 3 med Danmarks Fiskeriundersøgelser's registreringer fra 1995-96 i fisketrappen /3/.

Det ses af tabel 3, at der er fundet 10 arter i Tange Sø, mens der er fundet 17 arter i fisketrappen, og 18 arter i Gudenåen nedstrøms dæmningen. De gamle fiskedata illustrerer, at de fleste arter der træffes umiddelbart oven- og nedenfor dæmningen, også kan træffes i fisketrappen.

Datagrundlaget er dog ikke sammenligneligt med hensyn til indsamlingens årstid, tidspunkt og metodik, og desuden er ikke relevant at sammenligne data fra en sø med data fra et vandløb. Det ville have været bedre at kunne sammenligne fiskebestandene over større dele af vandsystemet (omfattende både sø og vandløb), ovenfor og nedenfor dæmningen, på samme årstider og med udgangspunkt i standardiserede metoder. Imidlertid er søens fiskebestand ikke undersøgt i nyere tid, og der foreligger kun sporadiske nyere data som kan bruges i en vurdering af artssammensætningen efter gennemførelsen af de seneste passageforbedrende tiltag (ledegitre, turbineafgitteringer og ungfiskesluser).

Tabel 3. Faunalister fra gamle fiskeundersøgelser i Tange Sø, i fisketrappen, og i Gudenåen nedstrøms Tange /3, 28/.

Art	Tange Sø ^{/28/}	Fisketrappen ^{/3/}	Gudenåen nedstrøms ^{/28/}
3-pigget hundestejle	-	-	+
9-pigget hundestejle	-	-	+
aborre	+	+	+
brasen	-	+	+
flire	-	+	+
gedde	+	+	+
grundling	-	+	+
helt	+	+	+
helting	+	-	-
hork	-	+	+
karuds	-	+	-
knude	-	+	-
laks	+	+	+
løje	+	+	+
regnbueørred	-	+	-
rudskalle	-	+	-
sandart	+	+	+
skalle	+	+	+
smelt	-	-	+
suder	-	-	-
ørred	+	+	+
ål	+	+	+
bæklampret	-	-	-
flodlampret	-	-	+
havlampret	-	-	+

Konsekvens

For at kunne bedømme fiskefaunaen i Tange Sø i forhold til Vandrammedirektivets tilstandsklasser er man nødt at foretage en sammenligning af faunaen op- og nedstrøms dæmningen. Hertil skal anvendes standardiserede fiskeundersøgelser. I dag mangler, foruden evalueringsmetoder og acceptgrænser, et sammenligneligt datagrundlag på fiskefaunaen.

Smolt dødeligheden i naturlige søer

Med hensyn til det store tilbageværende problem for fiskepassagen ved Tange, smolt dødeligheden, så følger det af udpegningen som stærkt modificeret sø, at smoltens passage af Tange Sø skal sammenlignes med forholdene i en naturlig sø, ikke med forholdene i et naturligt vandløb.

Vurderingen går altså på om smolten kan finde vej igennem den kunstige sø, sammenlignet med en anden sø af samme størrelse og type. Nu er der ikke lavet undersøgelser ved alle de andre søer i Gudenåsystemet, men undersøgelser har vist at 99 % af smoltene forsvinder på den mindre opstemmede strækning gennem Mossø til Silkeborgsøerne /7,8/. Fra Mossø til Silkeborgsøerne løber Gudenåen igennem de opstemmede søer Ry Møllesø og Brassø, og selv om der samlet er et længere sø-forløb (ca. 25 km) end ved Tange (ca. 11 km) er den opstemmede del mindre (ca. 4 m's opstemning ved Ry og Silkeborg, se box 2).

Men data på smoltdødeligheden savnes fra naturlige søer, der gennemløbes af større vandløb. I det øvre hovedløb af Kongeåen er der lavet undersøgelser i den 27 ha store Søgård Sø (1,8 km mellem ind- og udløb), hvor smolttabet blev estimeret til mellem 60 og 90 % (oplysning fra Danmarks Fiskeriundersøgelser). Selvom den naturlige (ikke opstemmede) Søgård Sø er væsentlig mindre end Tange Sø, er den naturlige smoltdødelighed altså alligevel i samme størrelsesorden.

Konsekvens

Vurderet ud fra eksisterende data for smoltdødeligheden i andre, mere naturlige søer i Gudenåsystemet, er der ikke noget der tyder på at dødeligheden ved Tange Sø er væsentlig større, snarere tvært imod. Men der savnes sammenlignelige data fra store, naturlige søer.

Fiskepassage ved Gudenåens opstemninger

Gudenåens mange opstemninger har uden tvivl haft betydning for fiskenes muligheder for at vandre rundt i systemet. Opstemningerne har mindsket den naturlige udveksling af arter og fiskebestande i hele vandsystemet så fiskene oftest kun har haft mulighed for nedstrøms passage over stemmeværkerne. Især den opstrøms (=modstrøms) passage er blevet kraftigt begrænset. Har forureninger udryddet en lokal bestand på den opstrøms side af en impassabel opstemning, har arten stort set kun via menneskers mellemkomst (f.eks. via udsætning og omflytning) haft mulighed for at rekolonisere lokaliteten.

Mange mindre opstemninger har dog været opstrøms passable i korte perioder hvor der er givet frivand gennem aflastningssluser. Ved meget høje vandføringer, ved isløsning og i forbindelse med vedligeholdelse af opstemningsanlæggene har man været tvunget til at lade vandet løbe udenom opstemningen, dvs. anvende frislusen, hvorved fisk i en periode har haft mulighed for opstrøms passage. Disse sporadiske passage-situationer har ikke været tilstrækkelige for arter hvis livscyklus er betinget af en tilbagevendende årlig vandring op og ned ad vandløbene, som f.eks. laks og havlampretter (obligate vandrefisk). Derfor er det de obligate vandrefisk der er gået mest markant tilbage ved opførelse af spærrende opstemninger. Øvrige fiskearter har i højere grad kunnet klare sig med kun lejlighedsvist at kunne bevæge sig rundt i vandsystemet.

Driftsforholdene ved de historiske stemmeværker i Gudenåen er ikke vel beskrevne, og det er vanskeligt at vurdere i hvilken grad de konkrete opstemninger har haft en faunaspærrende effekt i historisk tid. Derfor kan det være svært at afgøre om en opstemning kan siges at begrænse udbredelsen for en given fiskeart. Ved at sammenligne fiskefaunaen ovenfor og nedenfor opstemningerne kan man imidlertid anvende den nuværende artsforekomst som udtryk for anlæggets spærrende ef-

fekt. Hvis en art kun forekommer på den ene side af en opstemning, er der således en reel mulighed for, at det netop er opstemningen der er årsag til den diskontinuerlige forekomst. -I et forsøg på at skabe et sammenligningsgrundlag for faunapassagen ved opstemningerne i Gudenåen er der i tabel 4 herunder opført, hvilke særligt sårbare arter der har en sådan diskontinuerlig forekomst ovenfor og nedenfor hovedløbets opstemninger.

Tabel 4. Forekomst af sjældne eller truede vandløbsfisk i hovedløb og i tilløb til Gudenåen, på strækningerne mellem opstemningerne. Arterne er optaget på en Natura 2000-relevant liste eller er på anden måde relevante i forhold til vurdering af opstemningers spærrende effekt. "Ja" eller "nej" angiver om en fiskeart findes både op- og nedstrøms for den givne opstemning. Hvis feltet er tomt er arten hverken registreret ovenfor eller nedenfor. Data fra gældende udsætningsplaner (<http://gis.dfu.min.dk/website/udsfsk/viewer.htm>) samt WaterFrames artsdatabase.

	Hammer Mølle	Vestbirk	Vilholt	Klostermølle	Ry	Silkeborg	Tange
Bæklampret ¹	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Flodlampret ³						nej	ja
Havlampret ³							
Elritse		nej	nej				
Smerling						nej	nej
Rimte						nej	ja
Laks ³						nej	ja
Stalling ²	nej	ja	ja	nej			
Ørred	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja
Knude	nej	nej	ja	ja	ja	ja	ja
Stavsild ³							
Ål	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Med kun 4 af 8 sårbare vandløbsarter tilstede på begge sider af opstemningen ved Silkeborg Papirfabrik er det tilsyneladende denne opstemning der skaber størst diskontinuitet i Gudenåens hovedløb. Af de øvrige opstemninger i Gudenåen er der mindst diskontinuitet ved opstemningen i Ry, hvor alle (4) arter findes både op- og nedstrøms. Det skal bemærkes at smerlingen som i dag kun forekommer i Gjern Å, et tilløb til Gudenåen mellem Silkeborg og Ans, aldrig er blevet registreret som del af fiskefaunaen opstrøms for Silkeborg eller nedstrøms for Tange. I praksis er det derfor usandsynligt at en forbedret faunapassage ved Tange vil føre til at smerlingen får en større udbredelse i Gudenåen.

Forekomsten af havlampret og stavsild i Gudenåen er i dag som tidligere begrænset, og selv så langt tilbage som i begyndelsen af 1900-tallet forelå der ingen observationer af stavsild og kun ét officielt fund af havlampret i Gudenåen /23,24/. Dette er formodentlig årsagen til, at ingen af arterne er medtaget som udpegningsgrundlag for nogen af de ferske Natura 2000-områder i Gudenåen (se tabel 4).

¹ Art hvis bevaring kræver udpegning af særlige bevaringsområder. Habitatdirektivets bilag II.

² Art som p.t. er medtaget på Skov og Naturstyrelsens liste over Natura 2000-arter (http://www.skovognatur.dk/Emne/Natura2000/Arter_habitat/Natura_2000_fisk.htm)

Arternes udbredelse afhænger ikke kun af spærringer, men er også knyttet til deres habitatpræferencer. For eksempel afhænger stallingens forekomst i den øvre Gudenå og rømtens forekomst i den nedre Gudenå i høj grad også af arternes krav til strømhastighed, temperatur og bundsubstrat.

Det skal sluttelig bemærkes, at tilstedeværelse eller fravær af en given art ikke er den eneste faktor som kan benyttes til at vurdere vandløbs kontinuitet. Ligeledes kunne individtæthed og aldersstruktur tilføjes i vurderingen af vandløbs kontinuitet. Men her er en sammenligning umiddelbart kun mulig for én art, ørred, og data foreligger ikke elektronisk tilgængeligt på nettet, og er derfor ikke søgt oparbejdet i denne rapport.

Konsekvens

Betegnelsen *godt økologisk potentiale* indebærer at forekomsten af fisk og øvrig fauna ikke begrænses af opstemninger eller andre fysiske hindringer i vandløbene. Ved sammenligning af eksisterende data for de mest sårbare vandløbsfisk's udbredelse og forekomst i Gudenåen er det fundet, at Tange-dæmningen ikke begrænser den artsmæssige kontinuitet i væsentligt omfang, sammenlignet med de øvrige opstemninger i vandsystemet. De væsentligste konsekvenser i løsningsmodellerne ligger i forskellige tætheder af enten søfisk eller vandløbsfisk ved tilstedeværelsen eller fraværet af en stor sø i den nedre del af Gudenåsystemet. De foreslåede løsningsmodeller vurderes ikke at kunne ændre væsentligt på fiskearternes nuværende forekomst, men kun på deres tæthed.

Litteratur

- /1/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket – Sammenfatning af skitseprojekt. 48 s.
- /2/ Poulsen E.M. 1935. Nye undersøgelser over Gudenåens lakse- og havørredbestand. Beretning til Ministeriet for Landbrug og Fiskeri fra Den danske Biologiske Station XL: 9-36.
- /3/ Koed, A., Rasmussen G., Holdensgård, G., & Pedersen, C. 1996. Tangetrappen 1994-95. DFU-rapport nr. 8, 1996, 44 pp + bilag.
- /4/ Dieperink, C. 1992. Opvandring af ørred og laks i Gudenåen. IFF-rapport. Institut for Ferskvandsfiskeri og Fiskepleje, Silkeborg, 20 sider + bilag.
- /5/ Miljøministeriet og Fødevareministeriet 2002. Skitseprojekt for Gudenåens passage ved Tangeværket. Arbejdsrapport, Eksisterende forhold.
- /6/ Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. & Rasmussen G. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372: 347-353.
- /7/ Plesner T. 1994: Udtræk af ørredsmolt (*Salmo trutta* L.) og nedstrøms passage af fisk ved Vestbirk Vandkraftanlæg på Gudenåen. Specialrapport, Biologisk Institut, Afdeling for Zoologi, Aarhus Universitet, 60 sider.
- /8/ Munk K. & J.L. Thomsen 1995: Udtræk af blankål, *Anguilla anguilla* (L.), udsatte laksesmolt, *Salmo salar*, L., opstrøms passage af fisk ved Vestbirk Vandkraftanlæg, samt aspekter af rovfiskebestanden i øvre Gudenå. Specialrapport, Biologisk Institut, Afdeling for Zoologi, Aarhus Universitet, 127 sider.
- /9/ Rasmussen, G. 1994. Hvad bliver der af smoltene? Årsberetning 1994 fra IFF, s 23-34.
- /10/ 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. 1996/T: 9.
- /11/ Danmarks Fiskeriundersøgelser 2003. Udsætningsplan for Gudenå, del 3.

- /12/ WaterFrame 2007. Fiskepassager i Tangetrappen 2006. Rapport til Gudenåcentralen, marts 2006. 24 s.
- /13/ Viborg Amt 2001. Undersøgelse af fiskebestanden i Borre Å 2000. Notat, 6 s.
- /14/ Jepsen, N., K. Aarestrup & G. Rasmussen 1997. Smoltdødeligheder i Tange Sø. Undersøgt i foråret 1996. DFU-rapport nr. 32-97. 36 pp.
- /15/ WaterFrame 2005. Smoltens passage forbi Tange 2005. Rapport til Gudenåcentralen, dec. 2005. 20 s.
- /16/ Dieperink C. 2007. Kortere vandring øger ikke smoltoverlevelse. Vand og Jord 2(14): 49-51.
- /17/ WaterFrame 2006. Fiskepassager i Tangetrappen 2005. Rapport til Gudenåcentralen, jan. 2006. 23 s.
- /18/ WaterFrame 2004. Laksen tilbage i Gudenåen. Rapport til Gudenåcentralen, dec. 2004. 25 s.
- /19/ Danmarks Naturfredningsforening 2007a. Supplering af Beslutningsgrundlag for Gudenåens passage ved Tange Sø. Vurdering af opfyldelsen af forpligtelserne i Vandrammedirektivet. Baggrundsrapport, udarbejdet af COWI, april 2007. 83 s.
- /20/ Danmarks Naturfredningsforening 2007b. Supplering af beslutningsgrundlag for Gudenåens passage ved Tangeværket. Samlerapport udarbejdet af COWI, april 2007.
- /21/ Dieperink C. 2006. Gudenå-laks under spredning. Vand og Jord 1 (13): 35-38.
- /22/ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. WFD and Hydromorphological pressures Policy Paper. Version no. 8.0, 3 November 2006.
- /23/ Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive. Guidance document on identification and designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. CIS Working Group 2.2. 30 January 2004.
- /23/ Otterstrøm C.V. 1914. Fisk II. Blødfinnefisk. Danmarks Fauna, bd. 15, Bianco Lunas Bogtrykkeri, København.
- /24/ Otterstrøm C.V. 1917. Fisk III. Tværmunde m.m.. Danmarks Fauna, bd 20., Bianco Lunos Bogtrykkeri, København.
- /25/ Dieperink C. 2006. Gudenå-laks under spredning. Vand og Jord 1(14): 35-38.
- /26/ Nielsen J. 2004. Fiskene i Gudenåens vandløb. Statusrapport 2004 – sammandrag. Udgivet af Gudenåkomiteen, maj 2004. rapport nr. 24, 23 s.

/27/ Søgaard B., Skov F., Ejrnæs R., Nielsen K.E., Pihl S., Clausen P., Laursen K., Bregnballe T., Madsen J., Baatrup-Pedersen A., Søndergaard M., Lauridsen T.L., Møller P.F., Riis-Nielsen T., Buttenschøn R.M., Fredshavn J., Aude E. & Nygaard B. 2005: Kriterier for gunstig bevaringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF fuglebeskyttelsesdirektivet. 3. udgave. Danmarks Miljøundersøgelser. 462 s. - Faglig rapport fra DMU, nr. 457. <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

/28/ Nielsen J. 2004. Fiskene i Gudenåens vandløb. Statusrapport 2004. Udgivet af Gudenåkomiteen, maj 2004. rapport nr. 23, 110 s.



WATERFRAME
RÅDGIVNINGSFIRMA I VANDMILJØ
RYESGADE 2A
8680 RY
WWW.WATERFRAME.DK

FISK I UNGFISKE SLUSEN

TANGE, FORÅR 2007

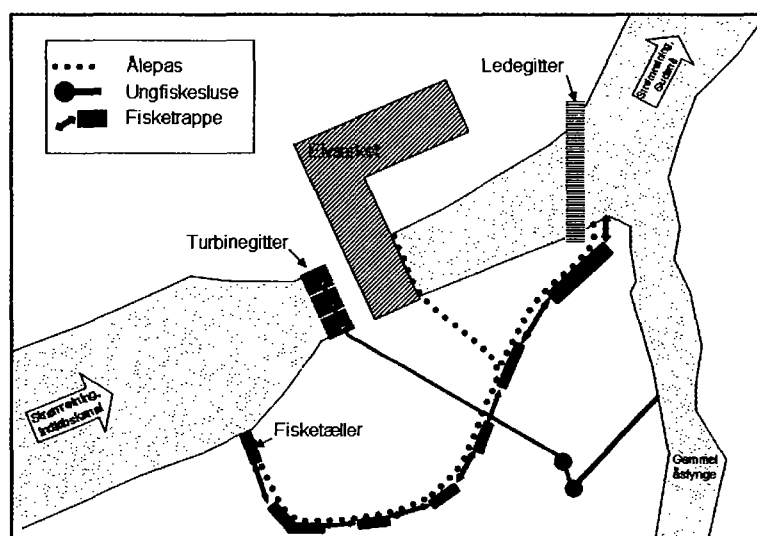
NOTAT

JUNI 2007

BAGGRUND

Siden 2004 har Gudenaacentralen foretaget fiskeundersøgelser ved Tange-dæmningen for at dokumentere effekterne af de gennemførte tiltag for at forbedre fiskenes passage. Et årligt tilbagevendende element har været at registrere artssammensætning og størrelsesfordeling af de fisk der benytter ungfiskeslusen. Denne består af Ø 0,3 m huller i det tremmegitter der er etableret foran turbinerne. Når fiskene finder ind i disse huller i turbinegitteret, føres de gennem et rørsystem ned til to runde hvilebassiner, hvorfra de selv kan svømme det sidste stykke vej ned til Gudenåens gamle åslynge nedenfor opstemningen (se figur 1).

Undersøgelserne har koncentreret sig om de nedstrøms passager i forårs månederne april-maj, hvor de fleste ungfisk (smolt) af laks og ørred vandrer mod havet. Men samtidig er også de andre fisk, der benytter ungfiskeslusen, registreret.



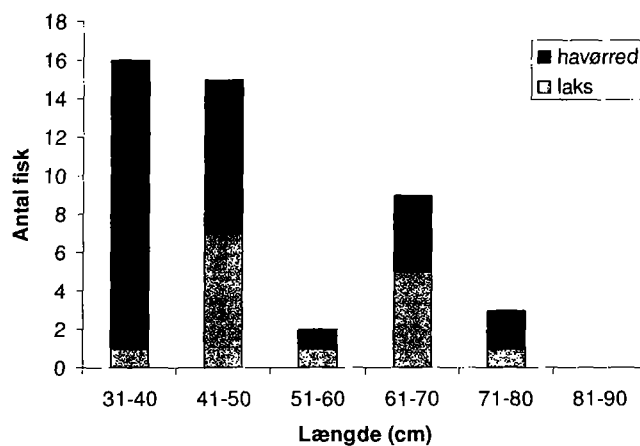
Figur 1. Fiskenes passageveje ved Tange-dæmningen. Ungfiskeslusens to runde bassiner kan afspærres med en rist og tømmes, hvorved man kan registrere hvilke fisk der benytter passagen.

METODE

Hvilebassinet blev afspærret den 30/3 2007 med en selvrensende tromle med 10 mm tremmeafstand. Små fisk, der kunne passere gennem et 10 mm gitter, blev derfor ikke tilbageholdt og registreret. Hvilebassinet blev i de følgende to måneder regelmæssigt tømt, hvor fiskene blev bedøvet (nellikeolie), artsbestemt, optalt og genudsat. De større laksefisk blev desuden visuelt længdemålt inden genudsætningen. Optællingerne skete fortrinsvis om formiddagen, og håndteringen af fiskene blev holdt på et minimum.

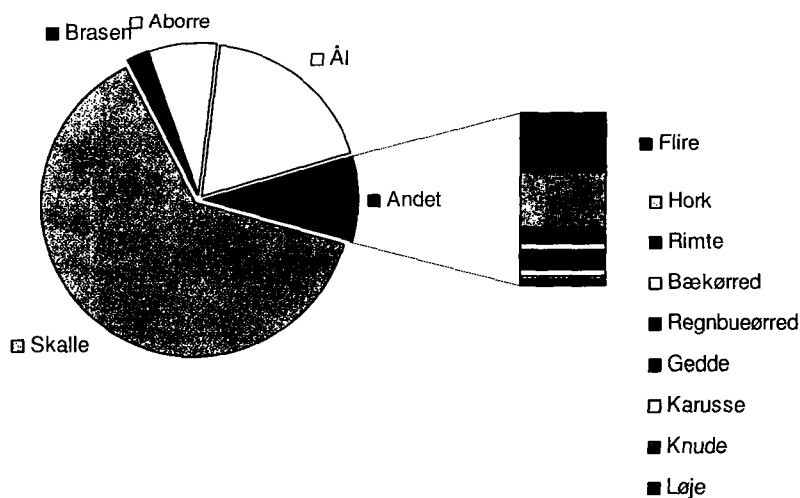
RESULTATER

I alt blev der i løbet af de to måneder optalt 4458 fisk i ungfiskeslusen. Ørredsmoltene dominerede antalsmæssigt med i alt 3579 individer (80 %). Desuden blev optalt 224 vilde laksesmolt. Desuden blev der registreret 15 nedfaldslaks og 30 -havørred (figur 2). Smoltudvandringen i 2007 var særpræget ved, at næsten hele udvandringen foregik i april måned (93 %).



Figur 2. Længdefordeling af 30 havørred og 15 laks der benyttede ungfiskeslusen ved Tange i april-maj 2007.

Foruden ørred og laks blev 610 individer registreret, fordelt på 13 arter. Skalle, ål og aborre dominerede antalsmæssigt og udgjorde over 85 % (figur 3).



Figur 3. Antalsmæssig fordeling af andre arter end ørred- og laks i ungfiskeslusen ved Tange, april-maj 2007.

DISKUSSION

De nedvandrende fisk har tre muligheder for at finde passage ved Tange-værket. Den største vandmængde går gennem turbinerne, der opstrøms er forsynet med et 10 mm tremmegitter. Det er muligt for de mindste smolt at passere gennem tremmerne, men ved tidligere undersøgelser med radiomærkede smolt (WaterFrame 2005) var det kun 1 ud af 11 passerende laksesmolt der passerede denne vej. Ni ud af 11 smolt valgte at følge vandstrømmen ned gennem ungfiskeslusen (300-450 l/sek.), mens 1 ud af 11 fandt passage gennem fisketrappens 150 l/sek. (WaterFrame 2005).

Større fisk, såsom udgydte havørred og laks, kan ikke komme gennem turbinegitteret, men anvender enten fisketrappen eller ungfiskeslusen. Det vides ikke helt præcis hvordan disse større fisk fordeler sig på henholdsvis ungfiskesluse og fisketrappe, men for nedvandrende fisk over 45 cm's længde viste en lille stikprøve (36 fisk) i foråret 2006, at ca. en tredjedel anvendte fisketrappen (WaterFrame 2007). Med andre ord er fiskenes samlede nedvandring forbi opstemningen ved Tange formodentlig lidt større (ca. 20 %) end tallene fra ungfiskeslusen umiddelbart lader formode. Samtidig er der betydelig sæsonvariation i passagerne, og smoltudvandringen, som dette notat dækker, finder stort set udelukkende sted i forårsperioden.

Artssammensætningen i ungfiskeslusen i 2007 afspejler ligesom tidligere undersøgelser, at de helt små fisk ikke kan tilbageholdes i ungfiskeslusens hvilebassin. De mindste fisk passerer med vandet ud når hvilebassinet tømmes. Mange små ål blev iagttaget at passere ud denne vej og derved unddrage sig registrering. Det samme må formodes at gælde for arterne tre- og nipiggede hundestejler, der aldrig er registreret i ungfiskeslusen, foruden selvfølgelig en masse små individer af skalle, aborre, løje, hork med videre.

Der blev i 2007 registreret flere ørredsmolt end ved seks tidligere undersøgelser. Faktisk blev der registreret lige så mange smolt som i 2005 og 2006 tilsammen (tabel 1). Der er dog for få observationer til at kunne tale om en klar positiv tendens, selv om opgangen af store laksefisk gennem trappen også har været tiltagende i de seneste år (WaterFrame 2007).

Laksesmoltenes oprindelse er ukendt ud over, at der må være tale om vilde, naturligt reproducerede laks, idet der ikke siden midten af 1990-erne er udsat laks i Gudenåen ovenfor Tange Sø. Der er dog ikke efter 2004 blevet gennemført en målrettet opsporing af laksenes gydepladser i Gudenåen. Den gang blev der påvist succesfuld laksegydning, bestemt ved tilstedeværelsen af lakseungfisk, på de nederste 6-7 km af Tange Å.

Tabel 1. Registreringer af nedvandrende laks og havørred i ungfiskeslusen ved Tange. ¹⁾ er min-max værdier fra smoltfælde undersøgelser, refereret i Nielsen (2004).

ÅR	1994-96 ¹	2005	2006	2007	2005-2007
Laksesmolt	?	268	99	224	591
Ørredsmolt	884-3121	1356	1985	3579	5120
Laks	?	9	21	15	45
Havørred	?	66	38	30	134

I forhold til tidligere år var der i 2007 lidt færre udgydte nedfaldsfisk af især havørred i ungfiskeslusen (tabel 1). Det er dog ikke ensbetydende med en entydig negativ udviklingstendens, fordi smoltvandring og opgang af laksefisk generelt er øget i den samme periode (WaterFrame 2007).

Hvis man ser på den samlede nedvandring gennem ungfiskeslusen de seneste tre år (tabel 1, sidste søjle) ses der, at forholdet laksesmolt:laks er ca. 13:1, mens forholdet ørredsmolt:havørred er ca. 38:1. Fra andre undersøgelser vides, at yngel til smolt dødeligheden er omtrent lige stor, og at passagen gennem Tange Sø er lige vanskelig, for de to arter. Forholdet kan skyldes at en stor del af ørredsmoltene er afkom af stationære bækørred, og altså ikke nødvendigvis er afkom af havørred. Men det kan også skyldes, at laksene ikke har så stor gydesucces som havørrederne ovenfor Tange.

LITTERATUR

Nielsen J. 2004. Fiskene i Gudenåens vandløb. Statusrapport 2004. Udgivet af Gudenåkomiteen, maj 2004. rapport nr. 23, 110 s.

WaterFrame 2005. Smoltens passage forbi Tange 2005. Rapport til Gudenåcentralen, dec. 2005. 20 s.

WaterFrame 2007. Fiskepassager i Tangetrappen 2006. Rapport til Gudenåcentralen, marts 2007. 24 s.

Kortere vandring øger ikke smoltoverlevelse

Nye undersøgelser af vandring af laksesmolt gennem Tange Sø viser, at smoltens overlevelse er upåvirket af at afkorte vandringsvejen gennem søen. Fisk, der blev udsat 1 km fra udløbet af søen, var næsten fem dage undervejs til ungfiskeslusen og overlevede lige så dårligt, som fisk der skulle passere gennem hele søen. Resultaterne tyder på en høj initial dødelighed, hvorefter de overlevende fisk lærer at begå sig i de fremmede omgivelser med rovfisk og fiskeædende fugle.

CHRISTIAN DIEPERINK

Baggrund

I 2004 iværksatte Gudenåcentralen en række undersøgelser af fiskepassagen i Gudenåen ved Tange Sø. Formålet var at sikre, at beslutninger om den fremtidige fauna- og fiskepassage forbi opstemningen ved Tangeværket kunne hvile på et komplet og opdateret grundlag.

Et meget afgørende punkt i vurderingen af fiskepassagen ved Tangeværket er betydningen af Tange Sø for de udvandrende ungfisk af ørred og laks (under ét betegnet smolt). Tidligere undersøgelser af radiomærkede smolt har vist, at kun ca. 10 % finder gennem søen /3, 5, 9/. Og senest, i 2005, har smolt mærket i Tange Å - og derfor kun behøver vandre 1 km igennem Tange Sø - haft samme høje dødelighed, som fisk der skulle vandre igennem hele søen /3/.

Det nye spørgsmål var derfor, om den valgte mærkningsmetode, kirurgisk implantering af radiosender i bughulen, kunne have været afgørende for smoltens passage og overlevelse. Samtidig ønskedes det klarlagt, i hvilken grad dødeligheden var under indflydelse af vandringsafstanden gennem Tange Sø. Der blev derfor planlagt forsøg med mere skånsomme mærkningsmetoder og med forskel-

lige udsætningspositioner i søen, der kunne afspejle vandringsvejens betydning.

Metode

Fra Dansk Center for Vildlaks (DCV) blev laksesmolt leveret ved Kongensbro den 26. april 2006. Laksene kom fra den svenske elv Åtran og var i gennemsnit 17,6 cm lange. Fiskene blev overført til et bassin med iltet vand, og

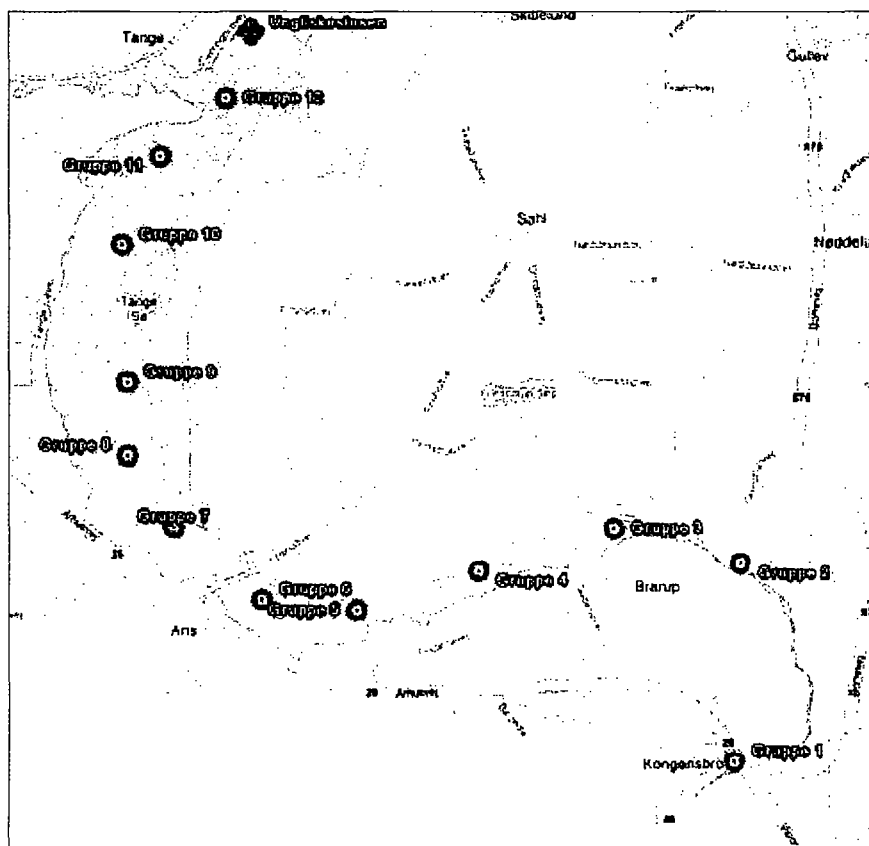
derpå sejlet ned gennem Gudenåen og Tange Sø mens de forskellige grupper blev mærket og udsat undervejs.

Bedøvelsen foregik ved en to-tre minutters neddykning af fiskene i en 30 mg/l opløsning af nellikeyolie /1/. Herefter blev fiskene mærket ved farvetatovering med farvestoffet Alcian Blue /6/. Ved hjælp af små prikker på højre eller venstre rygside blev der lavet 12 forskellige grupper.

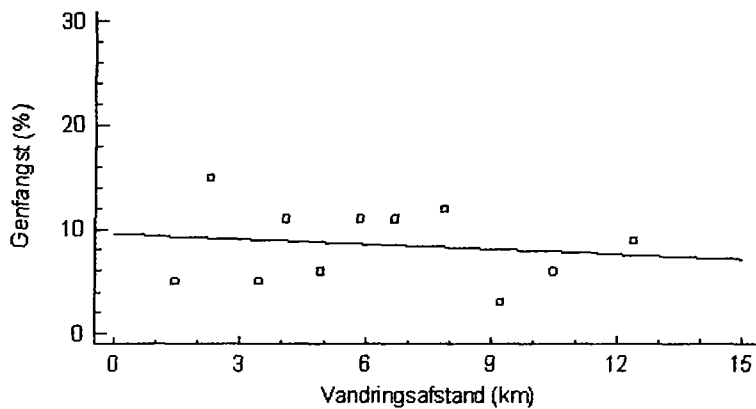
Fiskene blev udsat i varierende afstand til udløbet af Tange Sø, for at kunne sammenligne passagen ved henholdsvis korte og lange vandringsafstande gennem sø og å (figur 1). Udsætningen blev foretaget i tidsrummet kl. 17-20 den 26/4 2006. Der blev imidlertid kun leveret 1110 fisk, så med 100 fisk i hver gruppe var der kun 10 fisk tilbage til den udsætningsgruppe 12, hvorfor resultaterne herfra ikke var sammenlignelige og er set bort fra.

Alle laksesmolt der efter den 26. april 2006 passerede ungfiskeslusen ved Tange blev individuelt undersøgt og de mærkede individer blev derefter registreret med oplysninger om genfangsttidspunkt og udsætnings-gruppe. Smolt der passerede forbi opstemningen ved at benytte fisketrappen eller ved at passere gennem turbinegitrene, er ikke omfattet af undersøgelsen.

Vandringsafstanden blev defineret som den korteste strækning (i vand) mellem udsætningssted og ungfiskesluse, opmålt ved hjælp af GPS.



Figur 1. Udsætningspositioner for laksesmolt i Gudenå og Tange Sø, 2006. Fisk, der fandt gennem søen, blev registreret ved ungfiskeslusen ved udløbet.



Figur 2. Forholdet mellem udsætningsgruppernes vandringsafstand og deres overlevelse gennem sø og å (=genfangst). Regressionslinjen er anført.

Vandringstiden angiver antallet af døgn fra udsætningsdagen til registrering i ungfiskeslusen ved opstemningen. Det afspærrede kammer i ungfiskeslusen blev i gennemsnit for hele perioden tømt hver 3. dag. Vandringstiden er korrigeret for intervallet mellem hver tømning af ungfiskeslusen. Hvis der f.eks. var tre døgn mellem tømning af slusen, er vandringstiden fratrukket 1,5 døgn, som fiskene i gennemsnit har opholdt sig i ungfiskeslusen.

Genfangsten (=overlevelsen) i hver af udsætningsgrupperne blev defineret som antallet af registrerede fisk i ungfiskeslusen i indtil 40 dage efter udsætningen.

Resultater

Genfangsterne af de mærkede smolt startede umiddelbart efter udsætningen, og fortsatte indtil den 27. maj, 33 døgn efter udsætningen. De fleste genfangster skete indenfor de første 10 dage.

I alt blev i ungfiskeslusen registreret 94 mærkede laksesmolt fra udsætningsgrupperne 1-11, svarende til ca. 9 % af de mærkede fisk. Imellem grupperne varierede genfangsten fra 3 til 15 % (tabel 1). Foruden mærkede smolt blev også registreret 1985 vilde ørredsmolt og 99 vilde laksesmolt. Oprindelsen af de vilde laksesmolt er ukendt.

Antallet af genfangster i udsætningsgrupperne kunne antages at komme fra en normal fordeling (Shapiro-Wilk $W = 0,936$; $p = 0,450$) med gennemsnit på 8,5 og varians på 3,8 individer pr. 100 laksesmolt.

Der var ikke statistisk signifikant sammenhæng mellem udsætningsgruppernes vandringsafstand og genfangstrate (One-way ANOVA; $p = 0,66$). Den lineære model

Genfangst = $9,54 - 0,00016 \cdot$ Vandringsafstand

forklarede kun 2,1 % af variationen i genfangsterne ($R^2 = 0,02$; se figur 2).

De udsætningsgrupper, der havde kortest vandringsafstand til søens udløb, var i gennemsnit ca. 5 dage om at finde gennem søen, men dog hurtigere end de grupper der måtte vandre længere strækninger (One-way ANOVA; $p = 0,0141$). Forholdet blev beskrevet med modellen

Gns. vandringstid (døgn) = $5,1 + 0,27 \cdot$ Vandringsafstand (km),

hvor 52 % af variationen i vandringstid afhæng af afstanden mellem udsætningsposition og søens udløb ($R^2 = 0,52$; se figur 3).

Diskussion

Fejlkilder

Antallet af smolt der succesfuldt passerede Tange Sø kan være svagt undervurderet. I 2005, da smoltenes passage ved Tange blev fulgt med radiotelemetri, var der blandt 11 fisk der passerede opstemningen én der gik

gennem fisketrappen og én der gik gennem turbinerne /3/. Men selv om 10 eller 20 % af de udsatte smolt skulle have fundet forbi opstemningen uden at blive registreret, er det stadig en hovedkonklusion, at overlevelsen af de udvandrende smolt gennem Tange Sø er meget lav.

Effekt af mærkningsmetode

Resultaterne i nærværende undersøgelse stemmer godt overens med tidligere gennemførte forsøg med smoltoverlevelsen i Tange Sø. Alle undersøgelser peger på at smoltens dødelighed under passagen af Tange Sø ligger indenfor 90 ± 5 %, uanset hvordan fiskene er mærket inden udsætningen (tabel 2).

Smoltdødeligheden i søen har tidligere været undersøgt, og skyldes først og fremmest prædatorer som gedder, skarv og fiskehejre /5/.

Uafhængige forsøg, omfattende tre forskellige mærkemethoder, ørred og laks, og vilde og opdrættede fisk, peger samstemmende på at kun ca. 10 procent af fiskene er i stand til at passere gennem søen (tabel 2). Der er derfor ikke tegn på at metoder med finneklingning eller radiosender-implantering i bughule, som er benyttet ved tidligere forsøg /3,5,9/ skulle påvirke overlevelsen af fiskene mere end mærkning ved tatovering. Det skal understreges, at selvom de indhentede resultater stemmer med resultaterne fra tidligere mærkningsforsøg, kan der stadig være en effekt af selve mærkningsprocessen der trods alt omfatter betydelig håndtering af fiskene med bedøvelse, mærkningsindgreb, opvågning og genudsætning.

Effekt af vandringslængde

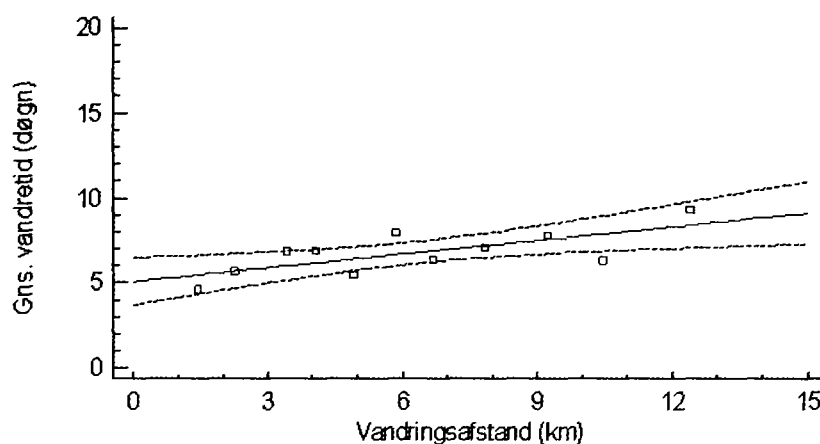
Det mest overraskende resultat var, at overlevelsen ikke varierede mellem udsætningsgrupperne. Der var en ensartet høj

Tabel 1. Laksesmoltens overlevelse (genfangst i ungfiskesluse ved udløbet) og passage gennem søen. Hver gruppe bestod af 100 individer.

Gruppe	Vandringsafstand til udløb (m)	Samlet genfangst (antal individer)	Gennemsnitlig vandringstid (døgn)
1	12 400	9	9,33
2	10 468	6	6,33
3	9 213	3	7,83
4	7 843	12	7,08
5	6 688	11	6,41
6	5 863	11	7,95
7	4 902	6	5,50
8	4 083	11	6,91
9	3 446	5	6,90
10	2 278	15	5,70
11	1 443	5	4,60

dødelighed i alle udsætningsgrupper, uanset afstand til søens udløb. Hidtil har det været almindeligt antaget, at vandringsafstanden igennem søen har afgørende betydning for smoltens overlevelse. Nogle af de scenarier der er lagt frem for Gudenåens passage af Tange Sø omfatter en reduceret søflade, og i disse har man indbygget forventninger til en bedre smoltoverlevelse /7/.

Men udsætningspositionen havde betydning for den tid det tog for de overlevende smolt at nå frem til søens udløb. Smolt udsat ved Kongensbro var i gennemsnit var 9,3 dage undervejs. Selv de smolt, der blev udsat nærmest ved Tange Sø's udløb, var i gennemsnit 4,6 dage om passagen gennem søen. Sammenholdt med at dødeligheden imellem grupperne var ens, tyder dette på, at smoltens dødelighed i Tange Sø primært sker indenfor de første dage efter udsætningen, og at de overlevende fisk derefter har en bedre overlevelse i det videre forløb gennem søen. Så selv om en smolt overlever den indledende periode i søen, og måske lærer at håndtere eller undgå prædatorer, har den fortsat et problem med at finde vej gennem søen, hvilket ses af, at passagens forsinkelse øges med afstand mellem udsætningslokalitet og søudløb



Figur 3. Forholdet mellem udsætningsgruppernes vandringsafstand og den tid de i gennemsnit var om at finde frem til søens udløb. Regressionslinjen er anført med 95 % sikkerhedsgrænser.

(figur 3).

En lignende, kortvarig overdødelighed er observeret ved smoltens første møde med saltvand /4/, og det er formentlig både overgangen til et nyt stillestående vandmiljø uden strøm og skjulepladser, og tilstedeværelsen af nye arter af prædatorer, der spiller ind for smoltens høje dødelighed. Tab af orienteringsevne har også været nævnt i forbindelse

med smoltens passage af Tange Sø, specielt omkring de snævre passager under Ans bro og ved indløbskanalen til vandkraftværket /5/. Denne tolkning svarer til observationer fra tidligere radiomærkningsforsøg, at de smolt der overlever i søen, aldrig blev sporet tæt på bredderne, men altid foretrak de åbne vandflader i midten af søen /5/.

Perspektivering

Resultaterne har bekræftet, at søen dels forsinkere smoltens udvandring mod havet dels medfører at en stor del af smoltene dør som følge af prædation. Samtidig peger resultaterne på, at en kortere vandringsvej (ved et delvis omløb og en mindre sø) ikke vil påvirke smoltens dødelighed og kun vil påvirke forsinkelsen marginalt.

I tre af de 9 forslag der er opstillet for en forbedret fremtidig fiskepassage ved Tange, antager man at smoltdødeligheden mindskes i takt med at svømmeafstanden gennem Tange Sø reduceres ved etablering af omløb /7/. Forslagenes konsekvenser kunne derfor med fordel revideres inden der træffes beslutning om etablering af en ny faunapassage forbi Tange.

Referencer

- /1/ Anderson, W.G., McKinley, R.S. & Colavecchia, M. 1997. The use of clove oil as an anaesthetic for rainbow trout and its effects on swimming performance. North American Journal of Fisheries Management 17: 301-307.
- /2/ Dieperink C. 2005. Laksen tilbage i Gudenåen. Rapport til Gudenaacentralen. 25 s.
- /3/ Dieperink C. 2005. Smoltens passage forbi Tange, 2005. Rapport til Gudenaacentralen. 19 s.
- /4/ Dieperink C., Bak B.D., Pedersen L.-E., Pedersen M.L. & Pedersen S., 2002. Predation on Atlantic salmon and sea trout during their first days as postsmolts.

Tabel 2. Tidligere undersøgelser af lakse- og ørredsmolts passage af Tange Sø.

Mærkemethode	Art/oprindelse	Årstal	Vandringslængde (km i å og sø)	Dødelighed	Forsøgsreference
Senderimplant.	Vilde laks	2005	2-8	86 %	/3/
Senderimplant.	Vilde ørred	1996	14	88 %	/5/
Finneklipning	Opdrættet laks	1996	14	86 %	/5/
Senderimplant.	Opdrættet laks	1996	14	90 %	/8/

Boks 1. Problemstillinger ved smoltens nedstrøms passage gennem søer

Der kan opstilles to overordnede problemstillinger i forbindelse med smoltens udvandring. Den ene tager udgangspunkt i det såkaldte smoltvindue, at smoltens individuelle fysiologiske tilpasning til et liv i havet er begrænset til et tidsrum på ca. 14 dage. Forsinkes smoltens ankomst til saltvandet udover dette smoltvindue, så vil den få vanskeligt ved at opretholde en korrekt saltbalance.

Den anden baserer sig på dødeligheden under smoltens udvandring gennem vandløb og søer. I vandløb er dødeligheden generelt lav, men naturlige søer, VMP2-søer, opstemninger til dambrug og vandkraftværker skaber alle habitater der indebærer risici for smoltens navigation og overlevelse. Prædationsrisikoen er her central, og afhænger af tætheden af prædatorer og miljøvariabler såsom strømhastighed, skjulesteder, og vandets gennemsigtighed. Problemstillingen har været indbygget i en havørredmodel for Gudenåens opstrøms Tangeværket, der igen har fundet anvendelse ved vurderingen af de opstillede løsningsforslag for Gudenåens passage forbi Tange /7/.

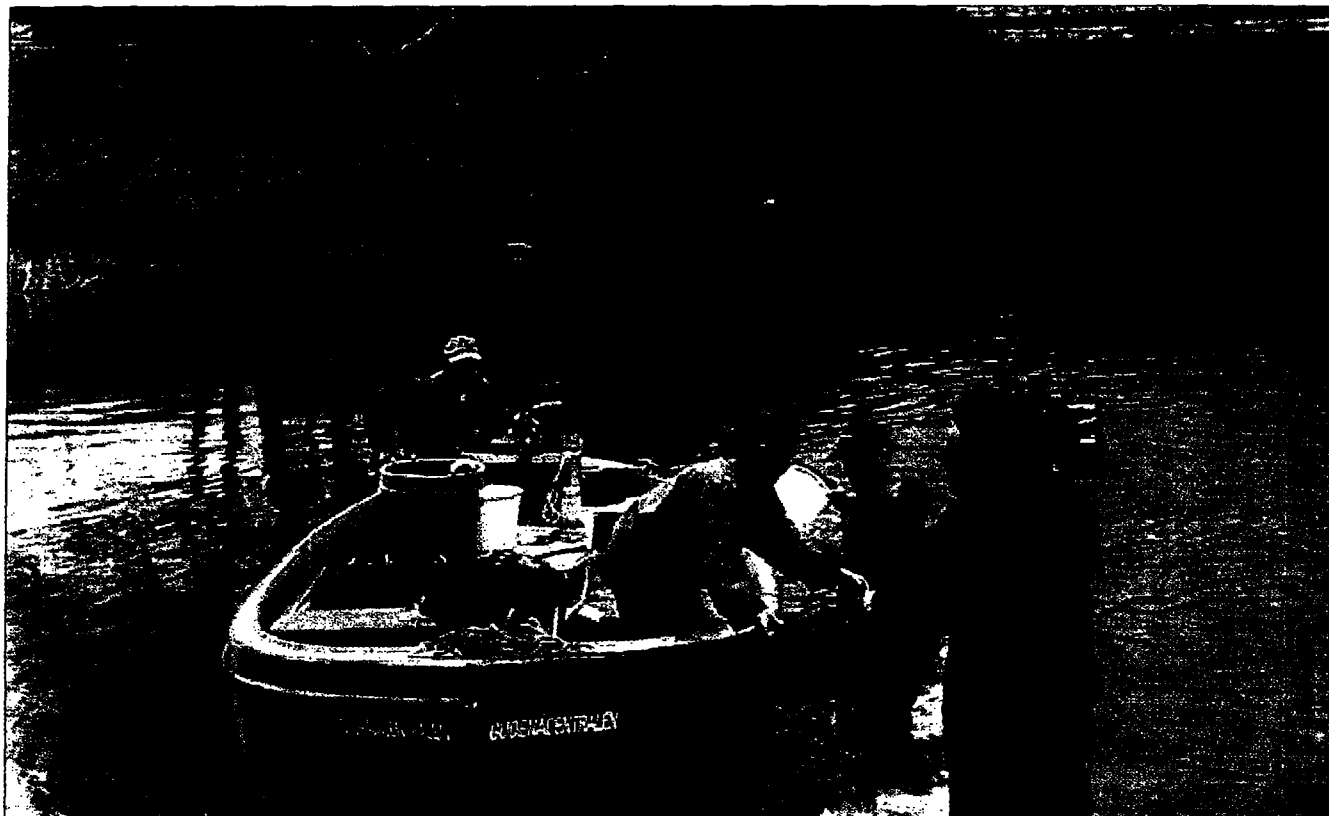


Foto: Udsætning af de ti grupper af mærkede laksesmolt startede i Gudendåen ved Kongensbro og fortsatte ned gennem Tange Sø

Journal of Fish Biology 61: 848-852.
/5/ Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. & Rasmussen G.
1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia* 371/372: 347-353.
/6/ Hart P.J.B & Pitcher T.J. 1969. *Field Trials of Fish*

Marking using a Jet Inoculator. *Journal of Fish Biology* 1(4): 383-385
/7/ Miljøministeriet, Skov- og Naturstyrelsen & Fødevarerministeriet 2002. *Gudenåens passage ved Tange. Baggrundsrapporter, udgivet på CD-rom, Miljøbutikken.*
/8/ Aarestrup K., Jepsen N., Rasmussen G. & Økland F.

1999. Movements of two strains of tagged Atlantic salmon, *Salmo salar* L., smolts through a reservoir. *Fisheries Management and Ecology* 6: 97-107.

CHRISTIAN DIEPERINK, cd@waterframe.dk er fiskeribiolog og indehaver af konsulentfirmaet WaterFrame.