

Tangestryget

en kompromisløsning

Tangestryget en kompromisløsning

UDARBEJDET FOR
Foreningen til bevarelse af Tange sø

UDARBEJDET AF
WaterFrame
Konsulent: Christian Dieperink

Juni 2018

Forside: Tange å danner model for den nye fiskepassage ved Tangeværket; her laksegydeplads ved Højbjerg Mølle.

Indhold

INDHOLD	2
SAMMENFATNING	3
INDLEDNING	5
BAGGRUND OG FORMÅL	6
HVAD ER PROBLEMET?	7
FISKENES KRAV TIL PASSAGE.....	7
SMOLT	7
GYDNING.....	8
SVØMMEHASTIGHED.....	8
PROBLEMET OP/NED.....	8
NUVÆRENDE FORHOLD	10
FISKE TRAPPER, -SLUSER OG LEDEGITRE	10
NUVÆRENDE PASSAGER.....	12
BUNDNE FORUDSÆTNINGER	13
TANGE SØ SKAL BEVARES	13
TANGEVÆRKET SKAL FORBLIVE I RENTABEL DRIFT	13
FORHOLDENE FOR VANDREFISK SKAL FORBEDRES	14
HVAD SIGER VANDRAMMEDIREKTIVET?.....	14
MILJØKRAV TIL FISKEPASSAGEN	14
MINISTERIETS VURDERING	15
LØSNINGEN	16
VANDFØRING	16
HÆLDNING	16
ANLÆG	17
VANDHASTIGHEDER	17
OBSERVATIONS-BASSIN	18
NYE LEDEGITRE FORAN TURBINERNE.....	18
STRØMKONCENTRATORER.....	18
ÅLEPAS	18
KONSEKVENSER	19
OMLØBET OG PARKEN.....	19
BEDRE OVERLEVELSE AF BLANKÅL.....	19
SMOLTDØDELIGHED.....	19
PASSAGE FOR ALLE FISKEARTER	20
ØRRED ELLER HAVØRRED	20
LAKS.....	21
OPFYDELSE AF MILJØKRAV	22
NÆRINGSSTOFFER	22
KONKLUSION	23
LITTERATUR	24
ORDLISTE	27

O

Sammenfatning

Foreningen til bevarelse af Tange sø har ønsket at få beskrevet en faunapassage-løsning, som forudsætter at den opstemmede sø og det fungerende vandkraftværk bevares, samtidig med at der skabes den bedst mulige løsning for fisk, så miljøkravene i vandrammedirektivet opfyldes.

Der er ca. 30 fiskearter i Gudenåen, og de fleste har behov for at kunne passere både op og ned gennem vandsystemet. Kun få arter kan svømme op imod høje vandhastigheder som i f.eks. de nuværende fisketrapper ved Tangeværket. I dag er det kun laks, ørred og ål som er i stand til at passere op gennem de eksisterende fisketrapper. For at give de øvrige arter mulighed for passage, må der laves et naturlignende omløb som fiskene kan passere igennem.

Vandkraftværket kan afgive 1.500 l/s, og med denne vandføring vil det være muligt at placere et op imod 2.400 m langt omløb i parken nord for dæmningen. Omløbet vil blive 4-8 m bredt og få en hældning på 4 promille. Disse dimensioner svarer ganske nøje til forholdene i den nederste del af Tange å, som er et tilløb hvor laksen siden 2003 har gydt med succes. Tange å har et opland på 109 km² og er på størrelse med f.eks. Gjern å og Hinge å. Med Tange å som model vil omløbet få høj variation i vandføring, strømhastighed, dybder og bundsubstrat. Det vil medføre en strømningsprofil, som muliggør fuld faunapassage for alle arter. Både lampretter, laks, ørred og helt vil kunne gyde i det nye omløb. Arealmæssigt vil omløbet kunne producere et par tusind laksesmolt og dermed forøge den naturlige reproduktion markant.

I forbindelse med omløbsstryget skal etableres et nyt, skråtstillet ledegitter i indløbskanalen ovenfor Tangeværket. Formålet er at få fisk der trækker nedstrøms, ledt hurtigt og sikkert over i omløbsstryget. Ved at gøre gitteret længere end det nuværende vil der blive svagere strøm gennem de enkelte tremmer i gitteret, og fisk som f.eks. ål vil ikke som hidtil forsøge at presse sig igennem tremmerne, men i stedet blive ledt direkte til det nye omløbsstryg.

En udfordring, som omløbet ikke bringer en løsning på, er dødeligheden på de nedtrækkende smolt (unge, vandrende laks og ørred), når de passerer Tange sø. Der vil fortsat være en stor andel af smoltene, som bliver forsinkede, mister vandrestinktet, og/eller bliver ædt af rovfisk og fugle. Smolt oplever samme type af dødelighed i naturlige søer, og da Gudenåens vandsystem er Danmarks rigeste på antal af søer, er det naturligt at relativt få smolt her overlever udvandringen til havet. For Gudenåens samlede ørredbestand betyder det, at balancen mellem bækørred, søørred og havørred både nu og i fremtiden er forskudt i retning mod de to førstnævnte. Dødeligheden på smolten under vandring i søerne betyder ikke, at ørreden som art er truet i Gudenåen.

Miljøkravene i vandrammedirektivet er at fiskesamfundet kun udviser ”svage ændringer i artssammensætning og -tæthed som følge af menneskeskabte påvirkninger”. Disse ændringer skal vurderes i forhold til hvordan fiskesamfundet har set ud under uberørte, naturlige forhold.

Udsætninger af laks har de seneste 20 år medført laksegydning i forskellige tilløb til Gudenåen, både nedenfor og ovenfor Tange sø. Laksefangsterne i Gudenåen i dag er større end før Tangedæmningens anlæggelse, men bestanden kan endnu ikke klare sig uden udsætninger.

Miljøkravene til Gudenåen handler også om næringsstoffer, og uden omsætning og tilbageholdelse i Tange sø vil Randers Fjord blive tilført ca. 300 tons kvælstof og 9 tons fosfor mere om året.

Sammenfattende vil Tangestryget kunne øge den naturlige gydning og reproduktion af laks, havørred, lampretter og helt, skabe fuld faunapassage, forbedre miljøtilstanden og samtidig bevare elproduktion og Tange sø. På grund af lavere strømhastigheder i omløbet vil op- og nedstrøms passage være mulig for alle fiskearter, og fiskepassagen vil dermed blive lige så god som ved opstemningerne i Silkeborg og Ry, trods den mindre vandføring.

I forhold til Gudenåens uforstyrrede, oprindelige fiskesamfund, vil der fortsat kunne ses ændringer i artssammensætning og -tæthed, men disse vurderes at være så små, at vandløbet med denne løsning vil kunne leve op til miljøkravene i vandrammedirektivet.

Indledning

Gudenåen er Danmarks længste vandløb, og med 67 søer også det mest sødominerede danske vandsystem. Gudenåens mange opstemninger har siden middelalderen været en udfordring for fiskenes vandring. I 1920 blev en vandkraftdæmning etableret, Tange sø opstod, og da laksens gydepladser derved blev utilgængelige, uddøde de sidste rester af Gudenåens laks. Laksebestanden var dog gået tilbage over en længere periode før 1920, og i 1919 var den årlige opgang 500-600 laks (Mortensen, 1976; Johansen & Løfting, 1919). Ørreden overlevede, men antallet af de havvandrende individer blev reduceret. Siden er der ved vandkraftværkets stemmeværk gennemført en lang række mere eller mindre vellykkede tiltag for at forbedre passagen for vandrefisken ørred, laks og ål. Men status er, at de fleste af Gudenåens fiskearter stadig er udfordrede på at passere dæmningen.

Længere oppe i vandsystemet er der fortsat mange opstemninger i Gudenåens hovedløb. Der er lavet omløbsstryg udenom stemmeværkerne ved Vestbirk, Klostermølle og Ry, og ved stemmeværket i Silkeborg har man lavet et kort, stejlt stryg med hele åens vandføring. Kun ved Vilholt er opstemningen blevet fjernet og det oprindelige åløb genskabt.

Ved Tange er hovedproblemet de utidssvarende passageforhold for fisk gennem fisketrappen. Selvom mange fiskearter kan passere nedstrøms, er det kun de største og stærkeste laksefisk og ål der er i stand til at passere op forbi stemmeværket. Men samtidig rummer den opstemmede Tange sø rekreative værdier, har potentiale for øget grøn energi og omsætter og tilbageholder betydelige mængder af næringsstoffer.

Debatten har bølget frem og tilbage i årtier og der er skrevet en lang række rapporter om mulige løsninger. Uenigheden har bevirket at vandkraftværket ikke har kendt sin fremtid og derfor været tilbageholdende med investeringer. Usikkerheden har fastlåst situationen så selv moderate forbedringer i fiskepassagen ikke er blevet gennemført.

Der har tegnet sig et billede af, at det ikke er muligt at opretholde Tange sø og vandkraftværket i drift, skabe fri passage for alle fiskearter, og samtidig tilfredsstillende kravene i miljølovgivningen (RAMBØLL 2016). Denne rapport tager udgangspunkt i netop disse hensyn og prøver at kortlægge en mulig kompromisløsning.

2

Baggrund og formål

Foreningen til bevarelse af Tange sø har ønsket at få kortlagt mulighederne for en løsning, der

1. Forbedrer forholdene for vandrefisk
2. Bevarer Tange sø med Gudenåens vand i gennemstrømning
3. Bevarer Tangeværket i rentabel drift

Punkt to og tre lægger op til en løsning hvor der afstås en mindre del af Gudenåens vandføring til en forbedret fiskepassage, og hvor den forbedrede fiskepassage gennemføres med et omløb i nordenden af Tange sø.

Desuden er det i opgaven pointeret, at løsningsforslaget i videst muligt omfang skal imødekomme miljøkrav i gældende lovgivning, herunder vandrammedirektivet¹.

¹ Vandrammedirektivet fastlægger beskyttelsen af EU's overfladevande (vandløb og søer), og trådte i kraft i 2000. Det kan læses på dansk her: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DA/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>

3

Hvad er problemet?

Fiskenes krav til passage

Gudenåen er et artsrigt vandsystem med ca. 30 fiskearter, hvoraf mange har behov for at vandre imellem vandløb og søer. Vandringer kan forekomme på et bestemt livsstadium, i forbindelse med kønsmodenhed og gydning, eller for at optimere fødesøgning og undgå at blive ædt.

Man har traditionelt skelnet mellem de fisk, der vandrer mellem fersk- og saltvand, og de der ikke gør. Egentlige vandrefisk, som laks, ål, flodlampret og havlampret er fuldstændig afhængige af at kunne vandre mellem vandløb og hav. Da denne gruppe indeholder nogle af de mest værdifulde spisefisk, har der tidligt været fokus på at hjælpe særligt disse arter med at kunne vandre forbi spærringer i vandløb. Men undersøgelser har vist, at selv fisk der lever hele deres liv i ferskvand, kan foretage betydelige vandringer (Nielsen 2004). Derfor er der i dag øget opmærksomhed på at sikre, at alle fiskearter har mulighed for at bevæge sig frit indenfor vandsystemerne (Nielsen m.fl. 2010).

Opstemninger til vandmøller og vandkraftanlæg har været meget brugt i Gudenåen og i andre danske vandløb. For at hjælpe vandrefiskenes forbi opstemninger har man bygget fisketrapper og lavet omløb, men mange steder har man kun haft tanke på at hjælpe de fiskerimæssigt værdifulde fiskearter som laks, ørred og ål. Mindre værdifulde arter har ikke haft nogen bevågenhed, og derfor tilbyder eksisterende fisketrapper og omløb ikke fri passage for alle fiskearter.

Man har tidligere troet, at de fleste fiskearter med lethed kunne passere ned ad vandløbene, men undersøgelser har vist at laks, ørred og ål ofte får problemer under nedvandring gennem opstemmede søer. Undersøgelser har vist, at det kun lykkes en lille del af fiskene at finde gennem søen og hen til udløbet (Jepsen m.fl. 1998; WaterFrame 2005; Aarestrup m.fl. 2006; Pedersen m.fl. 2011).

Ved de fleste opstemninger i Danmark har der været bygget fisketrapper til at hjælpe fisk op imod strømmen. Modstrømstrappen er en fisketrappe udformet som en stejl rende med modsatrettede lameller i bund og sider for at nedsætte vandhastigheden. Men sådanne fisketrapper fungerer kun for de hurtigst svømmende arter, laks og ørred (tabel 1). Fisketrappernes vandstrøm er simpelthen for kraftig til at mindre fisk kan passere op imod den.

Smolt

Laksefisk har som ungfisk et stadium hvor de vandrer ned ad strømmen, væk fra den lavvandede gydebanke hvor de er klækket, for at finde et sted med bedre fødemuligheder. Dette smolt-stadium er fysiologisk og hormonalt timet til at udløses om foråret og til at have en begrænset varighed på knap én måned.

Men smolt er generelt sårbare under passage af søer. De befinder sig i et uvant stillestående miljø, hvor der samtidig er mange rovfisk og -fugle som efterstræber dem. Det er ikke ualmindeligt at omkring halvdelen af smoltene bliver ædt i hver sø der passerer. I Tange sø har undersøgelser vist, at kun ca. 10-15 % af smoltene klarer at svømme forbi både sø og ledegitre/fisketrapper/turbiner (Jepsen m.fl. 1998; WaterFrame 2005; Dieperink 2007).

Denne decimering af smoltene under sø-passage gælder både for ørred og for laks, men er i Gudenåen mest problematisk for laksen, der kun i begrænset omfang er i stand til at formere sig naturligt. Laksen er presset i Gudenåen fordi der mangler egnede fysiske forhold, især lavvandede områder med gydegrus (Nielsen 1998).

Gydning

Nedenfor Tange sø er der enkelte små bække, hvor laksen gyder, men de bedste og største gydepladser findes i dag i tilløbene opstrøms for Tange sø. Der er registreret lakseopgang og -gydning i Tange å, Borre å, Linå og Voel bæk (WaterFrame 2004; Kaczor Holm & Carøe 2011). Men uden de massive årlige udsætninger² ville laksen formodentlig atter forsvinde fra Gudenåen.

Ørreden gyder naturligt overalt i tilløbene både ovenfor og nedenfor Tange sø (Kaczor Holm & Carøe 2011), så dens overlevelse i Gudenåen som bæredygtig, naturligt reproducerende art er ikke truet af den høje dødelighed på smoltene. Oven for Silkeborgsøerne opretholdes ørredbestandene overvejende af bækørred og søørred, nedenfor Tange sø dominerer havørred. Ørreden har stor plasticitet med hensyn til livshistorie, og bæk-, sø- og havørred er samme art, fordi de gyder og får levedygtigt afkom sammen (Rasmussen 2018).

Svømmehastighed

Gudenåens fiskearter har meget forskellige svømmeevner. Den enkelte fisks evne til at svømme varierer desuden med vandhastighed og temperatur, og fiskens egen størrelse og livsstadium spiller også en stor rolle.

Den kritiske svømmehastighed U_{crit} , som måles under eksperimentelle forhold, er en standardiseret metode til at vurdere fisks svømmeevne. En sammenligning af litteratur-værdier for de kritiske svømmehastigheder for Gudenåens fiskearter viser at kun laks og ørred er i stand til at passere op gennem fisketrappen med dens vandhastigheder et godt stykke over 100 cm/s (tabel 1). Den kritiske svømmehastighed kan bruges som vejledende for de maksimale vandhastigheder i fiskepassager og omløbsstryg.

I et naturligt vandløb med masser af sving og pletvis stenet bund, vil der skabes små modsat rettede strømninger i både vandret og lodret plan. I indersiden af sving vil en bagstrøm danne hvirvler der bevæger sig modsat hovedstrømmen, og det samme sker i lodret plan hvor store sten, grene eller stammer stikker ud i strømmen. Disse strømforhold kan især små fisk anvende til at passere op imod strømmen i vandløb, hvor hovedstrømmen i midten af vandløbet ellers er for voldsom.

Problemet op/ned

Udfordringen er strømhastighederne i fisketrapperne, hvor der i opstrøms retning kun er passage for store laksefisk. For andre arter og størrelsesgrupper er

² Dansk Center for Vildlaks udsætter årligt omkring 100.000 1-årige laks i Gudenåen.

strømhastighederne i fisketrapperne for høje. I nedstrøms retning passerer ca. halvdelen af Gudenåens fiskearter, men ål, lakse- og ørredsmolt oplever en stor dødelighed i forbindelse med nedstrøms passage af sø og stemmeværk.

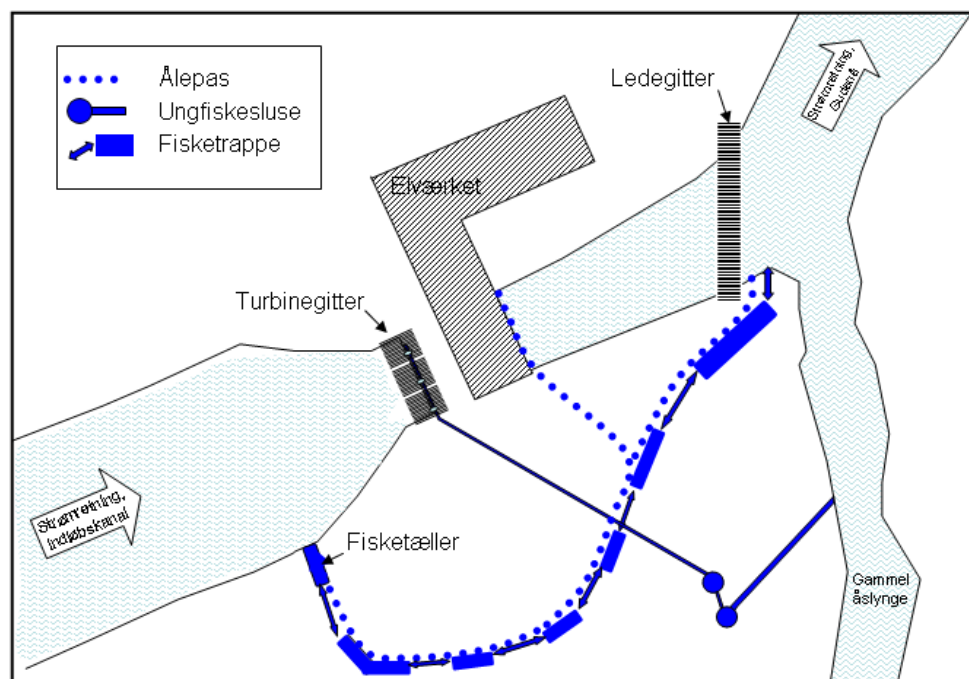
Table 1. Kritisk svømmehastighed og nuværende passage gennem fisketrapperne ved Tange-dæmningen. Parenteser betyder at kun en del af fiskene passerer. Spørgsmålstejn angiver manglende viden. Vandringstyper er A=Anadrom (gyder i ferskvand, vokser op i havet; K= Katadrom (gyder i havet, vokser op i ferskvand) og P=Potamodrom (vandrer kun i ferskvand); Fersk/brak=lever i både fersk- og brakvand. En stjerne (*) angiver vedvarende svømmeevne, og to stjerner (***) max. svømmeevne.

Art	Passage ved Tange?		Kritisk svømme- hastighed cm/s	Vandrings- type	Reference, svømmehastighed
	Op	Ned			
Laks	+	(+)	>> 100	A	Froese & Pauly, 2018
Ørred	+	(+)	>>100	A, P	Froese & Pauly, 2018
Ål	+	(+)	72	K	Nielsen, 2004
Flodlampret	?	?	>100	K	Froese & Pauly, 2018
Bæklampret	?	?	?	P	
Havlampret	?	?	118	K	Froese & Pauly, 2018
Trepigget hundestejle	-	+	35*	Fersk/brak	Nielsen, 2004
Nipigget hundestejle	-	+	?	Fersk/brak	
Aborre	-	+	>100	Fersk/brak	Tudorache m.fl. 2007
Brasen	-	+	98	P	Froese & Pauly, 2018
Elritse	-	?	?	P	
Finnestribet ferskvandsulk	-	?	?	P	
Flire	-	+	?	P	
Gedde	-	+	>100	P	Froese & Pauly, 2018
Grundling	-	?	55	P	Nielsen, 2004
Helt	-	?	?	A, P	
Heltling	-	?	?	P	
Hork	-	+	?	P	
Karpe	-	?	87	P	Tudorache m.fl. 2007
Karuds	-	+	49*	P	Johnston & Goldspink, 2006
Knude	-	+	36	P	Peake, 2008
Løje	-	+	60	P	Nielsen, 2004
Regnløje	-	?	35*	P	Froese & Pauly, 2018
Rimte	-	+	?	P	
Rudskalle	-	+	>100	P	Froese & Pauly, 2018
Sandart	-	?	71	P	Nielsen, 2004
Skalle	-	+	>100	P	Tudorache m.fl. 2007
Smelt	-	?	?	Fersk/brak	
Smerling	-	?	56	P	Nielsen, 2004
Stalling	-	?	66*	P	Peake, 2008
Suder	-	?	45 – 50**	P	Nielsen, 2004

Nuværende forhold

Fisketrapper, -sluser og ledegitre

Ved Tangeværket er der tre typer af fiskepassage; ålepas, ungfiskesluse og fisketrappe (figur 1).



Figur 1. Typer af fiskepassage ved Tangeværket, 2018 (WaterFrame 2005).

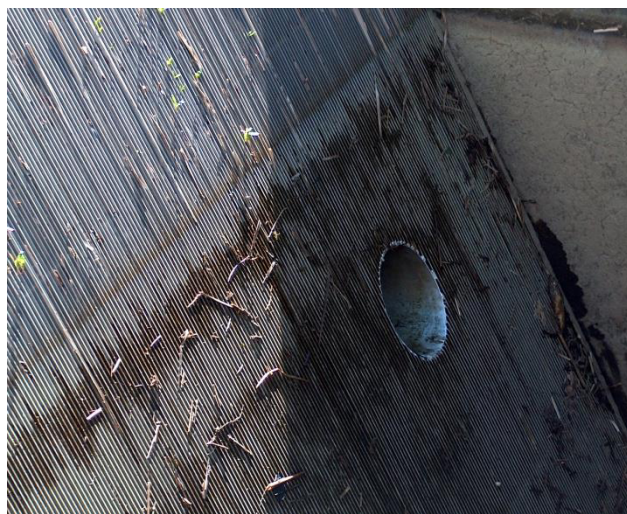
Fisketrappen (figur 1) består af en række bassiner der er indbyrdes forbundet med modstrømstrappe-elementer. Fisketrappen modtager 150 l/s, og forbinder indløbskanalen med Gudenåen nedenfor værket.

Ved opstrøms passage er strømhastighederne på over 100 cm/s et problem for de mindste fisk (tabel 1). Trappen virker kun for de største og mest svømmesterke fisk, som havørred og laks. Flere arter, f.eks. helt, løje og sandart, benytter ikke trappen i forhold til deres hyppighed ovenfor og nedenfor trappen.

Ved nedstrøms passage er dokumenteret gennem en fisketæller, at trappen i betydeligt omfang benyttes af fisk over 45 cm's længde, formentlig mest laks og ørred (WaterFrame 2014). Fisketrappens øverste åbning er placeret ca. 30 m ovenfor for turbinegitterne, og det betyder, at nedvandrende fisk kan have vanskeligt ved at finde indgangen til fisketrappen. Hvis fiskene følger

hovedstrømmen, ender de foran turbinegitterene. Her har de dog en alternativ mulighed for passage; gennem ungfiskeslusen.

Ungfiskeslusen (figur 1 og 2) 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. Ungfiskeslusens effektivitet kan kontrolleres ved at afspærre og tømme det ene samlebasin for at undersøge hvilke fisk der passerer. Ved undersøgelser om foråret, er der konstateret smolt af ørred og laks, men også ål, samt de fleste fiskearter, som er almindelige ovenfor opstemningen (tabel 1).



Figur 2. Turbinegitter med åbning til ungfiskesluse.

Det separate udløb fra ungfiskeslusen fører i dag til, at en del fisk forsøger at vandre op gennem ungfiskeslusen, hvilket er umuligt da de ikke kan komme videre end de to samlebassiner.

Ungfiskeslusen udmunder i Gudenåen ca. 30 m fra udmundingen af fisketrappen, og der er hyppigt blevet iagttaget opgangsfisk, der søger op igennem det lille stryg til samlebasinerne, hvorfra de ikke kan komme videre.

Ålepasset (figur 1) er udelukkende beregnet for opvandrende små ål, der ikke kan svømme op gennem fisketrappen. Ålebestanden er de seneste årtier gået tilbage i hele ålens udbredelsesområde, men der er stadig små ål der søger opstrøms gennem Gudenåen. Ålepasset består af PVC-rør med et fyld af geotekstil, som, når det er fugtigt, er velegnet for de små ål at kravle igennem.

Turbinegitteret opstrøms Tangeværket (figur 1 og 2) 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 trænge igennem. Nedstrøms vandrende fisk der standses af turbinegitteret kan passere gennem ungfiskeslusens åbninger. Gitteret renses automatisk af risterensere, der skraber løst materiale op på et transportbånd.

Det sker, at der ligger døde ål på gitterene foran turbinerne. Hvis ålene ikke finder ungfiskeslusen (hullet i gitteret), kan de forsøge at klemme sig gennem tremmerne indtil de dør af udmattelse. Åbningen i gitteret er ca. 50 cm under overfladen, så hvis ålene vandrer ved bunden, kan de have svært ved at finde ungfiskeslusens åbning.

Det kan i perioder iagttages at der samler sig en del fisk et par meter foran gitteret. Om foråret, når smolten vandrer, ses stimer af smolt stå foran gitteret, tilbageholdende med at passere ind gennem åbningen til ungfiskeslusen. Det nuværende gitter ovenfor turbinerne forsinker altså smoltens udvandring.

Ledegitteret nedstrøms Tangeværket (figur 1) består af skråstillede riste med 20 mm tremmeafstand, som er beregnet til at lede de største opvandrende fisk (laks og ørred) over til fisketrappen. Gitteret er passabelt for de fleste fisk under 25 cm's længde.

Fisketælleren var i 2004-2015 placeret øverst i fisketrappen, og talte automatisk alle fisk som passerede trappen i begge retninger. Fisketælleren gemte også et silhuetbillede af hver enkelt fisk (WaterFrame 2014).

Nuværende passager

Der har de sidste 20 år været stabile og gentagne observationer af både laks og havørred der vandrer gennem fisketrapperne og gyder i vandløbene ovenfor Tange Sø (WaterFrame 2004, 2005, 2007, 2014).

Fisketælleren dokumenterede for perioden 2005-2013, at opgangen årligt omfattede 200-400 fisk over 45 cm og i tusindvis af fisk i intervallet 24-45 cm (WaterFrame 2014).

Fisk, der benyttede ungfiskeslusen blev registreret hvert forår i perioden 2005-2007 (WaterFrame 2007), hvor der blev registreret hhv. 9, 21 og 15 nedfaldslaks. Antallet af smolt, der passerede gennem ungfiskeslusen var i samme forbindelse 1.400 - 3.600 ørredsmolt og 100 - 300 laksesmolt per år (WaterFrame 2005). De mindste smolt kan dog klemme sig gennem det 10 mm gitter og passerer derfor gennem turbinerne. Så det reelle tal for smoltpassage forbi Tangedæmningen er lidt større.

I perioden 2007-2012 havde Bjerringbro Sportsfiskerforening hvert efterår en fiskefælde installeret i fisketrappen ved Tangeværket for at indfange moderfisk til brug for opdræt. Foruden fangst af indtil 146 havørred per år, var der hvert år fangst af laks, der blev genudsat ovenfor fisketrappen (WaterFrame 2014).

5

Bundne forudsætninger

I dette kapitel præsenteres hvilke rammer og konsekvenser de bundne forudsætninger (kapitel 3) medfører for valget af løsning.

Tange sø skal bevares

Der har været fremsat forskellige løsningsforslag om ”lange og mellemlange omløbsstryg” hvor Gudenåen helt eller delvis skulle ledes gennem et nygravet forløb uden om Tange sø. Derved ville søens vandstand skulle opretholdes primært ved vandføringen fra Tange å, der løber til søen 2 km vest for vandkraftværket. Tange å ville så blive isoleret i forhold til det øvrige vandsystem og fiskene ville ikke få forbedret deres passage. At afskære Tange å fra resten af Gudenåsystemet er uhensigtsmæssigt alene fordi laksen allerede har udvist præferencer for at gyde netop i Tange å (WaterFrame 2004).

For at bevare Tange sø med Gudenåens vand i gennemstrømning vil et omløb skulle placeres ved søens nordlige bred med indløb gennem hoveddæmning og/eller indløbskanal. Forslagsmodeller med et ”kort omløb” har tidligere været fremført, med middelvandføringer varierende fra 4,2 til 16,5 m³/s (COWI 2002, 2007). Men disse vandmængder er så store, at de dels virker forringende på rentabiliteten af vandkraftværket, dels nødvendiggør inddragelse af stort areal af fredskoven nordøst for Tange sø.

Tangeværket skal forblive i rentabel drift

Tangeværket producerer årligt 10-14 mio. KWh, som sælges på det åbne elmarked. Basis for denne produktion er vandføringen i Gudenåen, som med et fald på knap 10 m driver de tre dobbelte turbiner. Vandstanden i Tange sø skal ifølge regulativet holdes indenfor et flodemål på 13,62 m og et lavest tilladelige vandspejl på 12,62 m DVR90³. Driftsmæssigt forsøges at holde et vandspejl i Tange sø tæt på flodemålet, idet der ikke sker døgn-optimering af gennemstrømningen i forhold til varierende elafregningspriser. I praksis betyder det at der altid kører minimum én turbine og at antallet kan øges til seks når vandstanden nærmer sig flodemålet.

Tangeværkets direktør Rasmus Lambert udtaler, at der fremadrettet kan afgives 1.500 l/s til en forbedret fiskepassage, uden at det får nævneværdig betydning for værkets rentabilitet. Denne vandmængde er derfor indarbejdet i det følgende forslag til omløb.

³ DVR90 er det nye højdesystem der står for Dansk Vertikal Reference 1990, og som erstatter det gamle system DNN.

Forholdene for vandrefisk skal forbedres

Hovedformålet med at lave et nyt, mere vandførende omløb, er at forbedre passageforholdene, så alle fisk der vil vandre, rent faktisk får mulighed for det, uden unødvendig dødelighed og forsinkelse. Det drejer sig både om de fiskearter, der vandrer mellem fersk- og saltvand, om dem der kun vandrer i ferskvand, samt om de arter der kun sjældent bevæger sig rundt i vandsystemet. Alle fiskearter skal have mulighed for at sprede sig.

For nuværende bevirker gitterværker, ungfiskesluse og fisketrapper at selv fiskearter, der kan passere, ofte forsinkes og i nogle tilfælde dør. Disse problemer vil kunne løses af bedre ledegitre samt et omløb med øget vandføring og mindre strømhastighed.

Et delformål er at forbedre gydemulighederne for arter der behøver gruset-stenet bund til æggene. Ørred, laks og lampretter har alle brug for frisk strømmende vand og passende stenet bundsubstrat for gydning, skjul og tidlig vækst.

Hvad siger vandrammedirektivet?

Vandrammedirektivet er EU's rammelov for at genskabe et godt vandmiljø i Europa (se fodnote s. 6). Direktivet foreskriver at alle overfladevande skal opnå en god eller høj tilstand senest i 2021. Medlemslandene skal selv udstikke konkrete retningslinjer for hvordan man vil nå i mål med arbejdet, og Danmark har implementeret vandrammedirektivet gennem Miljømålsloven.

Miljømål defineres i forhold til de fysiske, kemiske og biologiske forhold, der findes under uberørte forhold (referencetilstanden). God tilstand i et vandområde betyder derfor at de biologiske kvalitetselementer – alger, vandplanter, bundlevende smådyr og fisk – kun afviger lidt fra uberørte forhold. Vandrammedirektivet foreskriver bl.a., at de biologiske kvalitetselementer i søer og vandløb skal leve op til en klassifikation som (mindst) god tilstand. For fisk er god tilstand karakteriseret som:

"... svage ændringer i artssammensætning og -tæthed som følge af menneskeskabte påvirkninger... Fiskesamfundenes aldersstruktur viser tegn på forstyrrelse som følge af menneskeskabte påvirkninger... og indicerer i nogle få tilfælde manglende reproduktion eller udvikling for en bestemt art, idet nogle aldersklasser eventuelt ikke forekommer."

Direktivet beskriver nogle hydromorfologiske elementer, der skal understøtte de biologiske elementer, og ét af disse er vandløbs kontinuitet. I daglig brug og opfattelse er kontinuitet synonymt med fri passage, både op- og nedstrøms, for fisk og smådyr. Under "høj tilstand" beskriver direktivet, at vandløbets kontinuitet ikke forstyrres af menneskelig aktivitet og at vandlevende organismer har uhindret vandring.

Miljøkrav til fiskepassagen

For at leve op til miljøkravene skal et nyt omløb derfor skabe uhindret vandring for alle fiskearter i både op- og nedstrøms retning, samtidig med at der ikke må være mere end svage ændringer i artssammensætning og -tæthed af fiskesamfundet. Udtrykt på en anden måde må omløbet ikke forhindre at en god tilstand kan opnås.

Ministeriets vurdering

I udkast til vandområdeplan 2015-2021 er Tange sø målsat som et naturligt vandområde til at skulle opnå ”god økologisk tilstand”. Af MiljøGIS fremgår at med hensyn til vandplanter og alger, er Tange sø i øjeblikket i ”høj tilstand” (Miljø- og Fødevareministeriet 2018).

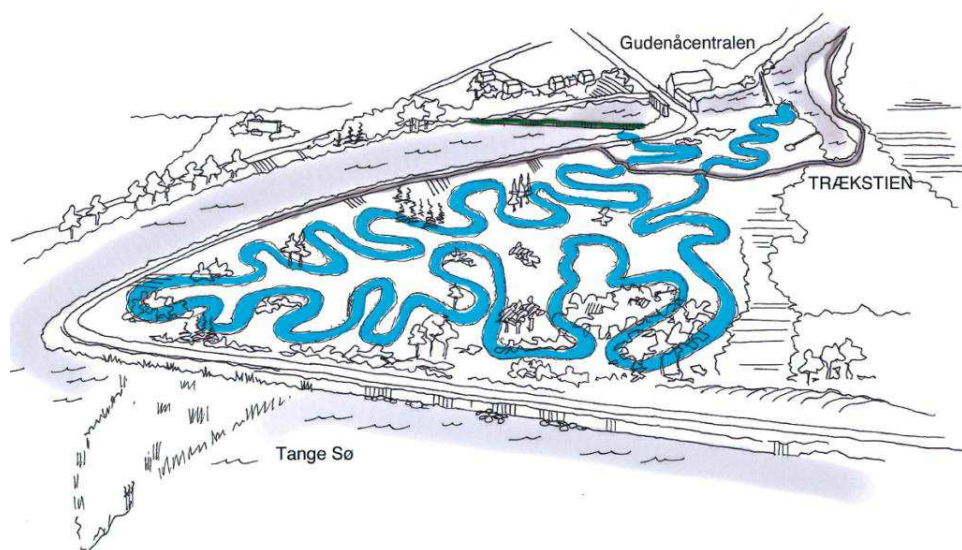
Direktivet rummer mulighed for at søen udlægges som et stærkt modificeret vandområde, men Miljø- og Fødevareministeriet har besluttet, at Tange sø ikke falder ind under denne kategori. I retningslinjerne for udarbejdelse af vandområdeplaner står (Miljø- og Fødevareministeriet 2016b):

Eksempler på søer, der som udgangspunkt ikke kan udpeges som stærkt modificerede områder:

”Søer hvor en fysisk modifikation, f.eks. ved en sø opstået gennem opstemning af et vandløb, gør, at de fysiske forhold, f.eks. brinkernes form og beskaffenhed, ikke forhindrer, at god økologisk tilstand kan opnås for alle kvalitetselementer.”

Ministeriets vurdering er, at der først og fremmest skal findes lokal opbakning omkring et fælles kommunalt løsningsforslag. I høringsnotatet for gældende vandplan står om faunapassage ved Tangeværket (Miljø- og Fødevareministeriet 2016a):

”Der vil i forbindelse med offentliggørelse af indsatsprogrammet i vandområdeplanen for perioden 2015-2021 blive taget stilling til, hvilke indsatser der skal indgå i indsatsprogrammet for perioden. For spærringen ved Tangeværket har Kommunerne i oplandet indledt et samarbejde for at finde løsningsforslag. Dette arbejde vil sammen med det fremsendte materiale indgå i vurderingen, da det prioriteres at en kommende løsning har bred lokal opbakning.”



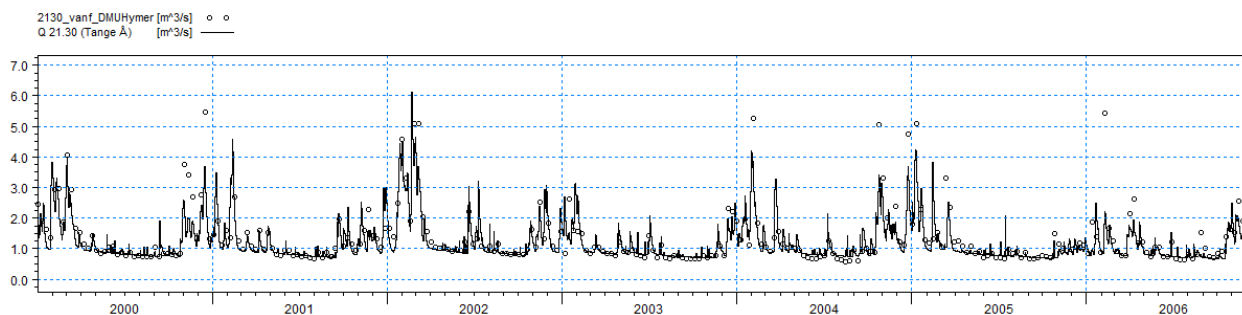
Figur 3. Skitsetegning af et omløbsstryg, placeret i parken syd for Tangeværket. Bemærk det skrå gitter i indløbskanalen, der leder fiskene over til indløbet af omløbsstryget..

6

Løsningen

Vandføring

Med en basisvandføring på omkring 1.500 l/s, vil omløbsstrygets vandmængde svare til middelvandføringen i Tange å ved Vindelsbæk Bro i oktober-december. Tange å er særlig interessant fordi den var det første vandløb ovenfor Tange sø hvor laksen har gydt i større omfang (WaterFrame 2004). Ved at designe omløbet med forbillede i Tange å, er der god mulighed for at laksen vil kunne gyde i omløbet. Af samme grund er omløbet navngivet Tangestryget.



Figur 4. Vandføring i Tange å ved Vindelsbæk Bro. Sammenligning af modelsimuleret (linje) og målt (punkter) vandføring (DHI 2016).

Ved Vindelsbæk Bro i Tange å har der været foretaget vandføringsmålinger over en lang periode, og der er også lavet en hydrologisk model (figur 4) som passer godt med observerede værdier (DHI 2016). Basisflow i Tange Å er ca. 1.000 l/s (figur 4), og vandføringen varierer en del henover året, med største vandføringer i vinterhalvåret, hvor laksen gyder (november-december) og æggene udvikles (december-marts).

Til sammenligning med andre vandløb i området vil Tangestryget få en vandføring som Gjærn å og Hinge å.

Især i vinterhalvåret skal omløbet derfor kortvarigt kunne tage større vandføringer, op imod 5.000 l/s, og derfor vil omløbet blive anlagt med et dobbelt profil, så det kan tage imod det ekstra vand uden at forårsage oversvømmelser.

Hældning

For at skabe mulighed for gydning af laks og ørred, vil en gennemsnitlig hældning på 4 promille og en vanddybde på 30-60 cm være ideel (Nielsen & Sivebæk 2017). Da faldet er 9,6 m, må Tangestryget blive ca. 2.400 m langt (svarer til 4 promille i gennemsnit). Dermed er der lige plads til, at vandløbet kan indplaceres, kraftigt

slyngende, i den godt 6 ha store park nord for hoveddæmningen i Tange sø (se skitsetegning s. 15).

Da søens vandstand varierer, er det nødvendigt at etablere et stem, hvormed vandføringen gennem stryget kan reguleres. Dette gøres ved at etablere et variabelt stem i indløbsbygværket til stryget, således at vandføringen holdes indenfor sikre rammer.

Naturlige stryg-høl sekvenser i hele omløbets længde vil medvirke til at omløbet ligner et naturligt vandløb. Strygene vil have højere bundhældning, hurtigere vandstrøm og lavere vanddybde, og høllerne vil få lavere bundhældning, langsommere vandstrøm og større dybde. Strygene vil være 30-60 m lange, og placeret på de lige stræk mellem høllerne, der alle lægges i forbindelse med sving.

Anlæg

Omløbets bund vil nederst bestå af et 50 cm tykt lag af ler, hvorpå der er ét lag (ca. 10 cm) af marksten og øverst et 50 cm lag af gydegrus. Markstenene vil presses havejs ned i leret. Brinkerne erosionssikres med mark- og kampesten, der ligeledes presses fast i leret. I omløbet vil der under udhængende brinker og ved store kampesten være skjulesteder for større fisk.

Bundbredden vil variere fra 4 til 8 m, og på lige stræk vil der på begge bredder være et ca. 1 m bredt dobbeltprofil, mens der i svingene vil være et ca. 2 m bredt dobbeltprofil i den side hvor strømhastigheden er mindst.

Brinkerne vil være 40 cm over middelvandspejl, og anlagt med 45 graders hældning. Brinkhøjden på 40 cm er valgt fordi en vandstandshævning i omløbet på 30 cm over middelvandstand (så det netop ikke løber over) vil kunne rumme en kortvarig maksimal vandføring på ca. 5.000 l/s.

Hvor det er muligt, vil eksisterende træer blive bevaret som skyggegivere langs Tangestryget. Disse vil bidrage til et mere naturligt miljø, da både skygge og organisk materiale i form af visne blade er vigtige for insekter, fisk og smådyr i vandet.

Vandhastigheder

Med den grove bund, en hældning på omkring 4 promille, en bredde på 4-8 m bredde og en middelvandføring på 1.500 l/s, vil der opnås maksimale strømhastigheder på 30-80 cm/s. Strømhastighederne vil være lavere ved brinker og bag store sten, så det vil være muligt for alle fisk at svømme op og ned gennem omløbet.

Vandføringen i stryget vil i vid udstrækning variere med søens vandspejl. Kun ved ekstreme vandføringer, f.eks. under 1.200 l/s eller over 5.000 l/s vil stemmet sænkes eller hæves for at regulere vandføringen. Den naturlige vandføringsvariation er gavnlig for strygets funktion som naturligt vandløb og som gyde- og opvækstområde for laks og ørred (Pulg m.fl. 2018). Skiftende vandmængder medfører ændrede strømhastigheder og dermed flyttes de foretrukne levesteder for insekter, smådyr og fisk.

Vandremuslingen, som er udbredt i Gudenåen, og som nogen steder kan findes i tætte lag på bundsubstratet, trives ikke i skiftende vandhastigheder. Variationer i vandspejl og vandføring kan derfor medvirke til at forhindre at vandremuslingen breder sig henover gydegruset i strygets bundsubstrat.

Observationsbassin

Inden omløbet udmunder i Gudenåen nedenfor Tangeværket, vil det passere et nybygget observationsbassin bag en glasvæg. Bassinet skal bruges både til formidling og til monitorering af omløbets funktionalitet. Observationsbassinet bliver en mulighed for gæster på Energimuseet og Tangeværket at træde et par trin ned under vandet og få et kig ind i fiskenes verden.

Ved siden af observationsbassinet laves der et opfiskningskammer, hvor igennem vandet i omløbet kan bringes til at passere, med henblik på lejlighedsvis indsamling af fisk i forskningsmæssig sammenhæng.

I observationsbassinet vil der være placeret automatiske fisketællere, der konstant registrerer alle de passerende fisk. Dette kan være med til at følge op på, om omløbet virker efter hensigten. En computer forbundet til fisketællerne viser på en skærm fiskenes passageretning, antal, størrelse, passagetidspunkt for seneste døgn/uge/måned/år, samtidig med at der kan afspilles en videosekvens af hver enkelt passage.

Nye ledegitter foran turbinerne

Ved omløbets øverste åbning ud mod Tange sø (indløbskanalen) etableres et nyt skråtstillet gitter for at lede nedadvandrende fisk til omløbet. Gitteret bliver flyttet ca. 30 m mod syd, således at det grænser direkte op til indløbsbygværket ved omløbet, og bliver skråtstillet på tværs af indløbskanalen. Det anbefales at disse gitter anlægges med en vinkel på 35 grader til hovedstrømmen (Calles m.fl. 2013; Pulg m.fl. 2018). Disse tiltag er for at sikre, at vandrende fisk bedst muligt ledes mod omløbet.

Mindre fisk (f.eks. lampretlarver eller hundestejler) der kan komme igennem gitterets tremmer, kan passere uskadt igennem turbinerne. På grund af gitterets øgede længde fås et større gennemstrømningsareal, og vandhastighederne vil derfor være svagere end gennem det nuværende gitter. Der vil blive etableret en automatisk rensning på gitteret.

Strømkoncentratorer

I indløbskanalen vil det nye ledegitter blive fæstnet til en støbt forankring, med store kampesten ovenpå. Forankring og kampesten vil blive bygget op, således at de hæver bunden over mod den østlige side af indløbskanalen, hvor omløbet starter. Formålet med disse strømkoncentratorer er at de vil sænke vanddybden og øge strømhastigheden langs den østlige side af indløbskanalen, og derved få fisk der trækker nedstrøms, til lettere at finde vandstrømmen til omløbet.

Nedenfor Tangeværket vil der også blive etableret strømkoncentratorer, således at hovedstrømmen flyttes over langs den sydøstlige bred, hvor omløbet udmunder i Gudenåen. Strømkoncentratorerne består af kampesten der ligger i 45 graders linjer fra hovedstrømmen, 20-50 m nedenfor turbineudløbet.

Ålepas

De opvandrende ål er kun 10-15 cm lange, og kan derfor let passere gennem det skråtstillede ledegitter med 20 mm tremmeafstand, der er etableret nedenfor værket. Det eksisterende ålepas ved udløbet fra turbinerne vil derfor med fordel holdes i drift på dets nuværende position. De små ål vil selvfølgelig også kunne svømme op gennem det nye omløb.

7

Konsekvenser

Omløbet og parken

Parken, hvori Tangestryget kommer til at løbe, er mod syd og vest afgrænset af hoveddæmning og indløbskanal, mod nord af Gudenå og mod øst af Gudenåens gamle løb, hvor der i dag er frisluse. I alt dækker parken ca. 65.000 m².

Der er i dag 100 år gammel blandet løvskov i parken, og selvom en del af træerne må fældes for at give plads til jordarbejder og til vandløb, bevares så mange som muligt. Parken er i dag vandlidende på grund af vandtrykket fra søen, så området skal drænes og nivelleres så trykvand kan ledes bort.

For at holde vandhastigheden i stryget tilstrækkelig lav til at alle fisk vil kunne vandre igennem, vil det være nødvendigt at lave omløbet 2.400 m langt. Med 2 x 1 m brinkanlæg og 2 m dobbeltprofil er omløbet maksimalt 12 m bredt og 2.400 m langt, og vandløbet dækker dermed i alt 28.800 m². Tangestryget kommer til at dække knap halvdelen af parkens samlede areal, hvilket betyder, at parkens stier vil blive rigt forsynet med broer.

Observationsbassin og fisketæller kan bruges i skoletjenesten og sætte konkrete talværdier på omløbets fiskepassager. Videre vil parkens rekreative og formidlingsmæssige værdi øge gennem at gæsterne selv kan gå en tur og observere de gydende fisk; om efteråret laksefisk og om foråret lampretter.

Bedre overlevelse af blankål

De nye ledegitre opstrøms for turbinerne vil kunne forbedre forholdene for de nedvandrende blankål markant. Ved hjælp af den hævede bund i indløbskanalen og et langt skråstillet gitter med svagere vandstrøm, vil ålene gradvist blive ledt over til omløbet, hvor den forøgede vandgennemstrømning vil få dem på rette vej nedstrøms.

Smoltdødelighed

Omløbet vil i sig selv ikke kunne afbøde overdødeligheden på nedvandrende ørred- og laksesmolt i Tange sø. Undersøgelser har vist, at kun omkring 10 % af smoltene lykkes at passere Tange sø, fordi de dels mister vandreinstinkt under passagen, dels er udsat for prædation fra rovfisk og fugle i søen (Jepsen m.fl. 1998; WaterFrame 2005; Dieperink 2007).

Der kan vise sig at være en gevinst ved nye skrå ledegitre, større vandføring i omløb og den hævede bund i indløbskanal. Men selv hvis dødeligheden skulle falde til niveauet ved naturlige danske søer, vil den stadig være betydelig (omkring 40 %).

Her er det vigtigt at forstå, at livsforløb og dødelighed hos fisk, fra naturens side forløber helt anderledes end hos mennesker. Hos fisk er det en yderst sjælden undtagelse, at et æg eller ungt individ overlever til voksenalderen, formeringsdygtig modenhed.

Selv i vandsystemer næsten uden søer oplever laksefisk en enorm dødelighed under opvæksten og frem til gydningen. Undersøgelser fra Ribe å viser, at for hver 10.000 lakseæg der gydes i efteråret, er der ca. 480 der overlever til 1/2-års stadiet i august, og 100 der overlever til smoltstadiet næste eller følgende forår. Livscyklussen slutter så med at 2-3 voksne laks (0,2-0,3 promille) vender tilbage til Ribe å og gyder (Pedersen m.fl. 2016).

Det er i dét lys at smoltens dødelighed under udvandring skal ses. Det er fuldstændig naturligt at en betydelig del af de smolt der vandrer gennem søer, dør undervejs. I et vandsystem som Gudenåen, med mange indskudte søer, dør mange smolt under passage af både naturlige og opstemmede søer.

Passage for alle fiskearter

Med Tangestryget vil kontinuiteten blive reetableret, og vandløbet vil igen være passabelt for alle fiskearter i Gudenåen. Omløbet vil få en størrelse og et fald som svarer til den nederste del af Tange å, altså som et helt naturligt vandløb for området.

De mindste fiskearter vil fortsat kunne klemme sig gennem ledegitrene tremmer, men i nedstrøms retning passerer småfisk uskadt gennem turbinerne, og i opstrøms retning vil de på grund af strømkoncentratorer og bedre vandfordeling få lettere ved at finde omløbet.

Med Tangestryget vil laksen få nye gydeområder som den i dag mangler i Gudenåens hovedløb (Nielsen 1998). Også ørred, de tre arter af lampretter, samt helt vil kunne finde egnede gydeforhold i omløbet.

Ørred eller havørred

Havørred er en betegnelse som vi giver de individer af ørredbestanden, der i løbet af deres livshistorie når ud til havet og finder gode opvækstforhold dér. Havørred, bækørred og søørred, som jo er samme art, gyder sammen (Rasmussen 2018), og de fleste studier viser at der er begrænset genetisk differentiering imellem de tre former. På grund af denne fleksibilitet i livshistorie er ørredbestande meget tilpasningsdygtige.

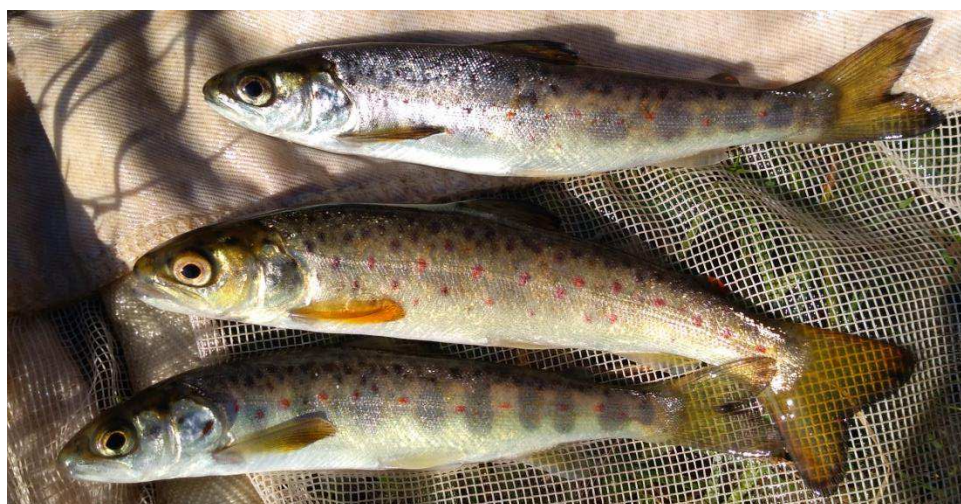
I et vandsystem som Gudenåens, med 67 indskudte søer hvoraf de 13 er i hovedløbet, vil der være stor naturlig dødelighed når ørredsmolten vandrer, og derfor vil den resulterende gydebestand blive domineret af bæk- og søørred. Oprindeligt var der i nogen udstrækning udveksling af gener mellem alle ørred i Gudenåens vandsystem fra Mossø til Hald sø ved Viborg, men efter munkenes opstemninger af åen ophørte dette genflow, og de mindre bestande blev isolerede (Hansen m.fl. 2014). Imidlertid er vandrestinktet forblevet intakt hos afkommet selv efter hundredvis af generationer af ikke-havvandrende ørred (Boel m.fl. 2014). Bæk- og søørred producerer fortsat ungfisk, der som smolt vandrer nedstrøms, og enkelte af dem overlever helt ud til havet og vender derefter tilbage som havørred. Det er grunden til at der fortsat er havørred i Gudenåen ovenfor Tange sø, på trods af stor dødelighed i søerne og på trods af årelange perioder uden effektive fiskepassager. Derfor giver det ikke meget mening kun at fokusere

på at opnå en naturligt selvreproducerende havørredbestand overalt i Gudenåen. På trods af, hvad der er fremført af både COWI (2002, 2007) og RAMBØLL (2016) er ørredbestanden i Gudenåen ikke truet af den opstemmede sø ved Tange. Målet må være at få en naturligt selvreproducerende ørredbestand i hele vandsystemet, med bæk- sø- og havørred i tætheder der svarer til de muligheder og begrænsninger som den naturlige hydrologi betinger.

På grund af Gudenåsystemets rigdom af naturlige søer, har smoltdødeligheden altid været høj. Derfor har der formodentlig aldrig været mange havvandrende ørred i forhold til oplandets størrelse. Da munkene i middelalderen foretog de første opstemninger, reducerede de den i forvejen lave andel af havvandrende ørred i gydebestanden. Samtidig blev de lokale ørredbestande ovenfor opstemningerne isoleret fra genetisk input udefra (Hansen m.fl. 2014), og de er i dag mere sårbare overfor skiftende miljøforhold, f.eks. klimaændringer. I nyere tid har opstemninger til vandkraft og dambrug igen reduceret andelen af havvandrende ørred. Selvom mange af de individer der vandrer, dør i søerne, er ørredbestanden fortsat både selvreproducerende og bæredygtig i Gudenåen. En høj smoltdødelighed ved passage af søer er derfor ikke, og har aldrig været, en akut trussel for ørredbestandens overlevelse i Gudenåen. Problemet er langt mere den mangel på genetisk variation som flere århundreders fuldstændige spærringer allerede har medført på hele fiskesamfundet. Samtidig ser vi som mennesker og navnlig fiskere helst ørredbestande domineret af havvandrende ørreder, der opnår væsentlig større kropstørrelser og er mere attraktive at fiske efter.

Laks

Siden omkring år 2000 har laks vandret op gennem fisketrappen og gydt ovenfor Tange sø (WaterFrame 2004, 2007). Denne naturlige reproduktion sker på trods af, at alle udsætninger foregår et godt stykke nedenfor Tange sø. Senest blev i foråret 2018 bekræftet, at der stadig produceres vilde laksesmolt ovenfor Tange sø (figur 5). Der er altså klare tegn på at en spæd laksebestand er under etablering ovenfor Tangeværket, allerede som forholdene er i dag.



Figur 5. To laksesmolt og en ørredsmolt fra ungfiskeslusen ved Tange, april 2018

Et omløb vil kunne forøge den eksisterende naturlige reproduktion af laks i Gudenåen markant, fordi laksesmolt produceret i omløbet ikke vil skulle gennem Tange sø på vej mod havet, og derfor vil få en høj overlevelseshastighed.

Med et areal på minimum 12.000 m², vil der i omløbet kunne produceres ca. 12.000 ½-års laks, som med 20 % overlevelse bliver til 2.400 laksesmolt. Af disse vil omkring 3 % kunne overleve i havet og vende tilbage for at gyde, så udgangen på beregningen er, at omløbet alene vil kunne forøge opgang og gydning med ca. 72 laks hvert år.

I 2017 indrapporteredes i alt 877 laks fanget af lystfiskere i Gudenåen (Gudenåsamslutningen 2018). I årene inden vandkraftopstemningen blev opført, var til sammenligning den samlede årlige opgang af laks 500-600 individer (Johansen & Løfting 1919). Laksefiskeriet er altså bedre nu end i 1910-erne.

Opfyldelse af miljøkrav

Strømhastigheden i omløbet vil ligge på et niveau der er naturligt for områdets vandløb, så selv små individer af relativt langsomme fiskearter vil kunne overkomme strømmen. I og med at alle fisk vil kunne svømme gennem omløbet, er kravet om kontinuitet (fri passage) opfyldt.

Det springende punkt omkring målopfyldelse, er at laksebestanden i dag kun gyder i forholdsvis få tilløb, og at de bedste og største gydeområder er i tilløbene opstrøms for Tange sø. For laksen er der i dag tale om afvigelser fra den oprindelige tilstand, og en del af disse skyldes den opstemmede Tange sø. Omløbet vil mindske disse afvigelser, da det vil forstærke den naturlige reproduktion betydeligt. Men lakseudsætningerne vil skulle fortsætte som hidtil.

I forhold til den oprindelige naturtilstand, vil ørredbestanden fortsat, som i dag, udvise en relativt mindre forekomst af den havvandrende form, havørreden. Ørredens livshistorie er meget plastisk, og en ørredbestand som er domineret af bæk- og søørred er helt normalt for bestande i vandsystemer med mange indskudte søer, uanset deres oprindelse som opstemmede eller naturlige. En forhøjet smoltdødelighed er ikke enestående for opstemningen ved Tange, men gælder også for opstemningerne ved f.eks. Silkeborg, Ry og Vestbirk. Ørredbestanden i Gudenåen er dog ikke truet af opstemningen og den dermed forøgede smoltdødelighed.

Sammenfattende vurderes at Tangestryget, med bedre ledegitre og fortsat udsætning af laks, netop vil kunne leve op til miljøkravene om fri passage op og ned gennem vandsystemet, med mindre afvigelser fra naturlige referenceforhold i artssammensætning og –tæthed af fiskesamfundet.

Næringsstoffer

Ved at lade Gudenåens vand gennemstrømme Tange sø, vil der fortsat blive omsat og bundet en betydelig mængde næringsstoffer i søen.

I dag tilbageholder søen omkring 5-10 % af den tilførte mængde kvælstof og fosfor, og befrier derved Randers Fjord for ca. 300 t kvælstof og ca. 9 t fosfor om året (COWI 2002). Uden denne tilbageholdelse ville det være nødvendigt at finde kompenserende tiltag for at reducere udvaskningen til Randers Fjord.

Konklusion

Som myndighederne bemærker i høringsnotatet for vandområdeplanen 2015-2021 er situationen at ”Opstemningen ved Tangeværket udgør en spærring og medvirker til manglende kontinuitet i Gudenåen”. Kun ål og de stærkeste laksefisk kan i dag vandre op forbi Tangeværket. Af Gudenåens 30 fiskearter kan kun to arter passere op imod den hurtige strøm i fisketrappen. Alle Gudenåens fiskearter ville kunne passere ved strømhastigheder omkring 30-40 cm/s.

Med en vandføring på 1.500 l/s vil Tangestryget betyde fri passage for alle fiskearter i begge retninger. Et omløb af denne størrelse vil kunne indplaceres i den 6,5 ha store park sydøst for Tangeværket og nord for hoveddæmningen. Med en hældning på ca. 4 promille vil de 9,6 m fald fordeles over ca. 2.400 m vandløb. Hydrauliske beregninger viser at det vil blive et naturligt vandløb med stenet-gruset bund, 30-60 cm dybde, 4-8 m's bredde, og maksimale vandhastigheder på 30-80 cm/s. Alle Gudenåens fiskearter vil kunne passere i dette omløb, der kommer til at ligne den nederste del af Tange å, hvor laksen har gydt naturligt i de seneste år. Omløbet vil kunne benyttes som gyde- og opvækstområde for laks, ørred, lampretter og formentlig også for helt.

I forbindelse med forslag om et kort omløbsstryg har det været fremført, at dette ikke ville kunne skabe mulighed for en naturligt selvreproducerende havørredbestand opstrøms Tangeværket. Men argumentet holder ikke, fordi havørred ikke er en selvstændig art. Kravene i vandrammedirektivet går udelukkende på arter. Ørreden er som art ikke truet af Tange sø og vandkraftværk, og der er i Gudenåen masser af bæredygtige og selvreproducerende ørredbestande både ovenfor og nedenfor vandkraftværket.

Den oprindelige Gudenå laks er uddød, og selvom der i dag igen sker gydning af udsatte laks, er genetablering af en bæredygtig, selvreproducerende laksestamme ikke umiddelbart forestående. Laksebestanden opretholdes af massive årlige udsætninger af ungfisk der genetisk stammer fra Storåen. På trods af en vis naturlig reproduktion i de mindre tilløb omkring Bjerringbro og i tilløbene ovenfor Tange sø må det stadig vurderes som sandsynligt, at laksen vil forsvinde hvis udsætningerne stopper. Der er naturlig gydning i Gudenåens hovedløb, men yngeloverlevelsen er meget dårlig. Udsætningerne af laks skal derfor fortsættes.

Med vandføring som i Tange å og nye skråtstillede ledegitre vil Tangestryget kunne forbedre kontinuiteten i Gudenåen markant, og bidrage til øget naturlig reproduktion af laks, ørred, lampretter og helt. I forhold til Gudenåens uforstyrrede, oprindelige fiskesamfund, vil der fortsat kunne ses ændringer i artssammensætning og -tæthed, men disse vurderes at være så små, at løsningen vil kunne leve op til miljøkravene i vandrammedirektivet.

Litteratur

Aarestrup K., Koed A. & Møller Olesen T. 2006. Nedstrøms vandring og opstemninger. Fisk & Hav 60: 54-62.

Boel M., Aarestrup K., Baktoft H., Larsen T., Søndergaard Madsen S., Malte H., Skov C., Svendsen J.C. & Koed A. 2014. The physiological basis of the migration continuum in brown trout (*Salmo trutta*) Physiol. Biochem. Zool. 2014; 87:334–345

Calles O., Degermann E., Wickström E., Christiansson J., Wickström H. & Næslund I. 2013. Anordningar för upp- och nedströmspassage av fisk vid vattenanläggningar. Havs- och vattenmyndighetens rapport 2013:14. <https://www.havochvatten.se/hav/uppdrag--kontakt/publikationer/publikationer/2013-10-30-anordningar-for-upp--och-nedstromspassage-av-fisk-vid-vattenanlaggningar.html>

COWI 2002. Gudenåens passage ved Tangeværket - sammenfatning af skitseprojekt. Rapport til Miljøministeriet og Fødevarerministeriet. ISBN 87-7279-425-9.

COWI 2007. Suppleringsgrundlag for Gudenåens passage ved Tangeværket. ISBN 978-87-87030-03-8

Dieperink C. 2007. Kortere vandring øger ikke smoltoverlevelse. Vand og Jord 2(14): 49-51

DHI 2016. Tange Sø løsningsmuligheder. Klimatilpasning og oversvømmelseskort. Notat udarbejdet for Silkeborg Kommune.

Froese R. & Pauly D. (editors). 2018. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, (02/2018)

Gudenåkomiteen 2000. Regulativ for Gudenåen Silkeborg-Randers. Lokaliseret 29-05-2018 på: <http://www.gudenaakomiteen.dk/media/16120/regulativ-gudenaen-silkeborg-til-randers.pdf>

Gudenåsamslutningen 2018. Fangstliste – Laksefangster 2017. Lokaliseret den 30-5-2018 på: <http://gudenaasammenslutningen.dk/?side=fangstliste>

Hansen M.M., Limborg M.T., Ferchaud A.-L. & Pujolar J.-M. 2014. The effects of Medieval dams on genetic divergence and demographic history in brown trout populations. BMC Evolutionary Biology 14:122.

Jepsen N., Aarestrup K., Økland F. & Rasmussen G. 1998. Survival of radiotagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) – and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. Hydrobiologia May 1998, 371:347

Johansen A. & Løfting J. 1919. Om fiskebestanden og fiskeriet i Gudenåens nedre løb og Randers Fjord. Skrifter udgivet af kommissionen for havundersøgelser, nr. 9.

Johnston I. & Goldspink G. 2006. A study of the swimming performance of the Crucian carp *Carassius carassius* (L.) in relation to the effects of exercise and recovery on biochemical changes in the myotomal muscles and liver. *Journal of Fish Biology*(5), s. 249-260.

Kaczor Holm M. & Carøe M. 2011. Plan for fiskepleje i Gudenå, delområde 2. Distrikt 15, vandsystem 06. DTU Aqua Plan nr. 14-2011. Lokaliseret 30-05-2018 på:
<http://www.fiskepleje.dk/vandloeb/udsætning/oerred/udsætningsplaner/vandloeb-i-oestjylland>

Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Høringsnotat. Vandområdeplaner for Danmarks fire vandområdedistrikter. Resumé og kommentering af høringssvar vedrørende specifikke forhold for vandområdeplanen 2015-2021 for Jylland/Fyn. ISBN 978-87-7175-574-9, 382 pp.

Miljø- og Fødevarerministeriet 2016. Retningslinjer for udarbejdelse af vandområdeplaner 2015-2021. Intern arbejdsinstruks. Udgivet af Styrelsen for Vand- og Naturforvaltning, København. www.svana.dk

Miljø- og Fødevarerministeriet 2018. MiljøGIS for vandområdeplanerne 2015-2021. Lokaliseret den 30-5-2018 på: <http://miljoegis.mim.dk/cbkort?profile=vandrammedirektiv2-2016>

Mortensen E. 1976. Fiskeundersøgelser, Bind 1. Status over forekomst og bestandstætheder af ferskvandsfisk i Gudenå-systemet. Udgivet af Gudenåudvalget, Århus Amt.

Nielsen J. 1998. Gudenåens hovedløb som gyde- og yngelopvækstområde for laks og havørred. Gudenåkomiteen. Rapport nr. 19, 32 pp.

Nielsen J. 2004. Fiskenes krav til passageløsninger i vandløb med dambrug. delrapport 1. Faunapassageudvalget.

Nielsen J., Aarestrup K. & Koed A. 2010. Faunapassageløsninger - en opfølgning på Faunapassageudvalgets arbejde. Notat til Miljøstyrelsen, 39 s.

Nielsen J. & Sivebæk F. 2017. Sådan laver man gydebanker for laksefisk. Vejledning. DTU Aqua. www.fiskepleje.dk

Peake S. 2008. Swimming performance and behaviour of fish species endemic to Newfoundland and Labrador: A literature review for the purpose of establishing design and water velocity criteria for fishways and culverts. Canadian Manuscript Report of Fisheries and Aquatic Sciences No. 2843, Fisheries and Oceans Canada, P.O. Box 5667, St. John's NL A1C 5X1, Oceans and Habitat Management Branch.

Pedersen M., Jepsen N., Aarestrup K., Koed A., Pedersen S. & Økland F. 2011. Loss of European silver eel passing a hydropower station. *J. Appl. Ichthyol.* 2011: 1–5.

Pedersen S., Koed A., Aarestrup K., Jepsen N., Sivebæk F. & Iversen K. 2016. Laksebestanden i Ribe Å 2014. DTU Aqua Rapport nr. 313-2016.

Pulg U., Barlaup B.T., Skoglund H., Velle G., Gabrielsen S-E., Stranzl S., Olsen E. E., Lehmann G., Wiers T., Skår B., Nordmann E., Fjeldstad H-P. & Kroglund F., 2018. Tiltakshåndbok for bedre fysisk vannmiljø: God praksis ved miljøforbedrende tiltak i elver og bekker. Uni Research Miljø LFI rapport 296. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889.

RAMBØLL 2016. Løsningsforslag til Gudenåens fremtidige forløb ved Tange Sø. Lokaliseret den 01-06-2018 på https://www.favrskov.dk/sites/default/files/ramboell_-_loesningsforslag_for_gudenaens_forloeb_ved_tange_soe.pdf

Rasmussen G. 2018. Ørred. Fiskeplejens webside om fiskebiologi. Lokaliseret d. 29-05-2018 på <http://www.fiskepleje.dk/fiskebiologi/orred>

Tudorache C., Viaene P., Blust R. & De Boeck G. 2007. A comparison of swimming capacity and energy use in seven European freshwater fish species. Ecology of Freshwater Fish, 17, s. 284 - 291.

Viborg Kommune 2015. Tilladelse til at indvinde overfladevand fra Gudenåen til produktion af elektricitet på Tangeværket. Afgørelse fra Viborg Kommune til Gudenaacentralen. Sagsnummer 14/23695.

WaterFrame 2004. Laksen tilbage i Gudenåen. Rapport til Gudenaacentralen. Lokaliseret den 29-05-2018 på <http://gudenaacentralen.dk/wp-content/uploads/2017/06/Laksen-tilbage-i-Guden%C3%A5en...pdf>

WaterFrame 2005. Smoltens passage forbi Tange, 2005. Rapport udarbejdet for Gudenaacentralen. Lokaliseret den 28-5-2018 på <http://easytell.dk/log/datafiles/3083/41902-smoltenspassage.pdf>

WaterFrame 2007. Fisk i ungfiskeslusen. Notat til Gudenaacentralen, juni 2007. Lokaliseret den 29-05-2018 på <http://gudenaacentralen.dk/wp-content/uploads/2016/06/Fisk-i-ungfiskeslusen-2007.pdf>

WaterFrame 2014. Fiskepassager i Tangetrappen 2012-2013. Rapport til Gudenaacentralen. Lokaliseret den 29-05-2018 på <http://gudenaacentralen.dk/wp-content/uploads/2017/06/Fiskepassager-i-Tangetrappen-2012-2013-1.pdf>

Ordliste

Dobbeltprofil: Et vandløbstværsnit hvor vandet ved normal vandføring løber i en smal rende, og hvor større vandføringer opfanges og forløber i et bredere og højere beliggende profil.

Flodemål: Angivelse af vandstandshøjde, ofte anvendt som maksimalt tilladelige vandstandshøjde.

Fri passage: Mulighed for uhindret vandring af fisk og smådyr. Bruges synonymt med kontinuitet.

God / høj tilstand: Vandrammedirektivets betegnelser for de to bedste klasser af økologisk tilstand af overfladevand (f.eks. søer og vandløb).

Hydrologisk model: Model for vandets bevægelser og kredsløb i naturen.

Høl: Langsomt løbende og dybere vandløbsparti.

Indsatsprogram: Nationalt arbejdsprogram i forbindelse med vandrammedirektivet, tilpasset de regionale og lokale forhold.

Kontinuitet: Mulighed for uhindret vandring af vandlevende organismer. Bruges synonymt med fri passage.

Kraftigt modificeret vandområde: Et område, f.eks. et vandløb eller sø, hvor menneskelig aktivitet i væsentlig grad har ændret den fysiske karakter

Kvalitetselement: Støttepunkter for vurdering af den økologiske tilstand. Kan underinddeles i biologiske, hydromorfologiske og fysisk-kemiske elementer.

Smolt: Livsstadium hos ørred og laks som medfører store fysiologiske og hormonale ændringer. Indtræder om foråret, når fisken er 10-20 cm lang. Farvetegninger forsvinder og erstattes af blanke skæl. Vandreinstinkt vækkes.

Stryg: Hurtigt løbende og lavvandet vandløbsparti.

Stryg-høl sekvens: I et naturligt vandløb vil erosion og aflejring af bundmateriale med tiden udvikle sig til at vandløbet danner en uafbrudt række af holler i svingene og stryg imellem svingene.

Vandområdeplan: Miljømyndighedens plan for et land- og havområde bestående af et eller flere tilstødende vandløbsoplande.