Smoltdødeligheder i Tange Sø
Undersøgt i foråret 1996

af

Niels Jepsen, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen

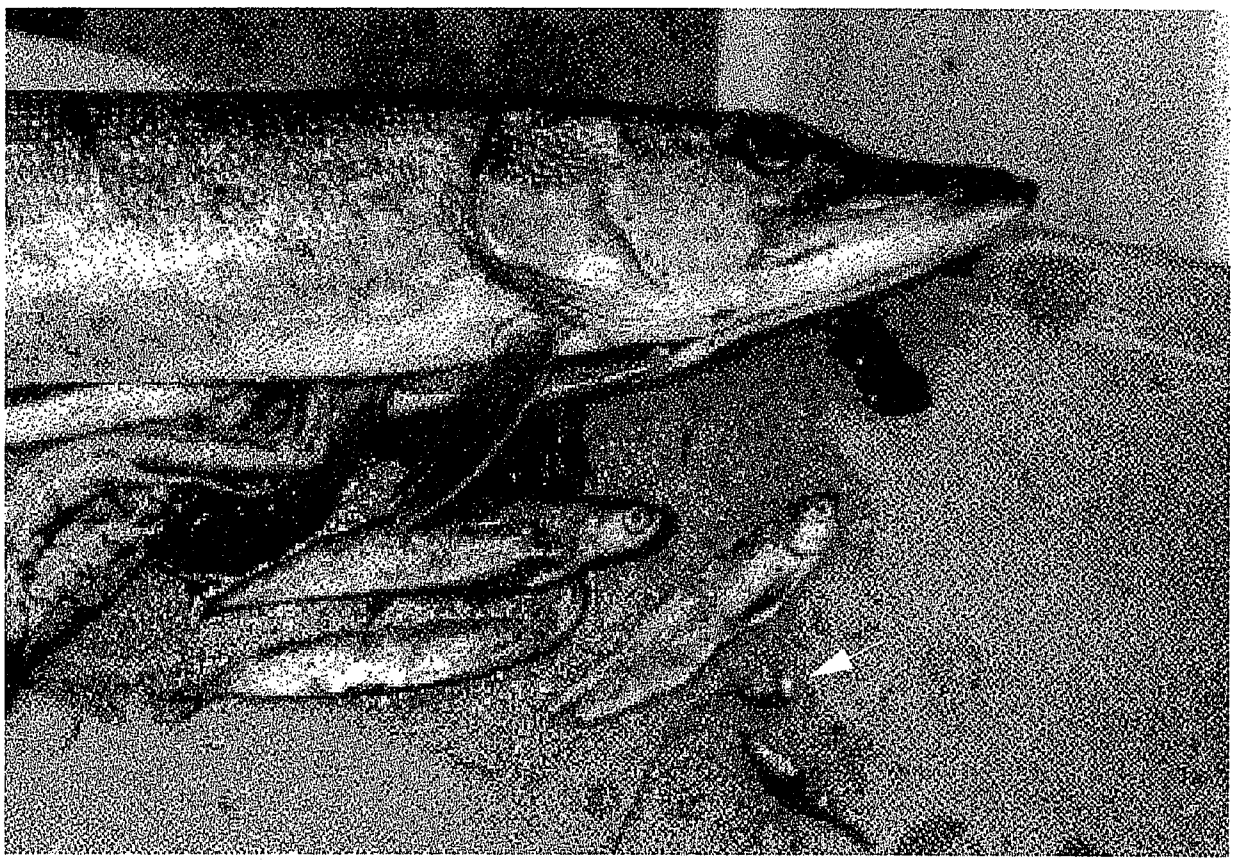
Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Ferskvandsfiskeri
Veljsøvej 39
DK - 8600 Silkeborg

ISBN: 87-88047-16-4

DFU-Rapport nr. 32-97

Smoltdødeligheder i Tange Sø

Undersøgt i foråret 1996



DFU-rapport

Niels Jepsen

Kim Aarestrup &

Gorm Rasmussen

1. INDLEDNING 1

2. MATERIALER OG METODER 2
2.1 Fælder 2
2.2 Undersøgelsesprocedure 4
2.3 Udsætninger 4
2.4 Behandling af fangsten 5
2.5 Beregninger 6
2.6 Radiomærkning 9

3. RESULTATER 11
3.1 Fangst 11
3.2 Smoltnedvandring 15
3.3 Radiomærkning 17

4. DISKUSSION 22

5. KONKLUSION 28

6. REFERENCER 29

7. APPENDIKS 31
7.1 Appendiks A 31
7.2 Appendiks B 34
7.3 Appendiks C 36

1. INDLEDNING

I havørredens og laksens livscyklus indgår et stadium, hvor ungfiskene fysiologisk tilpasser sig livet i saltvand og herefter vandrer nedstrøms fra opvækstområderne. Ungfiskene benævnes under ét smolt og er 1 - 3 år gamle. Når ungfiskene når en vis længde (i gennemsnit 14 - 16 cm) bliver de blanke (smoltificerer) og begynder vandringen mod havet. I danske vandløb foregår denne vandring primært i marts, april og maj måned, afhængig af temperatur og vandføring.

I forbindelse med forsøget på at genskabe en selvreproducerende laksestamme i Gudenåen, også kaldet Lakseprojektet, og ved vurderinger af ørreds produktion og overlevelse i Gudenåens øvre og midterste dele, er man blevet opmærksom på at meget få nedvandrende smolt når ned til den nedre å og videre ud i fjorden. Undersøgelser har vist, at især søerne udgør et alvorligt problem for de nedvandrende ungfisk i Gudenåen (Plesner, 1994, Munk & Thomsen 1995). Undersøgelser har kun delvist klarlagt årsagerne til dette tab af smolt.

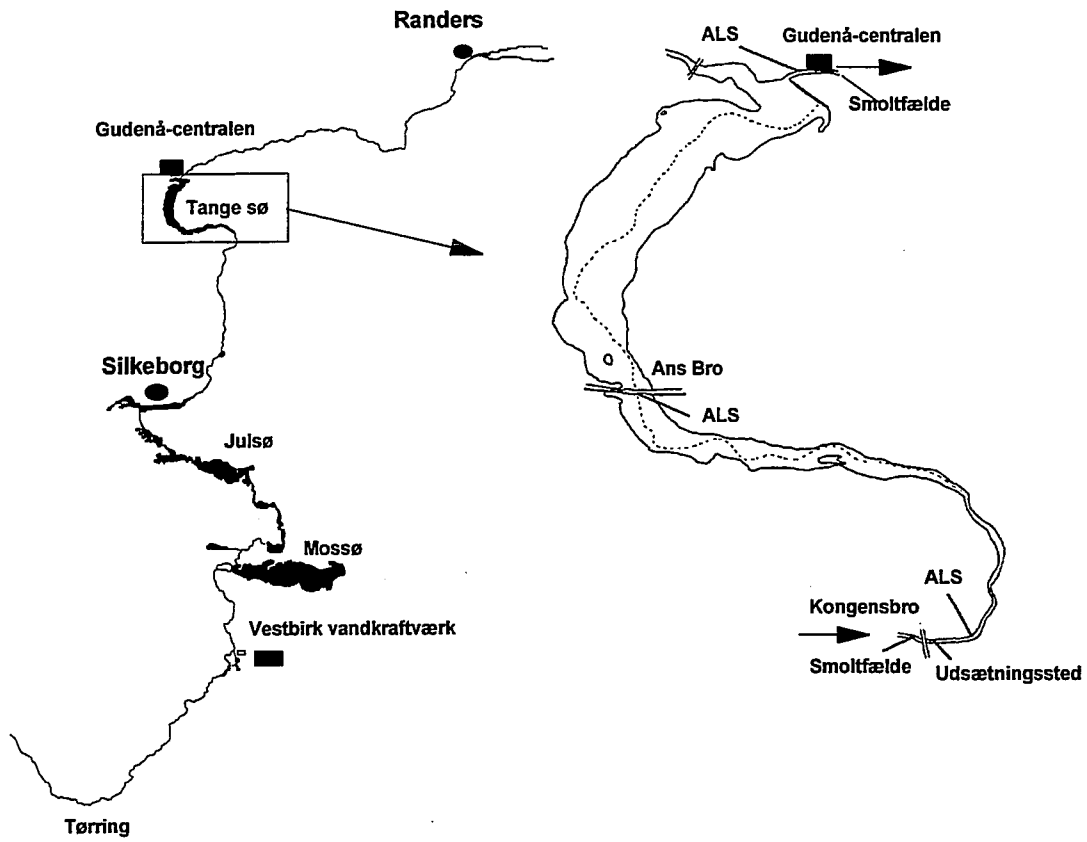
Undersøgelser fra før bygningen af Gudenåcentralen i 1920, angiver at gyde- og opvækstområdet for den oprindelige laksestamme var i Gudenåen og dens tilløb mellem Silkeborg og Tange (Johansen og Løfting 1919). En meget stor del af Gudenåens produktionspoteniale for ørreder ligger også på denne strækning. Det betyder at alle laksesmoltene og mange ørredsmolt skal passere Tange Sø på deres vej til havet. Overlevelsen af smoltene igennem Tange Sø er altså meget vigtig for etableringen af selvreproducerende bestande af laks og havørred opstrøms Gudenåcentralen. Derfor blev denne undersøgelse planlagt, hvor formålet var dels at undersøge hvor stor en del af smoltene der klarer turen gennem Tange Sø, dels undersøge hvad der bliver af de smolt, der ikke kommer igennem.

Resultaterne er særlig vigtige i forhold til etableringen af en selvreproducerende laksestamme i Gudenåen, idet åen nedstrøms Tange Sø ikke er egnet som opvækstvand (Nielsen, 1996). Desuden er de vigtige i forhold til fremtidige udsætningsstrategier, herunder rentabiliteten af udsætninger af ørred og laks ovenfor søer.

Nærværende rapport omhandler de indsamlede tal for nedtrækkende, udsatte laksesmolt samt henholdsvis nedtrækkende vilde og udsatte ørredsmolt i 1996. For udspecificering af de enkelte stammer af laks henvises til Holdensgaard *et al.* (1997). Undersøgelsen er gennemført i foråret 1996, ved hjælp af smoltfælder placeret umiddelbart ovenfor og nedenfor Tange Sø. Der er desuden anvendt radiotelemetri til at undersøge årsagerne til smoltens forsvinden i søen.

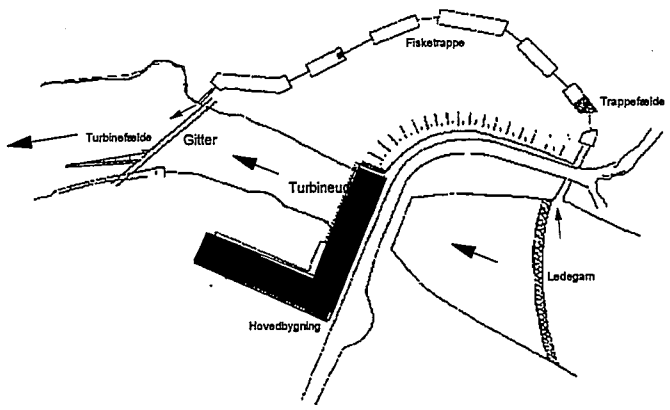
2. MATERIALER OG METODER

2.1 Fælder



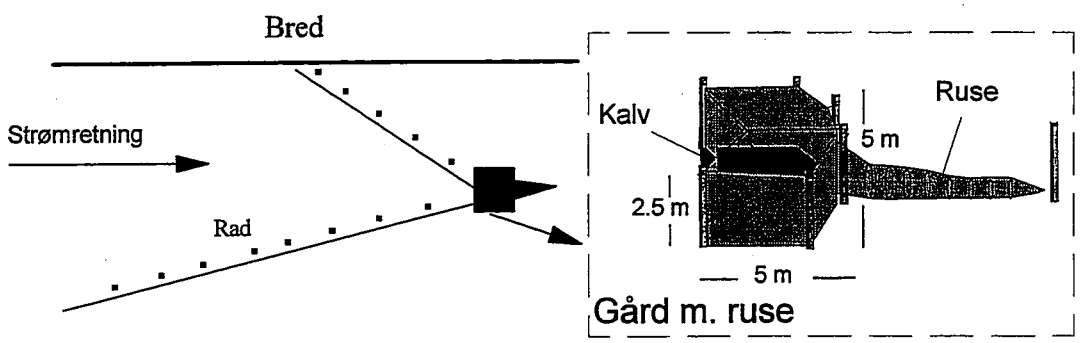
Figur 1. Kort over Gudenåen, med detailkort visende Tange Sø med placering af lyttestationer (ALS), udsætningssted af radiomærkede smolt og smoltfælder ved Kongensbro.

Der blev opstillet fælder på 2 lokaliteter, henholdsvis ved Kongensbro og ved Gudenåcentralen (se Figur 1 og 2). Ved Gudenåcentralen fangedes smolten i en ruse, der var monteret direkte på det skråtstillede gitter nedenfor turbineafløbet (Turbinefælden), samt i en totalfælde i fisketrappen (Trappefælde). Placeringen af fælderne er vist i Figur 2.



Figur 2. **Figur over området ved Gudenåcentralen, visende de 2 fælders placering.**

Ved Kongensbro blev der opstillet to såkaldte smoltfælder med åbningen opstrøms. Fælderne var udformet som store armruser, der hver dækkede ca. 2/3 af åens bredde. Øverste fælde var placeret i venstre side umiddelbart opstrøms Kongensbro (herefter kaldet Krofælden). Den nederste fælde (herefter kaldet Svingfælden) var opstillet ca. 100 meter nedstrøms Kongensbro. Fældernes to rader var henholdsvis 60 og 10 meter. Krofældens venstre og Svingfældens højre arm havde kontakt til bredden. En skitse af fælderne ved Kongensbro ses i Figur 3.



Figur 3. **Skitse af fælderne ved Kongensbro's udformning (efter Koed 1995).**

2.2 Undersøgelsesprocedure

Fælder
Fælderne var i drift i hele undersøgelsesperioden fra den 21/3 til 19/6, hvor de røgtedes dagligt imellem kl. 6 og kl. 14. Dog var svingfælden kun i drift fra 21/3 til 21/4. Dette skyldtes, at det efter et stykke tids drift var tydeligt, at smoltfælderne ved Kongensbro var mere effektive end forventet, og at én fælde ville være nok til at sikre tilstrækkelig fangsteffektivitet (> 10%). Derfor fiskedes i resten af perioden kun med Krofælden ved Kongensbro. Al fangst registreredes, alle ørreder og laks blev målt (totallængde) og mærker/finneklip blev noteret. Fangsterne i Svingfælden er opgjort, og de mærkede fisk fratrukket i tallene for nedvandrende fisk, men er ellers ikke benyttet til yderligere beregninger.

På grund af problemer med overlevelsen af genfangstmærkede smolt, som følge af skader i forbindelse med fangst og mærkning, er disse fisk udeladt som beregningsgrundlag for indtrækket af smolt i Tange Sø. Den ekstra dødelighed ville give anledning til overestimering af ind- og udtræk af smolt i søen.

Elfiskeri
På grundlag af resultater fra Turbinefælden, opstod der mistanke om, at der kunne være en betydelig dødelighed på smoltene i området mellem turbineudløb og gitteret. Derfor undersøgtes området d. 3/6. Dette foregik ved at opdele området med et spærrenet. Den nederste halvdel (mellem spærrenet og gitter) blev herefter elfisket gentagne gange og alle fangne fisk blev fjernet. Ved efterfølgende befiskninger d. 12/6 og 14/6 blev bestanden af sandart estimeret. Endvidere blev sandarter fanget d. 3/6 og 14/6 maveundersøgt for smolt og smoltmærker. Resultater fremgår af appendiks C.

Temperatur og vandføring
Vandets temperatur blev målt kontinuert med en Mylog datalogger opstillet ved henholdsvis Kongensbro og Gudenåcentralen. Gennemsnitstemperaturerne er fundet ud fra disse datasæt.

Vandføringsdata er hentet fra målinger ved Tvilumbro (DMU). Disse data er benyttet både på smolt-indtræk og udtræk af søen.

2.3 Udsætninger

Laksehallen udsatte i alt 17.292 1-års laksesmolt fordelt på to udsætningspositioner henholdsvis 3,5 og 9 km opstrøms Kongensbro. Alle smoltene blev før udsætning wiremærket (wiretagged), finneklippet og en del panjet-tatoveret med farvestofferne Alcian Blue og Irgafin rot P. Endvidere blev der foretaget 2 punktudsætninger mellem turbineudløb og det skråtstillede gitter, ved Gudenåcentralen (se Figur 2) til beregning af fældeeffektiviteten af turbinefælden (se Tabel 1).
I forbindelse med andre undersøgelser (Hansen og Thomassen, in prep) i Gudenåsystemet, er der foretaget udsætninger af ørredsmolt længere opstrøms i Gudenå-systemet. Disse fisk var panjet-tatoveret og enkelte var finneklippet. Fangsten af disse fisk er medtaget i undersøgelsen (Tabel 1), og benyttes til estimering af nedtrækket af ørredsmolt ved Kongensbro Alle udsatte fisk var smoltificerede ved udsætningen.

Tabel 1: Oversigt over udsætninger af laks- og ørredsmolt i Gudenå-systemet i forbindelse med undersøgelsen.

Art	Udsætningsdato	Vandløb	Lokalitet (se fig. 1)	type	Oprindelse	Antal uds.
Laks	18/4	Gudenå	Svostrup bro	1 års smolt	Laksehallen	12198
	18/4	Hinge Å	Haugård bro	1 års smolt	Laksehallen	5094
	22/5	Gudenå	Gudenåcentralen	1 års smolt	Laksehallen	138
	3/6	Gudenå	Gudenåcentralen	1 års smolt	Laksehallen	100
	I alt					17530
Ørred	18/4-27/5	Gudenå	Tvillum bro	1-3 års smolt	Vild*	101
	19/4-30/5	Gudenå	Tvillum bro	1 års smolt	Opdræt	582
	I alt					683

* Vilde ørredsmolt fanget i fælde ved Vestbirk Kraftværk.

2.4 Behandling af fangsten

Alle fisk i fælderne blev målt, optalt og artsbestemt. Blanke ørred- og lakseungfisk mellem 7 og 33 cm blev regnet for smolt. Smoltene blev undersøgt for genfangstmærker, finneklip, panjet-tatovering og nosetagging.

De fangede ørreder kunne forholdsvis nemt opdeles i "vilde ørreder" stammende fra udsætning af 1-års, ½-års og yngel ifølge udsætningsplan, samt naturlig produktion i åen, og "udsatte ørreder", bestående af både mærkede fisk og umærkede fisk med tydelig dambrugsoprindelse (afbidte finner, orange pletter osv).

Laksene blev opdelt på udsætningsgruppe og stamme.

I perioden 30/4 til 3/5 blev i alt 29 vilde ørredsmolt i størrelsen 16-24 cm frasorteret til radiomærkning ved Kongensbro. Kun ubeskadigede, livlige smolt blev udvalgt til radiomærkning.

Alle øvrige smolt fanget i fælderne blev målt (totallængde nedrundet til nærmeste halve cm) og genfangst-mærket med et ankermærke i ryggen. For yderligere detaljer om disse fisk henvises til Holdensgaard *et al.* (1997).

2.5 Beregninger

Nedtræk af smolt ved Kongensbro

Nedtrækket af udsatte smolt til Tange Sø ved Kongensbro er beregnet ved at korrigere for dødelighederne på strækningen fra udsætningstedet til fælderne (Tabel 2) med dødelighedstal på samme strækning i 1994-96 (Holdensgaard *et al.* 1997). Dødelighedstallet findes kun for laksesmolt, og i mangel af bedre er det også benyttet på begge grupper af ørredsmolt. Da der er konstateret øget dødelighed som følge af fangst og mærkning (se undersøgelsesprocedure), er det kun fisk, som ikke er fanget og mærket i fælderne ved Kongensbro, der er brugt i beregningerne over overlevelsen i Tange Sø. Disse smolt betegnes fremover som umærkede. Under forudsætning af at dødelighederne i de 3 år er ens og at udsætningerne af ørred ved Tvillum er repræsentative, kan antallet af nedtrækkende vilde ørredsmolt til Tange Sø beregnes ud fra forholdet mellem mærkede og umærkede fisk i fangsten (Ricker 1975):

(1)
$$N = \frac{(M+1)(C+1)}{(R+1)}$$

Hvor
N = det estimerede smoltudtræk
M = antal mærkede smolt totalt
C = antal fangne smolt
R = antal mærkede smolt i fangsten

Fældens effektivitet (P) kan beregnes som:

(2)
$$P = \frac{R}{M}$$

Udtræk fra Tange Sø

Ved Gudenåcentralen er beregningerne af udtrækket foretaget på basis af punktudsætningerne nedenfor turbinerne. Endvidere er der lavet en tilbageberegning, der korrigerer for effekter af passage og prædation umiddelbart neden for Gudenåcentralen, beregnet på basis af elfiskeriet (se undersøgelsesprocedure s. 3). Beregning af passage- og prædationseffekter på de udtrækkende smolt fremgår af Appendiks C.
På grund af de ovennævnte problemer omkring passage/prædation er udsætningen den 22/5 (se Tabel 1) ikke benyttet til effektivitetsberegning af turbinefælden. Efter elfiskeriet d. 3/6 udsattes et antal mærkede laksesmolt neden for spærrenettet (Tabel 1). Disse fisk må formodes at have været udsat for minimal prædation p.g.a. elfiskeriet, og giver derfor et mere realistisk tal for turbinefældens effektivitet. Det antages at denne udsætning repræsenterer udtrækket af smolt og derfor kan benyttes til at estimere udtrækket af smolt ved Gudenåcentralen ved hjælp af formel 1.

Tabel 2: Udsætninger af laks- og ørredsmolt i Gudenå-systemet i forbindelse med undersøgelsen. Udsætningerne er korrigeret for dødeligheder på strækningen ned til Kongensbro. Udsætningslokaliteternes afstand til smoltfælderne samt antal fangster pr. lokalitet er angivet.

Art	Lokalitet (se fig. 1)	Afstand (km)	Oprindelse	Antal uds.	Korr. For dødeligheder	Fangst	Fangst i fælder (%)
	Svostrup bro	9,0	Laksehallen	12198	12012	5285	44,0
Laks	Hinge å	3,5	Laksehallen	5094	5064	2024	40,0
	Gudenåcentralen	0	Laksehallen	138	138	39	28,3
	Gudenåcentralen	0	Laksehallen	100	100	33	33,0
	I alt			17530	17314		
	Tvillum bro	6,5	Vilde	101	100	17	17,0
Ørred	Tvillum bro	6,5	Opdræt	582	576	155	26,9
	I alt			683	676		

Forventet smoltudvandring

Tidligere undersøgelser har dokumenteret meget store dødeligheder af smolt i Gudenåen opstrøms Silkeborg (Rasmussen 1994). Det betyder at bidraget af smolt fra denne del af åen er forsvindende lille. Derfor medtages kun smolt produceret nedenfor Silkeborg Langsø i beregningerne. Den forventede ørredsmoltudvandring fra Gudenå-systemet fra Silkeborg til Kongensbro og i Tange Sø kan beregnes ud fra den naturlige produktion af halvårs vilde ørreder og udsætningen af yngel, halvårs og etårs ørreder. De vigtigste vandløb fra Silkeborg til Kongensbro er Gjern Å, Hinge Å, Linå og Voel Bæk og de vigtigste tilløb til Tange Sø er Tange Å, Borre Å og Gjelå. Tabel 3 giver det forventede smoltudbytte på baggrund af udsætningsplanen for Gudenå 1994 (internt FFI-notat 1996). Populationsstørrelsen af vilde ørreder estimeres om efteråret, hvorfor vilde smolt benævnes "halvårs vilde".

Indtrækket af smolt i Tange Sø fra tilløb nedenfor Kongensbro er beregnet ud fra disse estimater. For at korrigere for årsvariationen i 1996 i forhold til det forventede er nedenstående formel benyttet:

(3)
$$T_{bs} = T_{fs} * \frac{K_{ks}}{K_{fs}}$$

Hvor T_{bs} = Beregnet nedtræk af smolt i Tange Sø
T_{fs} = Forventet nedtræk af smolt i Tange Sø
K_{ks} = Konstateret nedtræk af smolt ved Kongensbro
K_{fs} = Forventet nedtræk af smolt ved Kongensbro

Tabel 3: Forventet størrelse af ørredsmoltpopulation.

Silkeborg-Kongensbro	halvårs vilde	yngel	halvårs udsatte	etårs udsatte
Populationsstørrelse	33666	13200	3200	7500
Forventet smoltudbytte i %	10	2,5	10	25
Forventet absolut smoltudbytte	3367	330	320	1875
Forventet samlet absolut smoltudbytte			5892	

Tilløb til Tange Sø	halvårs vilde	yngel	halvårs udsatte	etårs udsatte
Populationsstørrelse	18183	11000	4900	5600
Forventet smoltudbytte i %	10	2,5	10	25
Forventet absolut smoltudbytte	1818	275	490	1400
Forventet samlet absolut smoltudbytte			3983	

Beregningen af dødelighed per km. i søen er beregnet ud fra følgende formel:

(4)
$$M_{km} = 1 - \left(\frac{L_u}{L_i}\right)^{\frac{1}{n}}$$

Hvor M_{km} = Dødelighed af smolt per km i Tange Sø
L_i = Antallet af nedtrækkende smolt i Tange Sø
L_u = Antallet af overlevende smolt
n = Længden af Tange Sø i km.

2.6 Radiomærkning

I alt 79 ørred- og laksesmolt fik i begyndelsen af maj indopereret miniature radiosendere, hvorefter de blev udsat opstrøms Tange Sø, ved Kongensbro, og deres vandring gennem Tange Sø fulgt.

Der blev brugt tre grupper af fisk: 29 ørredsmolt fanget i fælde i Gudenåen v. Kongensbro.
25 Ætran laksesmolt og
25 Burrishoole laksesmolt opdrættet af Laksehallen.

Laksesmoltene, der alle var 1 års fisk (1+) mellem 16 og 19 cm, blev taget direkte fra bassinerne i Laksehallen, bedøvet og senderen indopereret. Ørredsmoltene var mellem 15 og 24 cm og overvejende 2+ og 3+ fisk (Appendiks A). Disse fisk blev fanget i Gudenåen i smoltfælden ved Kongensbro og gik op til 2 dage i opbevaringsnet før bedøvelse og operation, der her foregik direkte ved åen.

Udstyr
Senderne var af typen ATS int. smolt Model 377 og ATS int. Smolt Model 384. Senderne vejede henholdsvis 1.4 og 1.7 gram og har en forventet levetid på henholdsvis 20 og 35 dage. Hver sender har forskellig kombination af frekvens/pulsrate og hver mærket fisk er således individuelt genkendelig på sit signal. Alle sendernes frekvenser ligger i området fra 142.000 til 142.500 MHz. Sendernes rækkevidde på land er 1-3 km, i vand dog væsentlig kortere (400-600 meter).
Til den manuelle pejling benyttedes en transportabel modtager (R2100, Advanced Telemetry Systems Inc.) koblet med en 4-elements Yagi antenne. De automatiske lyttestationer bestod af en datalogger (Dcc II D 5041, Advanced Telemetry Systems Inc.) og en modtager (R2100) koblet til en 4- eller 9-elements Yagi antenne.

Mærkning- og udsætningsprocedure
Senderne blev alle indopereret i bughulen. Operationen foregår ved at fisken bedøves, tages op og placeres med bugen opad i et dertil fremstillet mærkerør foret med våd køkkenrulle. Bughulen åbnes med et lille (8-10mm) snit, hvorefter senderen forsigtigt lægges ind. Herefter føres antennen ud gennem et lille hul lavet med en tyk nål i siden af bugen. Såret lukkes med to-tre sting og fisken er klar til opvågning og udsætning.
For observation af mærkeskader/dødelighed gik laksesmoltene et døgn efter operation i bassin i Laksehallen. Ørredsmoltene gik et døgn efter operation i opbevaringsnet.

Alle 50 laksesmolt blev udsat samtidigt d. 1/5 kl. 16. Fjorten ørredsmolt blev udsat sammen med laksesmoltene, mens de resterende 10 blev udsat d. 3/5 kl. 15. Fem ørreder var døde eller i dårlig stand efter opholdet i opbevaringsnettet. Disse fisk blev frasorteret inden udsætning.

Pejlingsprocedure
Efter udsætning af første gruppe af fisk d. 1/5, sporedes de mærkede fisk ved hjælp af manuel pejling og positionering fra båd. De første to døgn blev der pejlet både morgen og aften, og derefter dagligt de næste 16 døgn. Den sidste manuelle pejling gennem hele søen, blev foretaget d. 17/5.

Desuden blev fiskene registreret af automatiske lyttestationer tre steder;

1. 700 meter nedstrøms Kongensbro
2. Ved Ans Bro
3. I indløbskanalen til Gudenåcentralen.

Lyttestationerne kørte kontinuert igennem undersøgelsesperioden, undtagen stationen ved Gudenåcentralen, som var ude af funktion den 18/5 - 20/5. Lyttestationerne blev nedtaget først i juni.

Når et signal hørtes, bestemtes fiskens position og denne noteredes sammen med dato og klokkeslet på et kort over søen. Ud fra disse pejlinger og registreringerne fra lyttestationerne dannedes et detaljeret billede af den enkelte smolts vandring.

Når der på baggrund af en smolts adfærd (f.eks. ophold på lavt vand/vegetation) var mistanke om, at den var blevet ædt, blev der elfisket, og prædatoren forsøgtes opfanget og maveundersøgt.
Forsvundne smolt antages at være ædt af fugle, og ført bort fra undersøgelsesområdet.

Beregninger
Årsagfordelingen til smolttab kan beregnes som (modificeret efter Koed 1995):

(5)
$$M_{tab} = \frac{S_{tab}}{S_{tot} - (S_{mor} + S_{pas})}$$

hvor

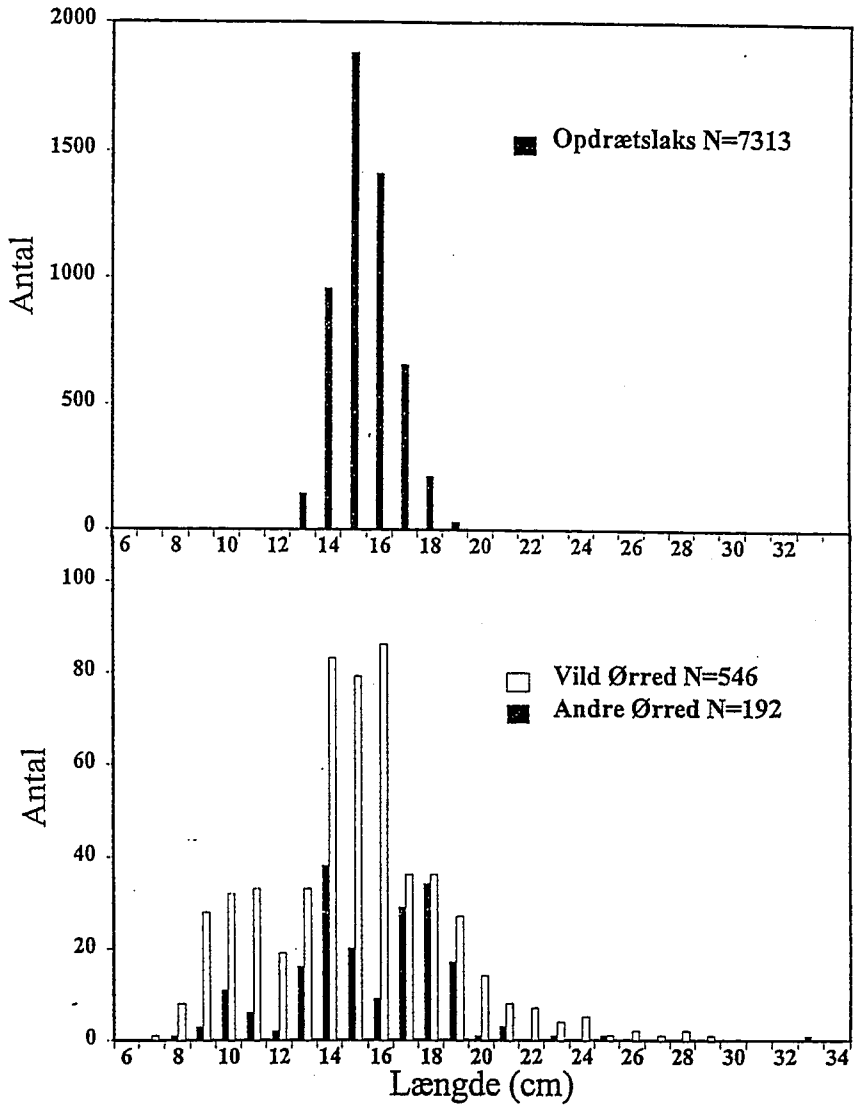
M_{tab} = Størrelsen af smolttabet som følge af specifik årsag
S_{tab} = antal radiomærkede smolt mistet i søen som følge af specifik årsag
S_{tot} = totalt antal udsatte radiomærkede smolt
S_{mor} = antal udsatte radiomærkede smolt døde af ukendte årsager
S_{pas} = antal passerede radiomærkede smolt

Vandring
Smoltenes vandringshastigheder er beregnet ud fra registreringer på de automatiske lyttestationer, altså på strækningerne fra Kongensbro-Ans og Ans-Gudenåcentralen.
Døgnvariation i vandringen er beregnet på basis af manuelle pejlinger morgen og aften de 2 første dage efter udsætning.

3. RESULTATER

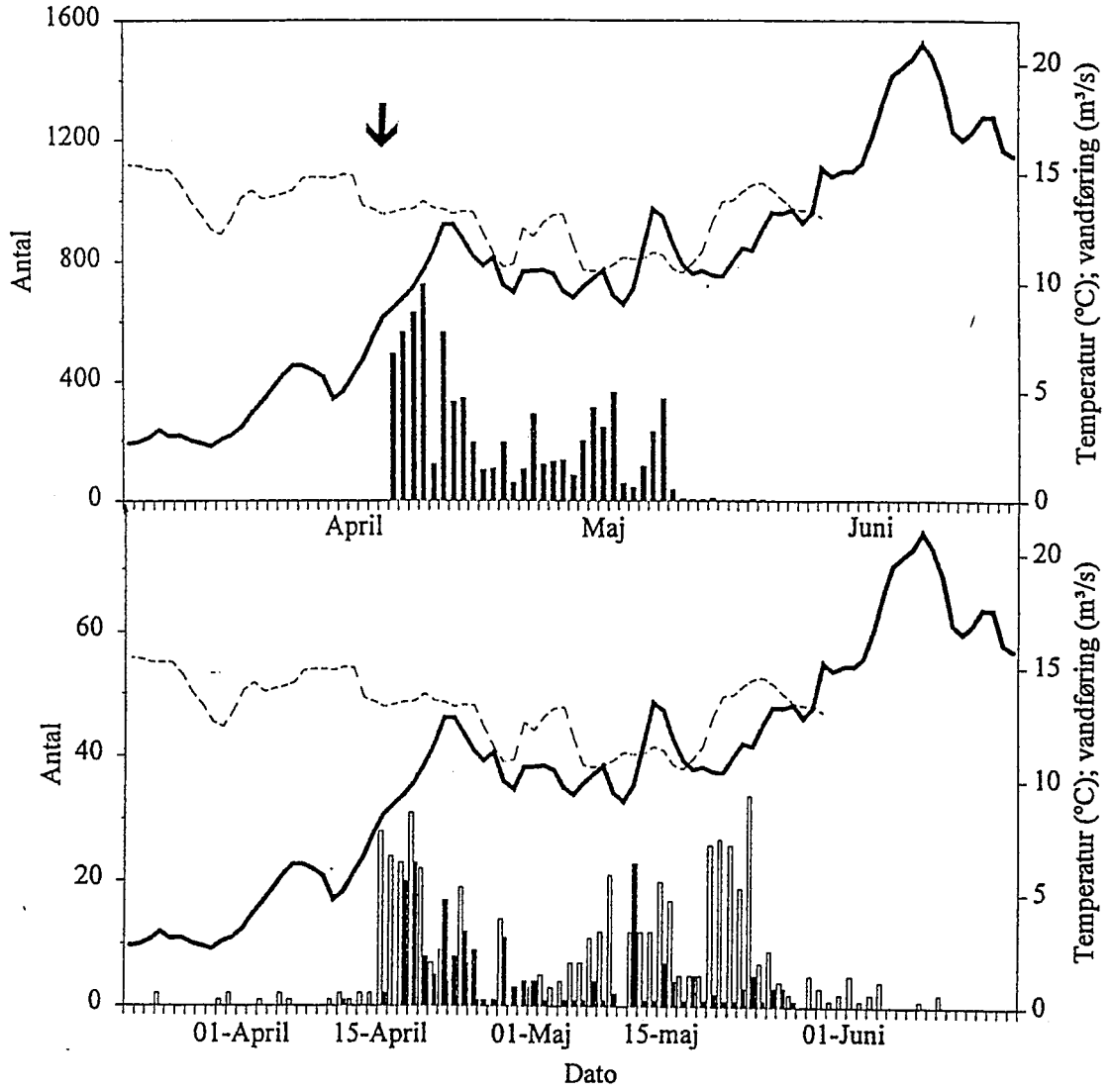
3.1 Fangst

Indtræk i Tange Sø ved Kongensbro



Figur 4. Totalfangsten af ørred- og udsatte laksesmolt i Krofælden, fordelt på længde.

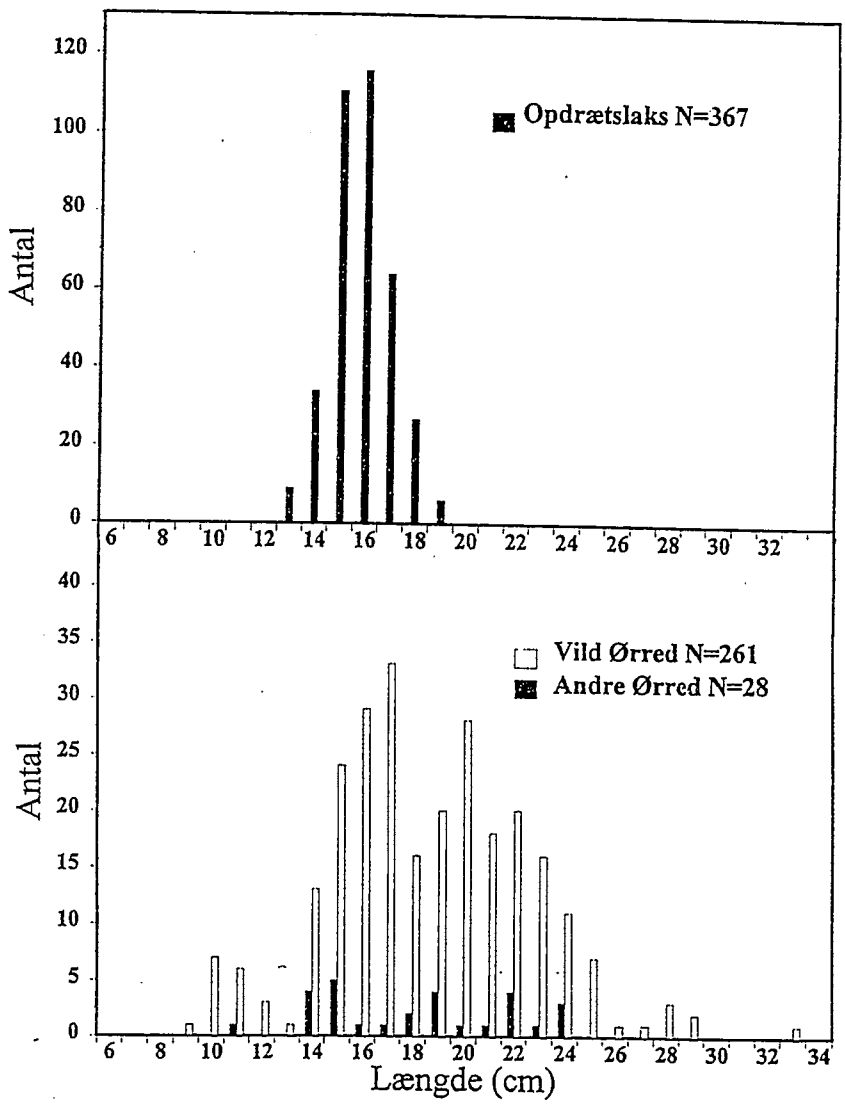
Totalfangsten af ørredsmolt og udsatte laksesmolt fordelt på længde ses i Figur 4. Gennemsnitslængden for de fangede laksesmolt er 15,2 ± 1,1 cm (Tabel 4). Gennemsnitslængden for ørredsmoltene er for vild ørred 14,9 ± 3,6 cm og for gruppen udsatte ørreder 15,3 ± 2,8 cm Længderne af laksesmolten ligger i et snævert interval, mens der for ørrederne er større spredning. For vildørreders vedkommende anes en fordeling med tre toppe, der formodentlig afspejler aldersfordelingen. Den fordeling anes også for udsatte ørreder, men her skyldes den, at de forskellige grupper, der indgår har forskellig oprindelse og derfor forskellig længde.



Figur 5. **Daglig fangst af ørred og laksesmolt (udsat den 18/4) i fælden ved Kongensbro, med sammenhørende gennemsnitstemperaturer ved Kongensbro (fuldt optrukken linie) og vandføring (stiplet linie). Øverste diagram viser laks. Nederste diagram viser ørreder, hvor hvide søjler repræsenterer vilde ørredsmolt og sorte søjler udsatte ørredsmolt. Pilen markerer udsætningstidspunktet for laksesmoltene.**

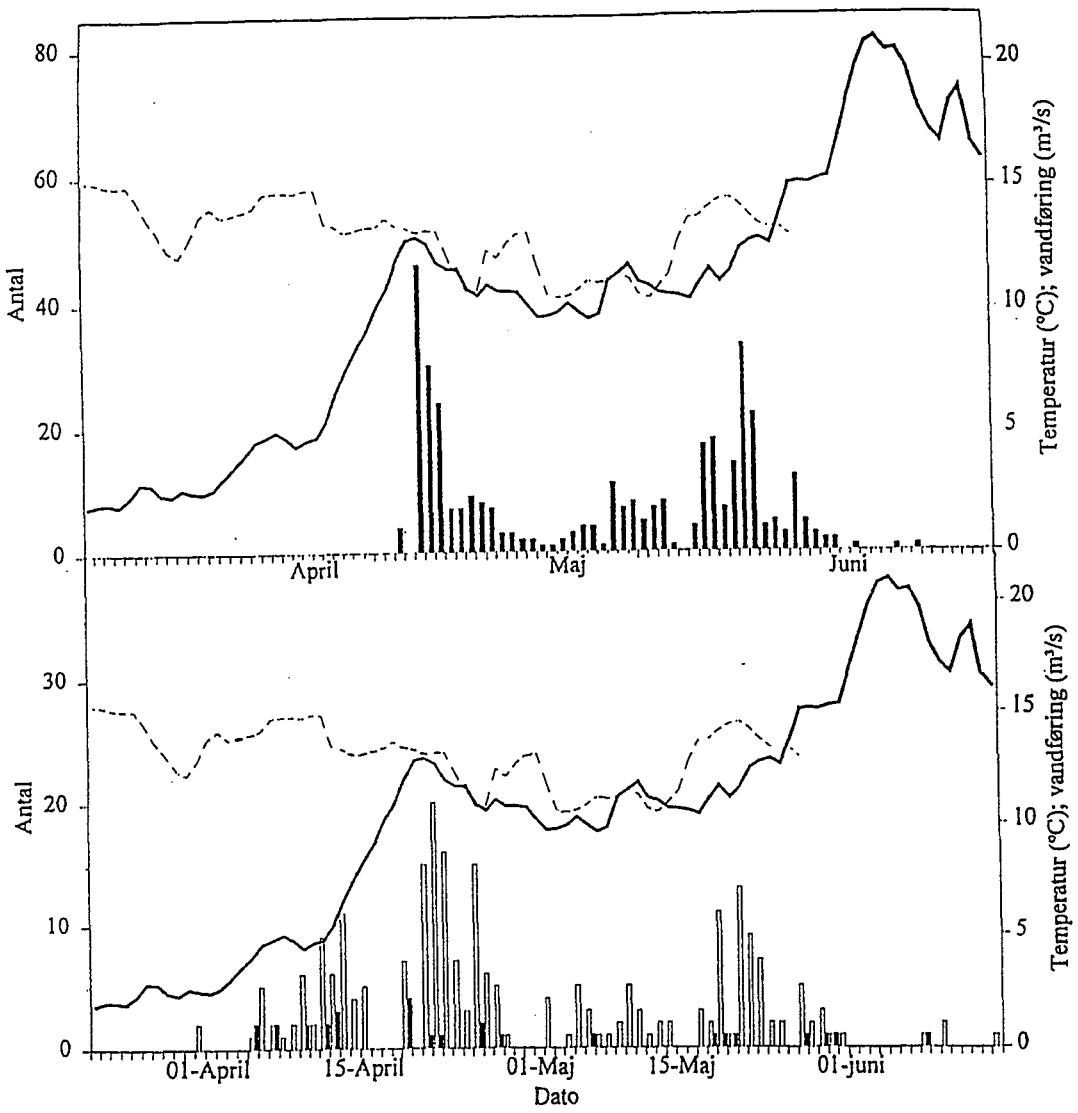
På Figur 5 ses den daglige fangst i fælden ved Kongensbro sammenholdt med gennemsnitlig vandføring og vandtemperatur. Der ses en markant top i nedtrækket af laksesmolt umiddelbart efter udsætningen og nedtrækket er forbi medio maj. Nedtrækket af ørredsmolt begynder sporadisk sidst i marts og slutter først i juni. Der ses for begge arter tilsyneladende en sammenhæng mellem vandtemperatur og nedtræk, specielt midt i april, hvor der er markante toppe for begge arter. Det ses også, at hovedtrækket af vilde ørredsmolt starter, når temperaturen når op på ca. 8 °C. Sammenhængen er dog ikke signifikant.
Der ses ingen umiddelbar sammenhæng mellem vandføring og nedtræk. Sidst i maj er der dog en top for ørredsmoltens nedtræk, men vandføringsstigningen i denne periode er sammenfaldene med en temperaturstigning.

Udtræk af Tange Sø ved Gudenåcentralen



Figur 6. **Totalfangsten af ørred- og udsatte laksesmolt i fælderne ved Gudenåcentralen, fordelt på længde.**

Antallet af smolt fordelt på længde ved Gudenåcentralen ses på Figur 6. Som ved fangsterne i fælden ved Kongensbro ses der for laksene en snæver fordeling omkring gennemsnitslængden på 15,6 ± 1,2 cm. For ørrederne ses et mere spredt fordeling med en gennemsnitslængde på 18,4 ± 4,0 cm (Tabel 4). En fordeling med tre toppe anes også her. For gruppen udsatte ørreder ses en meget stor spredning, og det er på grund af det ringe antal fisk ikke muligt at se en eventuel tretoppet fordeling magen til den observerede fordeling ved Kongensbro. Gennem-snitslængden for denne gruppe ørreder er 18,2 ± 3,8 cm.



Figur 7. Daglig fangst af ørred- og udsatte laksesmolt i fælderne ved Gudenåcentralen, med sammenhørende gennemsnitstemperaturer ved Gudenåcentralen (fuldt optrukken linie) og vandføring (stiplet linie). Øverste diagram viser laks. Nederste diagram viser ørreder, hvor hvide søjler repræsenterer vilde ørredsmolt og sorte søjler udsatte ørredsmolt

Udtrækket af smolt ved Gudenåcentralen fordelt på dato samt gennemsnitlig vandføring og temperatur ses på Figur 7. Der ses her, i lighed med Kongensbro fangsterne, at være en sammenhæng mellem stigende temperatur og øget udtræk. Sammenhængen er dog ikke signifikant. Sidst i maj ses der også her et stigende udtræk formodentlig som følge af øget temperatur og/eller øget vandføring.

3.2 Smoltnedvandring:

Der er forskel på gennemsnitslængderne på smolt fra Kongensbro og Gudenåcentralen (Tabel 4). Smoltene er større ved udtrækket af Tange Sø end ved nedtrækket i søen. Dette er dog kun signifikant for gruppen af vilde ørredsmolt (t-test, p = 0,003).

Tabel 4: Totalfangst af laks- og ørredsmolt i øverste fælde ved Kongensbro, samt fælderne ved Tange. Effektiviteter (P) er opgivet i %. Ved Gudenåcentralen er effektiviteten af turbinefælden angivet først, mens det andet tal refererer til trappefælden. Smoltgruppernes gennemsnitslængde og S.D.-værdier i cm er angivet i parentes.

Type		Laks	Vild ørred	Udsat ørred
Fangst	Kongensbro	7313 (15,2 ± 1,1)	575 (14,9 ± 3,6)	192 (15,3 ± 2,8)
	Gudenåcentralen	367 (15,6 ± 1,2)	261 (18,4 ± 4,0)	28 (18,2 ± 3,8)
P*	Kongensbro	42,8 %	17,0 %	26,9 %
	Gudenåcentralen	33/100 %	33/100 %	33/100 %

* P beregnet efter formel (2), undtagen trappefælden

De beregnede smoltnedtræk ved Kongensbro fremgår af Tabel 5. Nedtrækket er for udsatte laksesmolt 17076 stk. og for udsatte ørreder 771 (731-1011) stk. Det estimerede nedtræk af vilde ørredsmolt er på 3232 (2133 - 5647) stk.

Tabel 5: Estimeret ørred- og laksesmoltnedtræk ved Kongensbro til Tange Sø.

	*Laks	*Vild ørred	*Udsat ørred
Mærkede (M)	-	100	675
Fangede ©	-	575	186
Genfangster (R)	-	17	163
95% konf.int. R	-	9,2-26	124-172
Pop. str. (N)	17076	3232	771
95% konfidens-interval for N	-	2155-5704	731-1011
Forventet antal	-	5892	-

*Estimater er beregnet ved hjælp af "Modificeret Petersen metode" (Ricker 1975). For laks dog alene ved hjælp af at korrigere udsætningerne for dødelighed.

Det totale estimerede indtræk i Tange Sø af umærkede smolt fremgår af Tabel 6. For laksesmoltene drejer det sig om 8715 stk. og for vilde ørreder 4859 stk. Gruppen udsatte ørreder kan kun estimeres ved Kongensbro, og her drejer det sig om 558 stk.

Tabel 6: Beregnet indtræk af umærkede ørred- og laksesmolt i Tange Sø.

	Laks	Vild ørred	*Udsat ørred
Nedtræk af smolt	17076	3232	771(576)
- Fanget og mærket	8361	558	213(168)
Tilbageværende	8715	2674	558(408)
Tilløb nedstrøms Kongensbro	-	**2185	?
I alt	8715	4859	558+

* Tal i parentes er "kendte"grupper (smolt mærket i forbindelse med andre undersøgelser) fra Kongensbro.
** Beregnet efter formel 3.

Tabel 7: Beregnet udtræk af umærkede smolt fra Tange Sø

	Laks	Vild ørred	*Udsat ørred
Fangede i Turbinefælde	290	244	28(8)
Fangede i fisketrappe	49	11	5
**Pop. str. (N) forbi gitter	913	739	76(29)
95% konfidens-interval for N	669-1249	533-1021	56-104
**Pop. str. (N') igennem sø	1186	884	89(38)
95% konfidens-interval for N'	865-1628	637-1222	65-122

* Tal i parentes er "kendte"grupper (smolt mærket i forbindelse med andre undersøgelser) fra Kongensbro.
** Incl. fangster i fisketrappe.

Udtrækket af umærkede smolt fra Tange Sø fremgår af Tabel 7. Udtrækket ned forbi Gudenå-centralen er estimeret til 913 stk. laksesmolt, 739 stk. vilde ørredsmolt og 76 stk. udsatte ørredsmolt. Disse tal omfatter smolt fanget i fisketrappen og det estimerede antal smolt, som trækker forbi gitteret nedstrøms Gudenåcentralen. Korrigeres der for den beregnede prædation ved Gudenåcentralen fås antallet af smolt som trækker ud af Tange Sø. Antallet af smolt som trækker ud af Tange Sø er lidt højere. For laks 1186 stk., for vilde ørred 884 stk. og for udsatte ørredsmolt 89 stk.

Tabel 8: "Overlevelse" af smolt igennem Tange Sø i %.

	Laks	Vild ørred	*Udsat ørred
Forbi Gitter	10,5 % (7,7-14,3 %)	15,2 % (5,9-33,4 %)	*7,1 %
Igennem Sø	13,6 % (9,4-18,1 %)	18,2 % (7,1-40,0 %)	*9,3 %

* Beregnet ud fra kendte grupper af ørred ved Kongensbro (se Tabel 6 og 7).

Divideres udtrækket af umærkede smolt ved Gudenåcentralen med indtrækket i Tange Sø af samme gruppe fås overlevelsen af smoltene under passage af Tange Sø. Disse tal fremgår af Tabel 8. For laksesmoltenes vedkommende passerer 13,6 % igennem søen, mens 10,5% kommer forbi gitteret nedstrøms Gudenåcentralen. De respektive tal for vilde ørredsmolt er en anelse højere henholdsvis 18,2 % og 15,2 %. Gruppen udsatte ørreder kan ikke beregnes nøjagtigt p.g.a. et ukendt bidrag af fisk i denne gruppe fra tilløbene nedstrøms Kongensbro. Beregningen er derfor kun foretaget på grupper af "kendte" (ørredsmolt mærket i anden sammenhæng) fisk ved Kongensbro og Gudenåcentralen.
Tallene viser en ca. halvt så stor overlevelse for udsatte ørredsmolt, hvor 9,3 % kommer igennem søen og 7,1 % kommer forbi gitteret.

Ved at kombinere konfidensintervallerne for henholdsvis indtræk og udtræk af Tange Sø, fås et mål for hvor sikre tallene for overlevelse i søen er. Beregningen er ikke udført for udsatte ørredsmolt. Tallene er vist i parentes i tabel 8. Overlevelsen for laksesmolt igennem Tange Sø ligger imellem 9,4 til 18,1 % mens de tilsvarende tal for de vilde ørredsmolt ligger mellem 7,1 og 40,0 %.

3.3 Radiomærkning

Mærkning
Implanteringen af senderne forløb problemfrit. Påvirkningen af fiskene syntes minimal. Et døgn efter implantering udviste alle 50 laksesmolt tilsyneladende normal svømmeadfærd og fødeindtagelse i bassinet. Af ørrederne var i alt 5 døde eller skadede efter et døgn i opbevaringsnet. Disse blev selvfølgelig ikke udsat, men 4 af senderne blev sat i nye fisk, og der blev således udsat 24 radiomærkede ørreder i alt.

Vandring
19 (4 ørreder og 15 laks) af de 74 udsatte fisk var stadig efter 1 døgn mindre end 500 meter fra udsætningsstedet. For to mærkede laksesmolt blev der ikke registreret nogen vandring, disse befandt sig stadig ved undersøgelsens afslutning mindre end 100 m fra udsætningsstedet. Disse to er ikke medtaget i beregningerne fremover. Efter 3 dage passerede den første fisk Gudenåcentralen og yderligere 3 smolt passerede efter 4 - 5 dage. Den 5. smolt passerede efter 17 dage.

Der var tre tilfælde af vandring opstrøms fra udsætningsstedet. En ørredsmolt og to laksesmolt

var i henholdsvis 4, 7 og 13 dage i åen opstrøms fælden og udenfor pejlerækkevidde. Alle tre vandrede senere ned i søen. I Appendiks B ses udvalgte eksempler på enkelte fisks vandring.

Der foregik nogen vandring om dagen, men fiskene var mest aktive om natten. På basis af de to første døgns morgen- og aftenpejlinger er forholdet mellem dag- og natvandring beregnet (se Tabel 9). Det samme mønster ses både for ørred og laks.

Ud fra signalstyrken og positioneringen var det tydeligt, at smolten i søen svømmede aktivt rundt i de frie vandmasser og sjældent tog ophold i nærheden af bredden. Smoltene svømmede i søen med hastigheder op til godt 1 km/t. Ørrederne var i gennemsnit hurtigere end laksen (se Tabel 9), dog ikke signifikant. På basis af gennemsnitshastighederne (Tabel 9) kan det beregnes at en laksesmolt vil være gennemsnitligt ca. 68 timer om at passere igennem Tange Sø, mens det tilsvarende tal for ørredsmolt er knap 54 timer.

Indsnævringen ved Ans Bro, hvor søen kun er ca. 25 m bred, synes at virke som en hindring for smoltens nedvandring. Ørredsmoltene blev således gennemsnitligt forsinket i ca. 25 timer og laksesmoltene i ca. 19 timer (data ikke vist). Endvidere var der en del radiomærkede smolt, som simpelthen ikke kom igennem, men blev i den øvre del af søen.

De fisk, der passerede Ans Bro, svømmede ret hurtigt op til den nordlige ende af søen hvor udløbet er. Det så ud til, at smoltene havde problemer med at finde ind i udløbskanalen, og at en del smolt, der fandt ind i kanalen, faktisk vendte om og svømmede tilbage i søen. Ud af i alt 13 smolt, der blev registreret af lyttestationen ved indløbskanalen til Gudenåcentralen, var der 5, der passerede. Resten gik tilbage i søen.

Tabel 9: Gennemsnitlige vandringshastigheder (km/t) og døgnvariation af vandringslængde (km) for radiomærkede smolt igennem Tange Sø.

	Laks	Vild ørred
*Kongensbro - Ans	0,285 (0,035-1,000)	0,421 (0,090-1,143)
*Ans - Tange	0,175 (0,046-0,433)	-
*Samlet Kongensbro - Tange	0,245	0.421
**Vandringslængder dag	0,55 (0 - 3,29)	1,12 (0,1 - 6,7)
**Vandringslængder nat	2,32 (0,1 - 6,7)	3,52 (0,2 - 6,7)
**Vandringslængder dag/nat	0,25	0,32

* Beregnet ud fra lyttestation registreringer.
** Beregnet ud fra pejlinger de 2 første dage.

Dødeligheder

Det var kun få smolt, der kom igennem søen. Ved afslutningen af de daglige manuelle pejlinger d. 17/5 var 5 ud af 48 laks, og ingen ud af 24 ørred var kommet igennem søen. På dette tidspunkt var 4 smolt (3 ørred og 1 laks) stadig i live. Disse smolt er medtaget som overlevende smolt. I Tabel 10 ses en oversigt over den samlede dødelighed i Tange Sø, totalt

og pr. km. Samlet dødelighed på basis af fældefangster er 86,4 % for laks, 81,8 % og 90,7 % for henholdsvis vilde ørreder og udsatte ørreder. Beregnet ud fra radiotelemetri findes en dødelighed på i alt 87,5 % for både laks og vild ørred gennem Tange Sø. Søen er ca. 12 km lang, og man kan således udregne en dødelighed på ca. 16 % pr. løbende km sø for radiomærkede smolt, og 13 - 18 % for smolt beregnet på basis af fældeforsøgene.

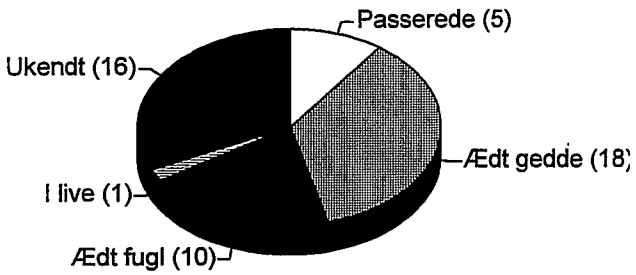
Tabel 10: "Dødelighed" af smolt i alt og pr. løbende km i Tange Sø (%).

	Laks	Vild ørred	*Udsatte ørreder
Dødelighed totalt (Fældefang)	86,4 %	81,8 %	90,7 %
Dødelighed totalt (Radiomærk)	87,5%	87,5 %	-
Dødelighed pr. km. (Fældefang)	15,2 %	13,2 %	18,0 %
Dødelighed pr. km. (Radiomærk)	15,9 %	15,9 %	-

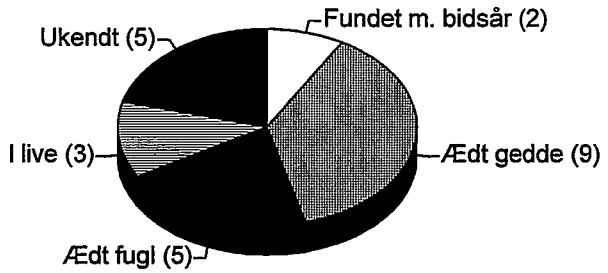
* Beregnet ud fra kendte grupper af ørred ved Kongensbro (se Tabel 6-7)

De radiomærkede smolts skæbne ses i Figur 8. Det ses, at gedden (*Esox lucius* L.) både for laks og ørred er den vigtigste prædator. Under elfiskeri efter smolt, der opførte sig "unormalt" fangedes 14 gedder , der alle havde slugt radiomærkede smolt, én gedde havde endda to sendere i maven. En gedde, fanget af en erhvervsfisker og en anden, fanget af en lystfisker, havde også sendere i maven. Yderligere 10 gedder med sendere i maven observeredes, men blev ikke opfisket. De fangede gedder med sendere i maven var mellem 35 og 100 cm. I fem tilfælde kunne vi direkte pejle signalet fra fugle. Fire smolt var blevet ædt af lappedykker (*Podiceps griseigena* L.), og en smolt var ædt af fiskehejre (*Ardea cinerea* L.). 10 smolt forsvandt pludselig fra området og er antageligt ædt af diverse fugle og ført bort. På søen så vi i perioden flg. potentielle smoltædere: Lappedykker, fiskehejre, fiskeørn (*Pandion haliaëtus* L.), skarv (*Phalacrocorax carbo L.)* og diverse mågearter. To smolt (ørred) blev fundet døende på lavt vand, begge med bidmærker fra rovfisk. Af Figur 8 fremgår det også, at der ikke er nogen væsentlig forskel på dødsårsager hos laks og ørred.

Laks N = 48

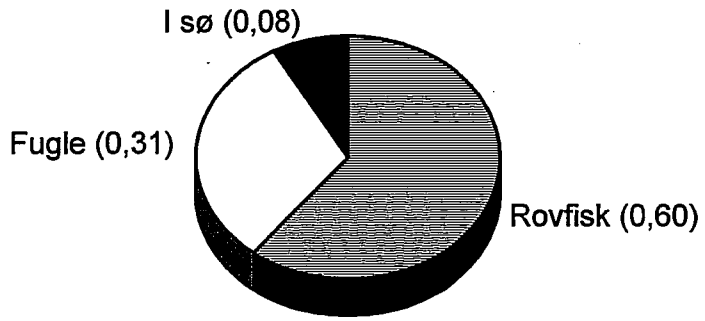


Ørred N = 24



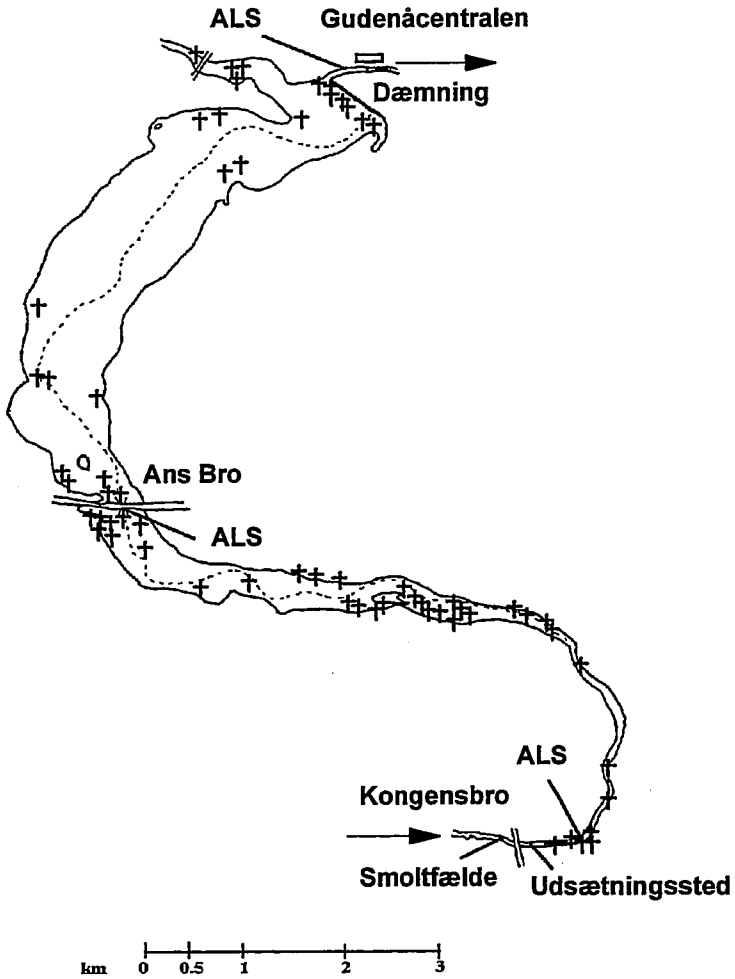
Figur 8. **Lagkage-diagram visende skæbnen af radiomærkede ørred- og laksesmolt. Antallet af smolt er vist i parentes.**

De øvrige 21 mærkede fisks dødsårsag er ikke kendt med sikkerhed. På baggrund af manglende bevægelse og ingen respons på elfiskeri, kan det sluttes, at senderne ligger på bunden. Hvis der ses bort fra disse 21 smolt, og de 5 der har passeret, fås fordelingen af grundene til smolttab (Figur 9). Årsagerne til tabet var først og fremmest prædation. Tabet af 29 smolt skyldes rovfisk, svarende til 60 %, mens fugle stod for 15 stk. svarende til 31 % af smolttabet.



Figur 9. **Diagram visende årsager til smolttab (laks + ørred) i Tange Sø. Fraktion i parentes (N=48).**

I Figur 10 er vist hvor smoltene døde i søen. Det ser ud til at smoltens dødelighed er fordelt over hele søen, undtagen i området ca. 8-10 km fra udsætningsstedet, hvor ingen døde smolt er observeret. Størsteparten af dødeligheden foregår i 3 områder. I den øverste ende af snævre ende af søen, området umiddelbart omkring Ans bro, hvor søen kun er ca. 25 meter bred under broen, og helt neden ved Gudenåcentralens dæmning.



Figur 10. **Geografisk fordeling af dødeligheden af radiomærkede ørred- og laksesmolt i Tange Sø. Sorte kors repræsenterer sidste pejling før klassificeringen som død.**

4. DISKUSSION

Ørred

I undersøgelsesperioden starter hovedudtrækket af ørredsmolt i Gudenåen ved ca. 8 °C. Sammenhængen er dog ikke signifikant for perioden. Dette skyldes formodentlig at smoltudtrækket initieres af den kraftigt stigende temperatur sidst i april. Herved trækker alle smolt, som er klar til at vandre. Efterfølgende temperaturstigninger resulterer således ikke i øget udtræk før midt i maj, hvor en ny gruppe af smolt formodentlig er blevet klar til at vandre. Samtidig har vandføringen tilsyneladende ingen effekt. Det samme mønster for ørredudtrækket er også set ved andre undersøgelser (Koed 1995, Plesner 1994). Flere kilder angiver ellers stigende vandføring som en vigtig faktor (bl.a. Bohlin *et al.* 1993). Forklaringen er formodentlig, at der ingen kraftige vandføringsstigninger har været i perioden.

Størrelsesfordelingen af vilde ørredsmolt ved Kongensbro er fordelt på 3 toppe, afspejlende 3 smoltårgange. Skælprøver viste også at smoltene var 1-3 år gamle.

Det estimerede udtræk af vilde ørredsmolt på 3232 stk. ved Kongensbro er noget lavere end de forventede 5892 stk. (54,3 % af det forventede). I betragtning af den lange og kolde vinter er dette ikke usædvanligt (Saltveit 1990). Mindre smoltudtræk i 1996 end forventet er også observeret i andre undersøgelser (Hansen & Thomassen *in prep.*, Dieperink, C. pers. medd.)

Laks

Udtrækket af laksesmolt starter lige efter fiskene bliver sat ud. Fraværet af vilde laksesmolt medfører, at det ikke er muligt at afgøre ved hvilken vandtemperatur laksesmolt-udtrækket starter. I Skjern Å begyndte udtrækket af vilde laksesmolt ved temperaturer omkring 9 °C (Koed 1995). Det er derfor ikke urealistisk at regne med, at et evt. udtræk af naturligt opvoksede laksesmolt i Gudenåen ville starte, når vandtemperaturen om foråret når op på 8-9 °C. I dag findes der dog ingen naturlig produktion af laksesmolt i Gudenåen. Forklaringen er at der ikke har været opgangslaks i området opstrøms Tange Sø siden 1993. Dette skyldes dels den meget ringe opgang forbi Gudenåcentralen, dels at der har været udført opgangsforsøg ved Gudenåcentralen i 1994-1995 (Koed *et al.* 1996).

Fældefangst

Fangst af smolt i fælder er ofte brugt som metode til estimering af antallet af nedtrækkende smolt. I små vandløb kan man fange næsten alle nedvandrende smolt, og derfor få et meget nøjagtigt tal for smoltnedtrækket. Når man derimod arbejder i større vandløbssystemer, må man ofte nøjes med at fange en del af smoltene i sine fælder. For at fangster fra sådanne delfælder kan bruges, må man have et estimat over fældens effektivitet. Det kan være yderst svært at få et godt estimat for effektiviteten, da denne formodentlig varierer både over tid, men også fra en gruppe fisk til en anden.

Fældeeffektiviteterne kan beregnes på forskellig vis, men normalt bruges fangst/genfangstmetoden med mærkning af fisk fanget i fælden. Disse fisk udsættes opstrøms fælden, og andelen af genfangster tages som udtryk for fældens fangsteffektivitet. En lidt anden metode er at udsætte (fra dambrug) et kendt antal fisk umiddelbart ovenfor fælden, og så bruge andelen af disse, der bliver fanget, som udtryk for effektiviteten. Uanset metoden, vil

fældeeffektivitsberegninger altid være behæftet med usikkerhed, idet man er nødt til at gøre en del antagelser. Det er f.eks. nødvendigt at antage, at alle udsatte fisk vandrer nedad åen kort tid efter udsætning, at en gang fangede og håndterede fisk opfører sig "normalt" og at fælden fisker lige effektivt hele tiden. Det er derfor vigtigt at fælden er designet til at fange så stor en del af smoltene som muligt, da estimaterne bliver mere præcise jo større procentdel fælden fanger. På grund af problemerne omkring skader på fiskene ved fangst og håndtering kan dette dog komme i konflikt med et evt. ønske om, at fiskene skal indgå i undersøgelser længere nedstrøms i systemet. På grund af de ovennævnte problemer omkring dødeligheder efter håndtering ville disse antagelser i denne undersøgelser have givet anledning til en betydelig overestimering af indtræk og udtræk af smolt i Tange Sø. Derfor er de genfangede fisk udeladt i beregningerne af smoltnedtræk og udtræk.

Beregningerne ved Kongensbro er i stedet udført ved hjælp af opnåede dødelighedsestimater på vandløbsstrækningen (Holdensgaard et al. 1997). Der har ikke været nogen fysiske ændringer af vandløbet i perioden. Samtidig er åens fysiske udformning på det meste af strækningen af en sådan beskaffenhed, at størsteparten af ørred- og laksesmoltene må antages ikke at kunne finde egnede opvækstområder og derfor vil vandre. Desuden har udsætningerne været så massive, at det er sandsynligt, at prædatorer på strækningen er mættet. Det er derfor sandsynligt at vandløbsdødeligheden ikke varierer væsentligt imellem årene.

Fangstprocenterne (Tabel 4) ved Kongensbro er forskellige for de 3 grupper smolt med laksesmoltene som de mest fangbare (42,8 %), over udsatte ørreder (26,9 %) til de vilde ørredsmolt (17,0 %) som de mindst fangbare. Højere fangstprocenter af laks end ørred er også set i Skjern Å (Koed 1995). I samme undersøgelse er der også observeret forskel i fangstprocenterne på vilde- og udsatte ørreder.

Årsagen til forskellen på fangstprocenter mellem laks og ørred kan skyldes forskelle i vandringsadfærd og dermed fangbarhed. Det er kendt også fra voksne fisk, at laks er mere fangbare i sådanne fælder end ørred (Clausager, P. pers. medd.). Det samme gør sig gældende i forbindelse med forskellen mellem vilde og udsatte ørredsmolt. Også her kan vandringsmønstret spille ind. Endvidere kan der fysiologisk set være en forskel. Vilde ørredsmolt er mere udholdende end udsatte smolt (Schurmann 1996). Dette betyder, at vilde smolt nok i højere grad vil være tilbøjelige til at svømme opstrøms langs med raden, eller uden om, når de opdager garnet, og herved unddrage sig fangst.

Ved Gudenåcentralen spærrer fælden i fisketrappen 100 % og fanger derfor også 100 %. Turbinefælden er beregnet til at fange 33 % på basis af punktudsætninger med laks. Fangstprocenten for turbinefælden er beregnet på basis af en punktudsætning af laks foretaget efter elfiskeriet d. 3/6. Denne udsætning giver det mest nøjagtige estimat, fordi eventuelle prædatorer indenfor gitteret umiddelbart forinden er fjernet eller er blevet påvirket af elfiskeriet. Herved minimeres tabet indenfor gitteret. Det kan dog ikke udelukkes, at turbinefælden har fanget en lidt større andel af de passerende smolt, end der er beregnet i denne undersøgelse. Der er ikke foretaget punktudsætninger af ørredsmolt. De udsætninger af ørredsmolt der har været, er alle foregået før problemerne omkring tab af smolt nedenfor turbinerne blev åbenlyse, og er derfor ikke brugt. I lyset af de forskellige genfangstprocenter beregnet ved Kongensbro, skal genfangstprocenterne fra turbinefælden tages med et vist forbehold med

hensyn til ørredsmolt. Turbinefældens konstruktion er dog af en anden type end krofælden ved Kongensbro. Der er ingen rad smoltene skal vandre langs, og alle fisk, der passerer uden om fælden, skal passere et 20 mm gitter. Vigtigst er dog, at der er et fald ned i fælden fra gitteret på ca. 20-25 cm. Det vurderes som usandsynligt, at ørredsmolten vil forcere dette fald i opstrøms retning (Berg, S. Pers medd.). Der er derfor god grund til at antage, at fangstprocenterne i turbinefælden er nogenlunde ens for de 3 grupper af smolt.

Radiomærkning

Metoden med implantering af sendere i fisk, har i udlandet været brugt i en årrække, som regel med gode resultater, men det er nyt, at sendere, der er små nok til at mærke smolt, er kommercielt tilgængelige. Der foreligger undersøgelser, hvor man over længere perioder har fulgt implanterede fisk og noteret evt. virkninger af operationen (Moore, *et al* 1990, Lucas 1989, Økland pers. medd.). Fælles for resultaterne er en overraskende god overlevelse (100%) og meget få eller ingen langtidseffekter m.h.t. overlevelse, adfærd og vækst (Mellas & Haynes 1985, McCleave & Stred 1975).

Implanteringen af laksesmoltene forløb tilfredsstillende, og observationer af de mærkede smolt 24 timer efter operationen, viste at fisken var i fin form uden synlige adfærdsændringer. Af de 29 radiomærkede ørredsmolt var 5 døde eller i dårlig form 24-48 timer efter operationen. De resterende 24 ørredsmolt virkede friske og var uden synlige skader, da de blev sat ud, De skadede og døde fisk, skyldtes nok i højere grad fangsten i rusen og opholdet i opbevaringsnettet, end selve mærkningen. Det var tydeligt, at smolt, fanget i smoltfælden, ofte havde skader (skæltab), og en del var endda døde. Selvfølgelig var det kun ørreder i god form, samt uden synlige skader, der udvalgtes til radiomærkning. Det er dog klart, at den samlede negative påvirkning fra fangst, opbevaring, bedøvelse, operation og opbevaring indtil udsætning, kan have været betydelig. En del af de ikke mærkede ørredsmolt, der gik i opbevaringsnet i 24- 48 timer sammen med de mærkede fisk, døde også. Generelt må man sige at fangst i denne type smoltfælde og opbevaring i net ikke er den ideelle metode til at skaffe smolt til mærkningsforsøg.

Det kan ikke udelukkes at der for radiomærkede ørreders vedkommende var en effekt af fangst og håndtering. Der var ca. 18 % af de ikke håndterede ørreder, der kom igennem Tange Sø, medens ingen af de 24 radiomærkede ørreder er vist til at komme igennem. I de ovennævnte 18 % indgår dog en del fisk fra tilløb til Tange Sø, deriblandt Tange Å. Disse fisk må formodes at have større chance for at komme igennem søen, p.g.a. den kortere afstand til udløbet (2-3 km), og derfor give anledning til overestimering af overlevelsen af ørredsmolt fra Kongensbro. Desuden ser det ud til, at dødsårsager, vandrings-hastigheder og -tidspunkter for ørred ligner de tilsvarende tal for laks, og derfor har håndteringen formodentlig minimal effekt på overlevelsen.

Vandring
De fleste smolt begyndte deres vandring umiddelbart efter udsætning, og mange var allerede efter den første nat nået helt ned til Ans Bro. Der var dog også en del fisk, der blev i nærheden af udsætningsstedet i flere dage før de vandrede nedstrøms.

Generelt foretrak smolten at opholde sig i de frie vandmasser. Dette afgjordes på baggrund af at langt de fleste pejlinger var over 25 m fra bredden og over relativt dybt vand. Samtidig kunne det ud fra signalstyrken observeres at smolten befandt sig i de øverste vandlag. Ofte befandt de vandrende smolt sig meget tæt på dybderenden (det gamle å-løb), der er markeret med stiplet linie på kortet. På nær en enkelt undtagelse viste det sig, at alle smolt, der befandt sig på lavt vand tæt ved bredden, var i maven på prædatorer.

I forbindelse med andre undersøgelser, der har vist store smolttab gennem søer, har man diskuteret om dødelighederne har været relateret til smoltens vandringsadfærd. Det har således været fremført, at når en smolt kommer ud i en sø og således mister fornemmelsen af strømretning, vil den for at finde gennem søen, søge langs bredden og derved være meget udsat for prædation fra især gedde (Carl & Larsen 1994)

Noget kunne altså tyde på at smolten under vandring gennem Tange Sø er i stand til at navigere uden direkte at følge bredden rundt. Det observeres også, at nogle smolt var meget gode til at finde vej, og at andre havde store problemer (se f.eks. smolt nr. 34 og 64 i Appendiks B). De første 2-3 døgn var den registrerede vandring ensrettet ned mod udløbet, men senere vandrede en del tilbage i retning af udsætningspladsen. En enkelt ørredsmolt vandrede faktisk helt fra Ans Bro og de ca. 7 km tilbage til udsætningspladsen. Opstrøms vandring kan skyldes at det flere gange blæste fra nordlig retning, og således kunne det tyde på, at smolten først og fremmest navigerer efter (overflade) strømmen. Andre kilder angiver også vindretningen som vigtig for smoltens vandring i søer (Thorpe *et al.* 1981). Der var dog også fisk, der vandrede direkte ned til søens udløb, for derefter at svømme op mod Ans bro, uden at vindretningen ændrede sig. Hvis de ikke fandt ud, svømmede de søgende rundt i søen. Problemerne med at finde ud af søen kan være betinget af det kunstige udløb. Der findes dog ingen undersøgelse i vandløb med naturlige søer indskudt, der kan bruges som sammenligningsgrundlag.

De 4 smolt, der stadig var i søen ved de manuelle pejlingers afslutning (3 ørred, 1 laks), kan muligvis være trukket ud af søen ved Gudenåcentralen. Dette er i så fald sket enten de 2½ dage lyttestationen ved Gudenåcentralen var ude af drift, eller efter undersøgelsen var afsluttet. Smoltene vil dog muligvis blive i søen, hvis de overlever, da det er kendt at smolt, der forsinkes væsentligt, mister vandringstrangen og bliver stationære (Hoar 1976). Dette skyldes at fiskens "smoltvindue" ofte kun er på ca. 2-3 uger (Nielsen, C. *in prep*). Inden for denne periode skal fisken nå ud i saltvand ellers afsmoltificerer den og bliver stationær. Ørredsmolt, der tager permanent ophold i en sø, bliver til søørreder, og sådanne er kendt (omend ikke i stort tal) fra Tange Sø (Poulsen, P. pers medd.). Sandsynligheden for at laksesmolt kan gøre det samme, og overleve i længere tid i en sø som Tange, er dog minimal. Teknisk set er en smolt, der forbliver i Tange Sø, at betragte som tabt.

Prædation
21 sendere er pejlet til at ligge på bunden af søen. Enten er smoltene spist og fordøjet af en prædator, hvorefter senderen enten er opgylpet eller kommet ud med fæces, eller smolten er død af andre årsager. Under pejlingerne blev det observeret, at gedder med en radiomærket smolt i maven, var i stand til at fordøje smolten og udstøde senderen på kun få dage. Samtidig er det meget vanskeligt at elfiske andre steder end på det lave vand langs bredden. For ikke at forstyrre smoltens naturlige vandring med elfiskeri, blev dette kun gjort, når der var overvejende sandsynlighed for at smoltene var enten ædt eller død. Derfor var det umuligt at fange alle de rovfisk, der havde ædt radiomærkede smolt og samtidigt være sikre på at levende smolt ikke elfiskedes. Samtidig var smoltene tilstand ved udsætningen så god, at prædation er den mest sandsynlige dødsårsag for gruppen af radiomærkede smolt med ukendt skæbne. Der er altså god grund til at tro, at den reelle prædation er så stor, som resultaterne i Figur 8 viser.

Det er umiddelbart lidt overraskende, at der ikke er registreret smolt ædt af sandart. I lignende forsøg udført i Bygholm Sø (Koed 1993, Larsen & Carl 1994) var det sandarten, der var den vigtigste smolt-prædator. Da det er kendt, at der findes sandart i Tange Sø, var der forventning om at denne fisk også her ville æde mange smolt. Selvom der ikke er tvivl om at gedden var den vigtigste prædator i dette forsøg, kan nogle af smoltene godt være ædt af sandart. Det er klart at gedden, som følge af sin præferens for lavt vand og bredvegetation (Chapmann & Macay 1984 og Diana *et al.* 1977) er lettere at fange ved el-fiskeri end sandarten, der om dagen ynder at opholde sig på dybt vand (Nagiec 1977). Når der pejles om dagen vil en sandart der har ædt en smolt , ofte stå på 4-5 meter vand med senderen i maven. Dette gør mulighederne for at nærpejle signalet meget lille. Desuden er det vanskeligt at elfiske på dybder over 2 meter. Der er derfor en sandsynlighed for at 10 sendere, der pejledes som liggende på bunden på dybt vand, evt. efter at have været forsvundet i en periode, er blevet ædt, fordøjet og udstødt af sandart.

Det var også overraskende at lappedykkere tilsyneladende æder mange smolt på Tange Sø, idet denne fugl ikke normalt regnes som smoltæder. Det er klart, at en radiomærket smolt ædt af en lappedykker er lettere at spore end en smolt ædt af måge, hejre eller skarv, fordi lappedykkerne forbliver i søen, hvorimod hejre, skarv og måger efter endt fouragering flyver tilbage til deres kolonier. Udstødte sendere vil ikke kunne pejles fra søen. På baggrund af ovennævnte, samt de hyppige pejlinger og sendernes rækkevidde, må antagelsen om, at de sendere, der er forsvundet fra området, er fjernet (præderet) af fugle og ført bort, siges at være holdbar.

Dødeligheder
Dødelighederne af nedtrækkende smolt i Tange Sø er meget store (se Tabel 8). Overlevelsen, beregnet på basis af fældeestimaterne, er for laks således kun ca. 14 % igennem søen, mens det tilsvarende tal for ørrederne er henholdsvis ca. 18 % (vilde smolt) og ca. 10 % (udsatte smolt). Ved kombinering af konfidensintervaller fås en overlevelse på mellem 7 og 40 % ved henholdsvis den værst og bedst tænkelige overlevelse. Omregnet giver det en dødelighed pr. km i Tange Sø på 13 - 18 %. Nogenlunde det samme ses for smoltene i radiotelemetri-forsøget. Dødeligheder i denne størrelsesorden er også set i andre undersøgelser af opstemmede søer (Plesner 1994, Munk & Thomsen 1995, Hansen & Thomassen, *in prep*). Lyttestationen ved Gudenåcentralen var ude af drift d. 18/5 - 20/5 og de 4 tilbageværende smolt kunne

have passeret i dette tidsrum uden at blive registreret. Desuden kunne fiskene være trukket ud af søen efter undersøgelsesperioden, eller efter at senderen er holdt op med at sende. Uanset om smoltene er blevet i søen eller trukket ud, er de i live og indgår således ikke i dødeligheden i Tange Sø.

Umiddelbart ser det ud, som om vilde ørreder klarer sig ca. dobbelt så godt som udsatte ørreder. På grund af det ukendte bidrag af smolt fra tilløb nedstrøms Kongensbro og evt. forskelle i disse smolts overlevelse, er det ikke muligt at konkludere endeligt på dette. Andre undersøgelser antyder dog også en større dødelighed på udsatte smolt (Rasmussen 1994). Denne problemstilling bør undersøges yderligere og det genetiske aspekt med hensyn til oprindelse bør også inddrages.

En tidligere undersøgelse af passage gennem turbinerne ved Gudenåcentralen angav kun små dødeligheder på smolt (Berg 1988). Langtidseffekter på smoltene undersøgtes dog ikke. Det er sandsynligt, at turen igennem turbinerne kan forvirre/bedøve smoltene ihvertfald kortvarigt. Hvorvidt det observerede prædationsproblem nedstrøms turbinerne alene skyldes prædation, eller en kombination mellem turbinepåvirkning og prædation vides ikke. Det må dog vurderes som sandsynligt, at det skyldes en kombination. Problemet betyder i overlevelsesmæssig sammenhæng mindre, set i forhold til de observerede dødeligheder i selve søen. Problemet bør dog undersøges og kan muligvis løses ved en total opfiskning af rovfisk i området.

Størsteparten af dødeligheden af smoltene skyldes prædation. Dette underbygges for ørredsmoltens vedkommende af, at gennemsnitslængden af smoltene øges under passage af Tange Sø. Væksten af smoltene under passage af søen er ikke nok til at forklare længdetilvæksten (Ebert, K.M. pers. medd.). Det er derfor sandsynligt at forskellen opstår, fordi de mindste smolt præderes i højere grad, som det også er set andre steder (Bohlin et al. 1993).

5. KONKLUSION

Denne undersøgelse har - i lighed med flere andre undersøgelser, både i Gudenåen og andre vandløb- vist, at både ørred- og laksesmolt er udsat for en meget stor dødelighed, når de skal igennem en opstemmet sø på deres vej mod havet.

I det følgende betegner tallene i parentes henholdsvis den minimale og maksimale skønnede overlevelse. Resultaterne fra fældeforsøgene viser overlevelser på laksesmolt igennem selve Tange Sø på 13,6% (9,4 - 18,1%). Det tilsvarende tal for overlevelse af vilde ørredsmolt er på 18,2% (7,1 - 40,0%). På grund af predation fra rovfisk umiddelbart nedenfor turbinerne ved Gudenåcentralen er overlevelse af laksesmolt forbi gitteret nedstrøms Gudenåcentralen på 10,5% (7,7 - 14,4%). Overlevelse forbi gitteret for vilde ørredsmolt er på 15,2% (5,9 - 33,4%).

Resultaterne af telemetriforsøget viser overlevelser på 12,5% både for laksesmolt og vilde ørredsmolt i Tange Sø, altså stort set det samme som observeret ved fældeforsøgene.

Omregnet svarer resultaterne fra fældeforsøgene til en dødelighed for laksesmoltene på 15,2% pr. km af søen, og på 13,2% dødelighed pr. km for vilde ørredsmolt.

Årsagerne til dødeligheden skyldes dels bestanden af rovfisk og fugle i søen, dels smoltens problemer med at finde ud af søen og det dermed forlængede ophold i søen.

6. REFERENCER

Berg, S, 1988. Fiskenes passage gennem turbineanlæg i Gudenåen. Gudenåkomiteen, Rapport nr. 15.

Bohlin, T., Dellefors, C. og Faremo, U., 1993. Timing of Sea-run Brown Trout (*Salmo trutta*) Smolt Migration: Effects of Climatic Variation. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 50, 1132-1136.

Larsen, M. & J.D. Carl, 1994. Predation from pike (*Esox lucius* L.) and Zander (*Stizostedion lucioperca* (L.)) on down-migrating trout smolts in the Bygholm catchment area. M.Sc.-thesis, Dept. of Inland Fisheries and University of Aarhus.

Chapman, C.A. & Mackay, W.C. 1984. Direct observation of habitat utilization by northern pike. Copeia. Vol. 1. 255-258.

Diana, J.S., Mackay, W.C. & Ehrman, M. 1977. Movements and habitat preferences of northern pike in Lac St. Anne, Alberta. Trans. Am. Fish. Soc. Vol. 106. 560-565.

Hansen, J.A. & Thomassen, N. Specialerapport In prep.

Hansen, L.P., Jonsson, B., and Døving, K.B., 1984. Migration of wild and hatchery reared smolts of Atlantic salmon, *Salmo salar L.,* through lakes. J. Fish. Biol. 25, 617-623.

Hoar, W.S. 1976. Smolt Transformation: Evolution, Behaviour and Physiology. J. Fish. Res. Board of Canada 33, 1234-1252.

Holdensgaard, G., C. Pedersen & S. Thomassen, 1996. Study on five different (non native) Atlantic salmon strains in first and second part of a salmon rehabilitation project in River Gudenå - Denmark. ICES C.M. 1996/T:10.

Holdensgaard, G., Pedersen C. & Thomassen S. 1997. Nedvandring af lakse- og ørredsmolt i Gudenåen og Tange Sø 1994 - 1996. Rapport fra FOS-laks, laksehallen.

Johansen, A. & Løfting, J. 1919. Om fiskebestanden og fiskeriet i Gudenåens nedre løb og Randers Fjord. Kommisionen for Havundersøgelser nr. 9. C. A. Reitzel, København.

Koed, A., 1993. The feeding biology of pike (*Esox lucius* L.) and Zander (*Stizostedion lucioperca* (L.). M.Sc.-thesis, Dept. of Inland Fisheries and University of Aarhus.

Koed, A., 1995. Status over fiskebestanden i Skjern Å's hovedløb. IFF-rapport nr. 35.

Koed, A., Rasmussen, G., Holdensgaard, G., Pedersen, C. 1996. Tangetrappen DFU-rapport nr. 8

Lucas, M.C. 1989. Effects of implanted dummy transmitters on mortality, growth and tissue reaction in rainbow trout, *(Salmo gairdneri)*. J. Fish Biol. 35: 577-587.

McCleave, J.D. and Stred, K. A. 1975. Effect of dummy telemetry transmitters on stamina of atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. J. Fish. Res. Board. Can. Vol. 32(4). 559-563.

Mellas, E.J. and Haynes, J.M. 1985. Swimming performance and behavior of Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) and White Perch (*Morone americana*): Effects of attaching telemetry transmitters. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42: 488-493.

Moore, A., Russel, I.C. and Potter, E.C.E. (1990). The effects of intraperitoneally implanted demmy acoustic transmitters on the behaviour and physiology of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. J. Fish Biol. **37**, 713-721.

Munk, K. & J. L. Thomsen, 1995. Emigration of silver eels (*Anguilla anguilla* (L.)) and salmon (*Salmo salar* L.) smolts and up-stream fish migration at the Vestbirk Hydroelectric power plant in the River Gudenå. M.Sc.-thesis, Dept. of Inland Fisheries and University of Aarhus.

Nagiec, M. 1977. Pike-perch in its natural habitats in Poland. J. Fish. Res. Board. Can. Vol. 34. 1581-1585

Nielsen, C. In prep. Fysiologiske sammenligninger af vilde og opdrættede ørredsmolt (*Salmo trutta*). Specialerapport Odense Universitet.

Nielsen, J. 1996. Laksens og havørredens gydesucces i Gudenåens hovedløb. Gudenåkomiteen.

Plesner, T. 1994. Emigration of trout (*Salmo trutta* L.) smolt and passage of fish at the Vestbirk Hydroelectric power plant in the River Gudenå. M.Sc.-thesis, Dept. of Inland Fisheries and University of Aarhus.

Rasmussen, G. Hvad bliver der smoltene af. IFF Årsberetning 1994. Pp. 23-34.

Ricker, W.E. 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Fish. Res. Bd. Canada. Bullitin 191.

Saltveit, J. S. 1990. Effects of decreased temperature on growth and smoltification of juvenile atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a norweigian regulated river. Regulated rivers: Reasearch & manegement. Vol. 5. Pp 295-303

Schurmann, H. 1996. Overlevelse af udsætningsfisk. Internt FFI-notat.

Thorpe, J.E., Ross, L.G., Struthers, G. and Watts, W. (1981). Tracking Atlantic salmon smolts, (*Salmo salar* L.) through Loch Voil, Scotland. J. Fish Biol., **19**: 519-537.

Aarestrup, K. & Jepsen, N. Opvandringsadfærd hos laks og havørreder i Gudenåen 1994-1995 DFU-rapport in prep.

7. APPENDIKS

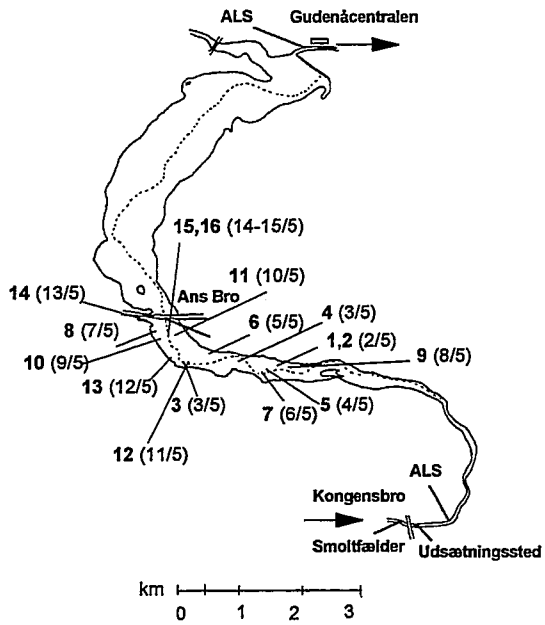
7.1 Appendiks A: Radiomærkede smolt.

Frekv/puls. Nr		Art/alder	Længde (cm)	Skæbne	Bemærkninger
005/50	1	Ørred ?	15	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 6 dage
028/50	2	Ørred 2+	16	Søørred?	Svømmer i sø efter 15 dage
039/50	3	Ørred 3+	24	?	Efter 15 dage. Sender på bund
058/50	4	Ørred 2+	18	Ædt	Af gedde Efter ca. 4 dage
068/50	5	Ørred ?	20	Død	Efter 7 dage. Med bidmærker
078/50	6	Ørred 2+	21	Død	Efter 6 dage. Med bidmærker
086/50	7	Ørred 2+	18	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
098/50	8	Ørred 2+	18	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 8 dage
108/50	9	Ørred 2+	17	?	Sender på bund efter 5 dage
118/50	10	Ørred 2+	16	Ædt	Af gedde. Sender fundet efter 5 dage
130/50	11	Ørred 2+	16	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 13 dage
137/50	12	Ørred 2+	16	Ædt	Af lappedykker. Efter 7 dage
017/50	13	Ørred 3+	24	Ædt	Af gedde. Fanget på stang efter 2 dage
048/50	14	Ørred ?	16	?	Sender på bund
168/50	15	Ørred ?	17		Ikke udsat
177/50	16	Ørred 2+	18	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
148/50	17	Ørred ?	22	Ædt/fugl	Forsvundet efter 3 dage. Sender fundet ved lappedykkerrede efter 11 dage.
157/50	18	Ørred ?	23	Ædt	Af gedde. Efter 4 dage
188/50	19	Ørred ?	18	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 7 dage
198/50	20	Ørred 2+	17	?	På bund efter 8 dage.Ved Ans bro
209/50	21	Ørred 3+	24	Søørred?	Svømmer i sø efter 17 dage
218/50	22	Ørred 2+	17	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
228/50	23	Ørred 2+	18	?	Sender på bund
237/50	24	Ørred 2+	18	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 8 dage
248/50	25	Ørred 2+	16	Søørred?	Frekv/puls. Nr

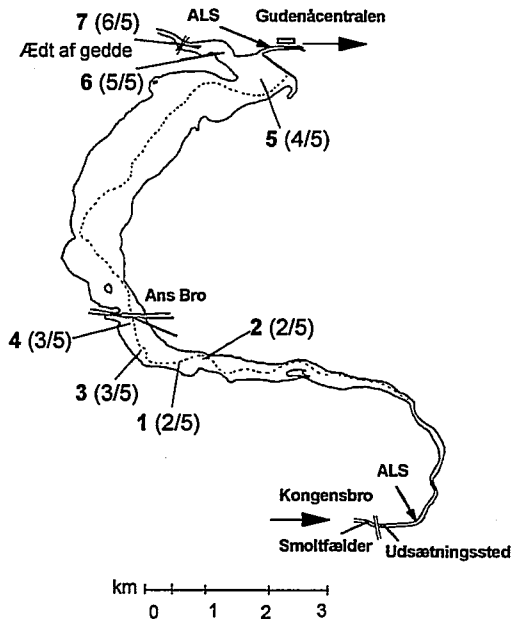
Frekv/puls. Nr		Art	Længde (cm)	Skæbne	Bemærkninger
009/35	26	Laks	17	Ædt	Af gedde. Efter 7 dage
016/35	27	Laks	17	Passerede	Efter 3 dage
027/35	28	Laks	17	?	Sender på bund.
038/35	29	Laks	16	Passerede	Efter 5 dage
048/35	30	Laks	17	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 1 dag
060/35	31	Laks	17	Ædt	Af gedde efter 10 dage
278/50	32	Laks	17	?	På bund ved udsætningssted
288/50	33	Laks	18	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
068/35	34	Laks	17	Passerede	Efter 5 dage
297/50	35	Laks	18	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 5 dage
078/35	36	Laks	17	?	Mystisk signal. På bund senere
088/35	37	Laks	17	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 7 dage
096/35	38	Laks	17	Ædt	Af gedde. Fanget (garn) efter 9 dage
108/35	39	Laks	17	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 13 dage
118/35	40	Laks	17	?	På bund efter 9 dage
130/35	41	Laks	17	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 7 dage
137/35	42	Laks	17	Ædt	Af gedde efter 11 dage
147/35	43	Laks	17	Passerede	Efter 4 dage
308/50	44	Laks	17	?	På bund efter 12 dage
319/50	45	Laks	17	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
157/35	46	Laks	18	Ædt	Af gedde (stor). Set efter 13 dage
327/50	47	Laks	17	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
169/35	48	Laks	17	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 18 dage
176/35	49	Laks	17	?	Sender på bund
338/50	50	Laks	17	Ædt	Af lappedykker. Set efter 8 dage

Frekv/puls. Nr		Art	Længde (cm)	Skæbne	Bemærkninger
190/35	51	Laks	17	?	Sender på bund
348/50	52	Laks	18	Ædt	Af gedde efter 16 dage
198/35	53	Laks	16	?	Sender på bund efter 14 dage
208/35	54	Laks	16	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 18 dage
357/50	55	Laks	18	Ædt	Af lappedykker. Set efter 14 dage
220/35	56	Laks	17	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 17 dage
228/35	57	Laks	17	Ædt	Af hejre. Set efter 7 dage
238/35	58	Laks	16	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
248/35	59	Laks	17		Svømmer stadig i sø efter 22 dage
260/35	60	Laks	16	Ædt	Af gedde efter 6 dage.
269/50	61	Laks	18	Ædt	Af gedde efter 9 dage.
257/50	62	Laks	18	Ædt	Af gedde. Opfisket efter 9 dage
368/50	63	Laks	18	Ædt/fugl	Forsvundet i sø efter 15 dage
270/35	64	Laks	17	Passerede	Efter 17 dage
278/35	65	Laks	16	?	Sender på bund efter 9 dage.
288/35	66	Laks	17	?	Sender på bund efter 4 dage.
299/35	67	Laks	17	?	Sender på bund.
308/35	68	Laks	17	?	Sender på bund.
318/35	69	Laks	17	?	Sender på bund efter 3 dage
378/50	70	Laks	18	?	Sender på bund v. udsætningssted
328/35	71	Laks	18	Ædt	Af lappedykker efter 11 dage
338/35	72	Laks	17	Ædt	Af gedde efter 8 dage.
348/35	73	Laks	17	?	Sender på bund.
358/35	74	Laks	16	?	Sender på bund efter 12 dage.
370/35	75	Laks	16	Ædt	Af gedde efter 4 dage.

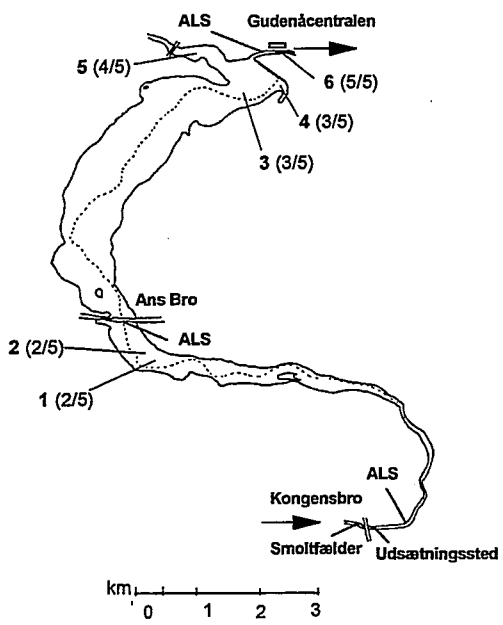
7.2 **Appendiks B:** Udvalgte smolts vandring



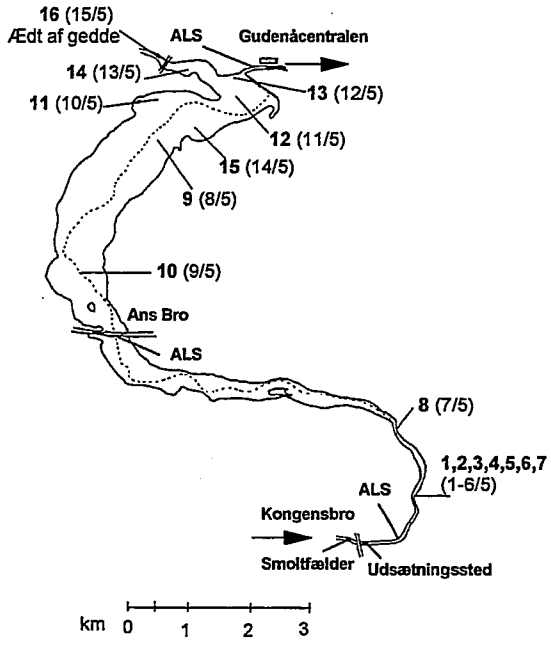
Nr 63 laks



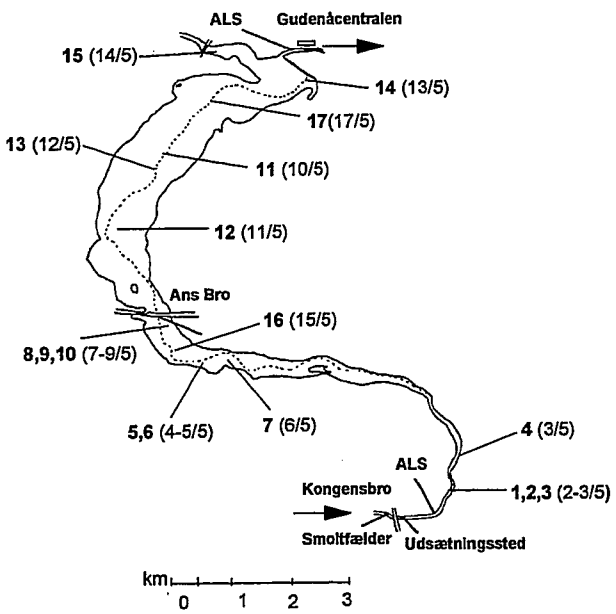
Nr 38 laks



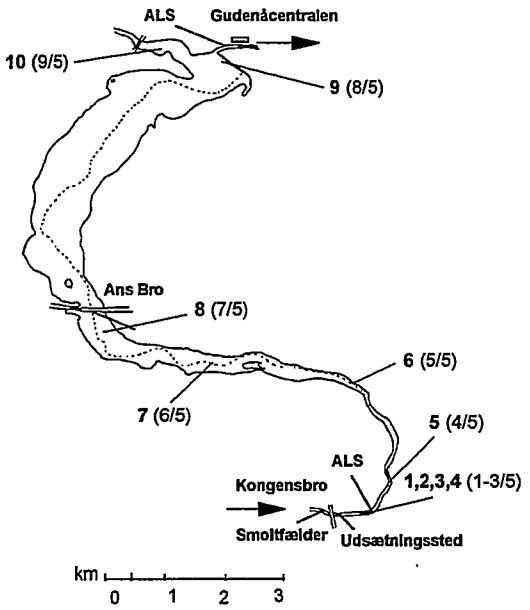
Nr 34 laks



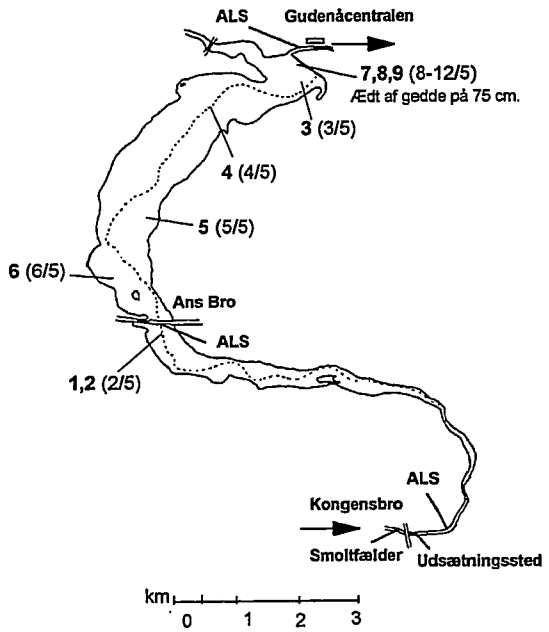
Nr 56 laks



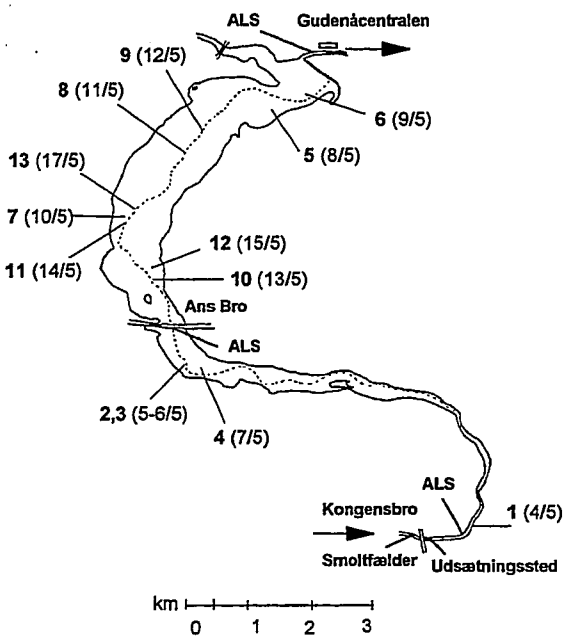
Nr 64 laks



Nr 72 laks



Nr 11 ørred



Nr 25 ørred

7.3 Appendiks C:

Resultat af elbefiskninger mellem turbineudløb og spærregitter ved Gudenåcentralen, juni 1996.

Efter kort tids drift af turbinefælden viste det sig at meget få af de smolt, der blev fanget, mærket og genudsat umiddelbart ovenfor turbineindtaget (til genfangstberegninger), blev fanget igen i fælden.
Dette kunne skyldes stor dødelighed ved passage gennem turbiner eller prædation i området mellem turbineudløbet og fælden, der var monteret på gitterværket ca. 50 m nedenfor. Tidligere undersøgelser viste ikke store smoltdødeligheder ved passage gennem selve turbinerne, men smoltene vil formodentlig være meget påvirkede af turen og derfor være let bytte for eventuelle rovfisk lige efter turen gennem turbinerne.

For at undersøge dette elfiskedes på den nederste del af området, hvor der ikke er så dybt som oppe under turbinerne. Under den første befiskning d. 3/6 fangedes i alt 65 sandart (40 - 75 cm), der blev maveundersøgt for rester af smolt og genfangstmærker. Der blev kun fundet få rester af smolt, men der blev fundet i alt 16 genfangstmærker.

For at få et skøn over antallet af sandart i området, blev der elfisket d. 12 og 14/6, hvor de fisk der fangedes d. 12 blev mærket (finneklip) og genudsat. Ud fra forholdet mellem mærkede og ikke mærkede sandart i fangsten d. 14/6 blev bestanden af sandart estimeret til 354 individer efter formlen: $N= (M+1)(C+1)/(R+1)$, hvor M er antallet af mærkede fisk, C er fangst ved 2. befiskning og R er antallet af mærkede fisk fra 2. befiskning. Til dette tal skal så lægges de 65 sandart, der fangedes 3/6, så bestandsestimatet bliver på 419 individer.

Der var åbenbart forskel på antallet af sandart i området, eller deres aktivitetsniveau.
I perioden fra opsætning af fælden og til d. 14/5 fangedes der kun meget få sandart i fælden, hvor der i perioden efter d. 14/5 og til elfiskeriet d. 3/6, næsten dagligt var sandart i rusen. I periode 1; 20/4 - 14/5, blev der udsat 103 mærkede smolt og i periode 2; 15/5 - 2/6, blev der udsat 279 genfangstmærkede smolt. I de 65 sandarter fra 3/6 blev der fundet ét mærke fra periode 1 og 15 fra periode 2.

På grundlag af dette kan man beregne andelen af smolt, der blev ædt af sandart i hver af de to perioder, som andelen af genfundne mærker gange andelen af sandarter undersøgt. Disse beregninger giver,

Periode 1: $1/103 \times 419/65 = 0.063$
Periode 2: $15/279 \times 419/65 = 0.347$

Disse tal er benyttet til at korrigere for dødeligheden mellem turbiner og fælde og derved få tal for dødeligheden i selve Tange Sø.

DFU-rapporter - index

Nr. 1 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav august 1995
Per Sand Kristensen

Nr. 2 Blåmuslingebestanden i Limfjorden
Per Sand Kristensen, Per Dolmer, Erik Hoffmann

Nr. 3 Forbedring og standardisering af CSW-tankføring
Marco Frederiksen, Karsten Bæk Olsen

Nr. 4 Fiskeundersøgelse i Vejle Fjord 1993-1994
Hanne Nicolajsen, Josianne Støttrup, Leif Christensen

Nr. 5 En undersøgelsen af maveindholdet af Østersølaks 1 1994-1995
Ole Christensen

Nr. 6 Udsætningsforsøg med Østersølaks
Gorm Rasmussen, Heine Glüsing

Nr. 7 Kampen om Limfjorden
Kirsten Monrad Hansen

Nr. 8 Tangetrappen 1994-95
Anders Koed, Gorm Rasmussen m.fl.

Nr. 9 Status over bundgarnsfiskeriet i Danmark 1994
Anders Koed, Michael Ingemann Pedersen

Nr. 10 Måling af kvalitet med funktionelle analyser og protein med nærinfrarød refleksion (NIR) på frosne torskeblokke
Niels Bøknæs

Nr. 11 Acoustic monitoring of herring related to the establishment of a fixed link across the Sound between Copenhagen and Malmö
J. Rasmus Nielsen

Nr. 12 Blåmuslingers vækst og dødelighed i Limfjorden
Per Dolmer

Nr. 13 Mærkningsforsøg med ørred og regnbueørred i Århus Bugt og Isefjorden
Heine Glüsing, Gorm Rasmussen

Nr. 14 Jomfrufiskeriet og bestandene i de danske farvande
Mette Bertelsen

Nr. 15 Bærekapacitet for havørred (Salmo trutta L.) i Limfjorden
Kaare Manniche Ebert

Nr. 16 Sild og brisling i Limfjorden
Jens Pedersen

Nr. 17 Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til dobbeltfrossen torskefilet - Optøningsrapport (del 1)
Niels Bøknæs

Nr. 18 Produktionskæden fra frysetrawler via optøning til dobbeltfrossen torskefilet - Optøningsrapport (del 2)
Niels Bøknæs

Nr. 19 Automatisk inspektion og sortering af sildefileter
Stella Jónsdóttir, Magnús Thor Ásmundsson, Leif Kraus

Nr. 20 Udsætning af helt, Coregonus lavaretus L., i Ring Sø ved Brædstrup
Thomas Plesner og Søren Berg

Nr. 21 Udæstningsforsøg med ørred (*Salmo trutta* L.) i jyske og sjællandske vandløb
Heine Glüsing og Gorm Rasmussen

Nr. 22 Kvalitetsstyring og målemetoder i den danske fiskeindutri. Resultater fra en spørgebrevsundersøgelse
Stella Jónsdóttir

Nr. 23 Quality of chilled, vacuum packed cold-smoked salmon
Lisbeth Truelstrup Hansen, Ph.D. thesis

Nr. 24 Investigations of fish diseases in common dab (*Limanda limanda)* in Danish Waters
Stig Mellergaard (Ph.D. thesis)

Nr. 25 Fiskeribiologiske undersøgelser i Limfjorden 1993 - 1996
Erik Hoffmann

Nr. 26 Selectivity of gillnets in the North Sea, English Channel and Bay of Biscay (AIR-project AIR2-93-1122 Final progress report)
Holger Hovgård og Peter Lewy

Nr. 27 Prognose og biologisk rådgivning for fiskeriet i 1997
Poul Degnbol

Nr. 28 Grundlaget for fiskeudsætninger i Danmark
Michael M. Hansen

Nr. 29 Havørredbestandene i Odense Å og Stavids Å systemerne i relation til Fynsværket
Anders Koed, Gorm Rasmussen og Espen Barkholt Rasmusse

Nr. 30 Havørredfiskeriet i Odense Fjord 1995, herunder fiskeriet i Odense Gl. Kanal og den nedre del af Odense Å
Espen Barkholt Rasmussen og Anders Koed

Nr. 31 Evaluering af udsætninger af pighvarrer i Limfjorden, Odense Fjord og ved Nordsjælland 1991-1992
Josianne Gatt Støttrup, Klaus Lehmann og Hanne Nicolajsen

Nr. 32 Smoltdødeligheder i Tange Sø. Undersøgt i foråret 1996
Niels Jepsen, Kim Aarestrup og Gorm Rasmussen