

PROJEKT *FORBEDRET FISKEPASSAGE I GUDENÅEN VED TANGE*

Rapport til Gudenåcentralen



GUDENAACENTRALEN

Fiskepassager i Tangetrappen 2006

RAPPORT UDARBEJDET FOR
Gudenaacentralen • Bjerringbrovej 54 • DK 8850 Bjerringbro
Tlf.: 86681777
Sagsbehandler: Robert Møller

RAPPORT UDARBEJDET AF
WaterFrame • Præstebakken 3 C • DK 8680 Ry
Tlf.: 87 88 30 90
Sagsbehandler: Christian Dieperink

MARTS 2007

Indholdsfortegnelse

INDHOLDSFORTEGNELSE	2
SAMMENFATNING.....	3
ENGLISH SUMMARY	3
FORMÅL	4
MATERIALE & METODE.....	5
2.1 FISKETÆLLEREN	5
2.2 FISKETÆLLER-SOFTWARE.....	6
2.3 PROCEDURER.....	7
2.4 KRITERIER FOR VERIFIKATION.....	7
2.5 LEDEGARN	8
RESULTATER.....	10
3.1 DRIFT	10
3.2 FOREKOMST AF ”STØJ”	10
3.3 VERIFICEREDE PASSAGER.....	10
3.4 VANDRINGSAKTIVITET I TRAPPEN	12
3.5 STØRRELSFORDELING.....	14
3.6 PASSAGENS DØGNRYTME	14
3.7 SVØMMEHASTIGHEDER	15
3.8 EFFEKT AF LEDEGARN	16
3.9 EFFEKT AF VANDFØRING OG TEMPERATUR.....	17
DISKUSSION	19
4.1 DRIFT	19
4.2 PRÆCISION	19
4.3 OPVANDRING	19
4.4 NEDVANDRING	20
4.5 LEDEGARNSFORSØG	23
KONKLUSIONER	24

O

Sammenfatning

Der er igennem 2006 blevet gennemført undersøgelser af funktionaliteten af fiske-trappen ved Tange-værket. Dette er primært sket ved at videreføre igangværende undersøgelser med en automatisk fisketæller, placeret i det øverste bassin i trappen. Passagen gennem trappen omfattede 4829 fisk. Dette svarer til en fremgang på 79 % i forhold til 2005. Størstedelen, 78 %, vandrede imod strømmen. Fiske-tælleren registrerer kun fisk over ca. 24 cm' længde, og derfor må den samlede pas-sage gennem trappen formodes at være væsentlig større. Opgangen af laksefisk (over 45 cm's længde) omfattede i alt 409 individer, hvoraf størstedelen passerede i efterårsperioden oktober-december. I forbindelse med en mindre undersøgelse af fiskenes fordeling på henholdsvis ungfiskesluse og fisketrappe blev fundet, at den nedstrøms passage gennem ungfiskeslusen var ca. tre gange større end gennem fi-sketrappen. I betragtning af ungfiskeslusens større vandføring og bedre placering i hovedstrømmen, må passagen gennem fisketrappen anses for forholdsvis stor. Undersøgelsen bekræftede desuden tidligere rapporterede observationer af, at fi-skepassagerne overordnet er opdelt i tre distinkte sæsoner: forårs-, sommer- og ef-terårsvandring, og fortrinsvis sker om dagen. Fiskene grupperer sig også størrel-sesmæssigt i disse vandringsmønstre. Vandføring og temperatur blev sammenlig-net med passageaktiviteten, men kun vandtemperaturen virkede til at have haft be-tydning for passagen. Temperatur og passageaktivitet toppede samtidig i juli-august. Indledende forsøg med en konkret passagefremmende foranstaltning, et ledegarn foran trappens udmunding, gav ikke i løbet af efteråret entydig effekt på opgangen gennem fisketrappen, og forsøgene anbefales derfor fortsat i en modifi-ceret form i 2007.

English summary

Continued investigations of the functioning of the fishladder at Tange Hydro-power Station were carried out by means of an automated fishcounter installed in the upper basin of the multi-chambered bypass-ladder. A total of 4829 up-migrating fish were counted during 2006, corresponding to a 79 % increase com-pared with 2005. Of these, 409 individuals were estimated to be above a length of 45 cm. The counter cannot intercept the passage of small fish below 24 cm's length, so the above figure of total migrants must be considered a very conserva-tive estimate. Passages were distinctly diurnal and divided into three seasonal mi-gration peaks: spring, summer, and autumn.

1

Formål

I efteråret 2004 blev der etableret en elektronisk fisketæller i det øverste kammer i fisketrappen. Formålet var at skabe en bedre dokumentation for opgangens størrelse og intensitet, og samtidig søge at øge fiskenes orientering hen mod trappen:

Formålet med de fortsatte undersøgelser er at udbygge dokumentationen ved at sammenfatte fisketællerens drift og registreringer for 2006, sammenligne med de foregående år, og samtidig evaluere effekten af de indledende forsøg med et ledegarn, der blev opsat nedstrøms ledegitteret ved fisketrappens udløb i Gudenåen.

Formålet med at opsætte et ledegarn er at søge at forbedre passagen ved fisketrappen. Der etableres et ledegarn ud for fisketrappen således at flere fisk dirigeres hen til udløbet fra trappen og der igennem hjælpes til at vandre op gennem trappens bassiner.

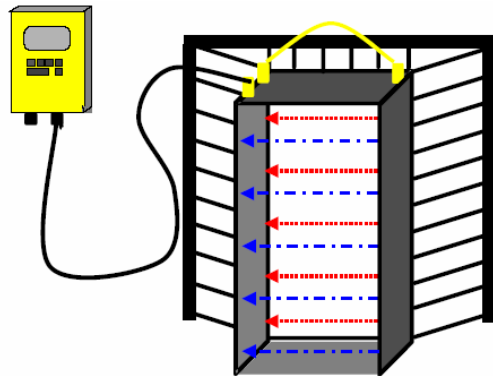
2

Materiale & metode

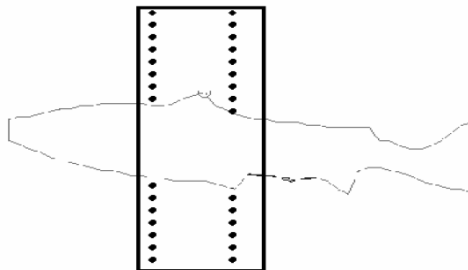
2.1 Fisketælleren

Fisketælleren, en VAKI Riverwatcher, blev i 2004 etableret i fisketrappens øverste bassin.

Selve fisketælleren består to kolonner med hver 96 infrarøde dioder, der lyser over på en receptor-plade (figur 1), der igen videresender signaler til en *Display Unit*, hvor data om fiskens størrelse, svømmehastighed, retning, passagetidspunkt, og profilbillede beregnes og lagres. Desuden opsamles data om vandtemperatur, batterispænding og tællerenes funktionalitet. Fra *Display Unit*-en kan data hentes via en mobiltelefon forbindelse eller downloades direkte til en computer.



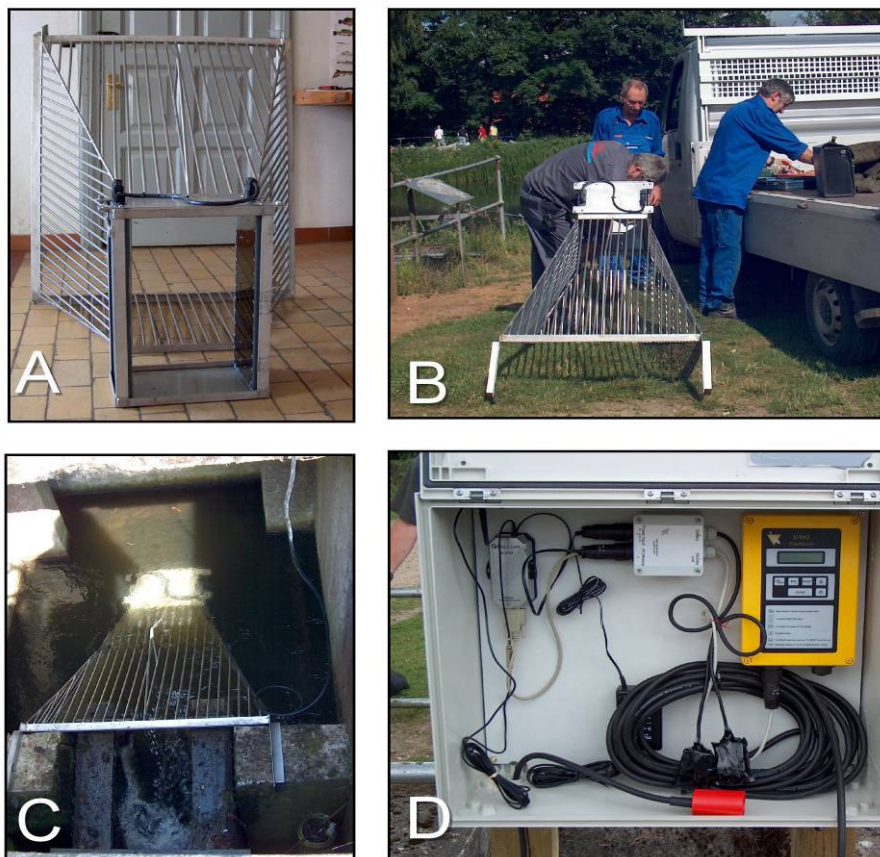
Figur 1. Schematisk diagram over fisketælleren. *Display Unit* er gul. ©Vaki Aquaculture Systems.



Figur 2. Fisketællerenes to lysdiode-søjler måler fiskens højde, hastighed og retning. ©Vaki Aquaculture Systems.

Fisketælleren fungerer ved, at en fisk der passerer gennem gitteråbningen, bryder lysdioderne (figur 2), og derved starter et registreringsprogram i *Display Unit*-en. Programmet har forskellige algoritmer der reducerer og eventuelt udelukker ”støj”, som f.eks. når vandplanter dækker over dioderne.

Tælleren blev monteret i fisketrappens øverste kammer og kontrolpanelet med *Display Unit*-en blev placeret i et elektronik-skab ved siden af (figur 3).



Figur 3. A. Det tragt-formede gitter med diodepanelerne (forrest). B. Fisketælleren monteres. C. Tæller og gitter på plads. D. Kontrolenheden med GSM-forbindelsen. Foto: Tanja Knudsen.

2.2 Fisketæller-software

Til fisketælleren medfølger et program, WINARI, der sorterer og præsenterer de opsamlede fiskedata. Selvom der allerede i *Display Unit*-en er foretaget en bortsortering af støj, er det nødvendigt at gennemgå alle records manuelt for at fjerne den sidste rest af fejlregistreringer. Winari programmet downloader fire fil-formater.

- .arv filer indeholder data om størrelse af fiskene, tidspunkt for registrering, svømmeretning og position i scanneren.

.img filer indeholder to silhettebilleder af hver fisk

.vsb filer, som indeholder data om sigtbarheden mellem diodepanel og modtagerpanel

.tdt filer med vandtemperatur, opsamlet i 3-timers intervaller.

Winari-programmet samler ovenstående filer i en grundlæggende database struktur med et windows-kompatibelt brugerprogram hvorfra data kan visualiseres, sorteres og eksporteres.

Programmet benytter fiskenes højde H (cm) til at beregne dens længde L (cm) ud fra sammenhængen:

$$L = Hx \qquad \text{formel 1}$$

hvor brugeren selv kan vælge x -værdi, f.eks. ud fra konkrete opmålinger. Som default benytter programmet værdien $x = 6$.

2.3 Procedurer

Fisketælleren ved Tange er i 2005 blevet downloadet 1-2 gange om måneden, og den interne hukommelse i *Display Unit*-en er ved samme lejlighed blevet nulstillet.

Alle fisk blev inddelt i kategorierne *små* (mindre end 45 cm), *medium* (45-70 cm) og *store* (mere end 70 cm lange). Fiskeprofiler over 45 cm's længde er medregnet som sandsynlige "laksefisk", og alle over 90 cm som "laks".

Herefter er alle registreringer med tilhørende profilbilleder blevet gennemgået, og kun hvor der med sikkerhed var tale om fisk, er registreringen blevet accepteret så den kunne indgå i de videre beregninger.

2.4 Kriterier for verifikation

Winari-programmet præsenterer hver registrering i databasen med dato, tidspunkt for passagen, dybde (mm), længde (cm), retning (op/ned), hastighed (m/s), vertikal position i ramme (cm), og reference til fil. Desuden viser programmet to profiler af den registrerede passage, og det er ud fra disse profil-billeder at den endelige verifikation foregår.

Af forskellige årsager (f.eks. strømhvirvler, is, objekter der dækker diodesøjlerne) kan profilerne være uklare, uskarpe, eller skåret delvis igennem. Kun registreringer, der med sikkerhed kunne erkendes som fisk, er medtaget i denne rapport. For at sikre en ensartet vurdering af de indsamlede silhuetter er der opstillet tre kriterier for at godkende en registrering som fisk (tabel 1). Som udgangspunkt er det nok, at én af de to profiler klart ligner en fisk:

Tabel 1. Kriterier anvendt ved bedømmelse af fisketællerens registreringer.

	Kriterium 1	Kriterium 2	Kriterium 3
Godkendt som fisk	Profil tilspidset i begge ender	Profil < 1 sinuskurve	Minimum 1 profil der ligner "fisk", fx har tydelige finner
Afvist som støj	Profil anderledes	Profil > 1 sinuskurve	Ingen profil der ligner "fisk"

Alligevel var der profiler der ikke lod sig beskrive tilfredsstillende ud fra de generelle kriterier (som nævnt i tabel 1). Det kunne være næsten kvadratiske profiler (med reduceret tilspidsning i enderne), eller profiler med en meget stærk hældning, f.eks. på op mod 45 grader. Her var det ofte en hjælp at se på data fra registreringer i tidsrummet på begge sider af den pågældende, idet fejlregistreringer ofte samles i større "klumper".

2.5 Ledegarn

Ledegarnsforsøget blev påbegyndt i midten af juli, og opstillingen (figur 4 og 5) bestod af et 40 mm (halvmaske) garn som udspændt på nedrammede jernpæle blev holdt fast i strømmen ud for fisketrappens udmunding. Garnet blev holdt til bunden af kraftige synk, bundet til underkanten.



Figur 4. Ledegarnet blev sat i et V mellem ledegitteret og fisketrappens udmunding (nederst til venstre). Under broen på ledegitteret var der en ca. 1 m bred åbning som fiskene kunne komme igennem.

Opstillingen af ledegarnet var således, at garnet kunne bindes op på pælene for at man derved løbende gennem opgangssæsonen kunne få et billede af den daglige passageaktivitet *uden* ledegarn. Garnet blev derfor hver morgen skiftevis hævet (bundet op på pælene) eller sænket ned i vandet. De verificerede passager blev

derefter opgjort for hver 24 timers interval under hver type af opstilling (garnet hævet eller sænket).



Figur 5. Ledegarnet blev dagligt ændret fra nede (i drift) til oppe (kontrol), for konstant at følge de naturlige variationer i opgangens intensitet.

Fordi fiskepassagen igennem trappen ved Tange også uden ledegarn er meget variabel, blev der under databehandlingen beregnet en løbende ”median-passage” som de daglige registreringer kunne sammenlignes med. Median-passage blev beregnet som medianen af de daglige opstrøms passager gennem trappen for en periode på 7 dage, fra tre dage før til tre dage efter den pågældende dag.

3

Resultater

3.1 Drift

Fisketælleren var i funktion gennem hele året, kun afbrudt af kortvarige tilfælde, hvor dioderne var blokerede, og desuden af én periode hvor hukommelsen var fyldt og der derfor ikke kunne lagre flere data (10-19/8). I løbet af 2006 var i alt 19 episoder, hvor lysdioderne var blokerede i mere end 20 minutter. Denne slags episoder registreres i loggen, da det betyder at tælleren automatisk lukker ned for de tildækkede dioder.

Selv når nogle af dioderne er blændet midlertidigt, kører tælleren videre med resten af dioderne. Det kan derfor forekomme, at en fisk passerer, hvor kun halvdel af dens profil kan ses (figur nedenfor). Desuden var hukommelsen ved en lejlighed fyldt helt op, og det er usikkert hvorvidt alle passager er registreret for en periode af én-to uger i midten af juli. Herudover har der ikke været driftsproblemer i 2006.



Figur 6. Profilbillede af en laksefisk (estimeret til 81 cm's længde), der passerede opstrøms igennem fisketrappen den 15/10 kl. 01.41. På dette tidspunkt var enkelte dioder blokerede, hvorfor bugen ikke er kommet med på billedet. Da længden skønnes ud fra den målte højde, var fisken sandsynligvis længere end de estimerede 81 cm.

3.2 Forekomst af "støj"

Igennem 2006 har fisketælleren opsamlet profilbilleder og data fra i alt 7938 episoder hvor et eller andet emne spærrede for lysdioderne i begge scannersøjler. Efterfølgende gennemgang af disse records medførte at 3109 (39 %) blev sorteret fra som støj.

3.3 Verificerede passager

Den samlede verificerede passage omfattede således 4829 fisk, hvoraf 3788 blev registreret for opvandring og 1041 for nedvandring (se tabel 2). Dette svarer til en

forøgelse af passagerne på 79 % i forhold til 2005. Fisk under 45 cm dominerede med over 90 procent af samtlige passager. I alt 462 fisk over 45 cm benyttede i løbet af 2006 trappen. Her var fremgangen på 106 % i forhold til 2005.

De største fisk passerede især i løbet af efterårsmånederne oktober-december (figur 7).



Figur 7. Profilbilleder af 2006's største opgangsfisk, estimeret til 112 cm's længde, der svømmede gennem fisketrappen ved Tange den 28/11 kl. 13.47. Fisken, der øjensynligt var en laks, passerede med en svømmehastighed af 0,45 m pr. sekund.

Vandringsretning

Der vandrede væsentlig flere fisk op end ned ad trappen. Opvandring tegnede sig for 78 % af alle fiskepassager gennem trappen (tabel 2). Samtidig viste der sig at være små, men klare forskelle i vandringmønstrene for de forskellige størrelsesgrupper. Blandt de store fisk var andelen af opvandring højere end blandt de små og mellemstore fisk (tabel 2).

Vandringsmønstre

De små fisk (<45 cm) vandrede mest opstrøms om foråret, mens de store fisk vandrede mest opstrøms om efteråret (tabel 3). Dette skyldes sandsynligvis, at grupperne "mellem" og "store" udgøres af efterårsgydende laks og havørred, mens gruppen af "små" tillige omfatter andre, og sandsynligvis forårsgydende fiskearter.

Tabel 2. Verificerede passager i fisketrappen ved Tange i 2006.

	Op	Ned	Op + ned	Op – ned
Små (< 45 cm)	3379	988	4367	2391
Mellem (45-70 cm)	280	40	320	240
Store (>70 cm)	129	13	142	116
I alt	3788	1041	4829	2747

Tabel 3. Procentvis opgang af alle (op- og nedstrøms) fiskepassager i Tangetrappen i 2006, fordelt på årstid og størrelsesgrupper. En stjerne angiver at der i alt var tale om <10 individer.

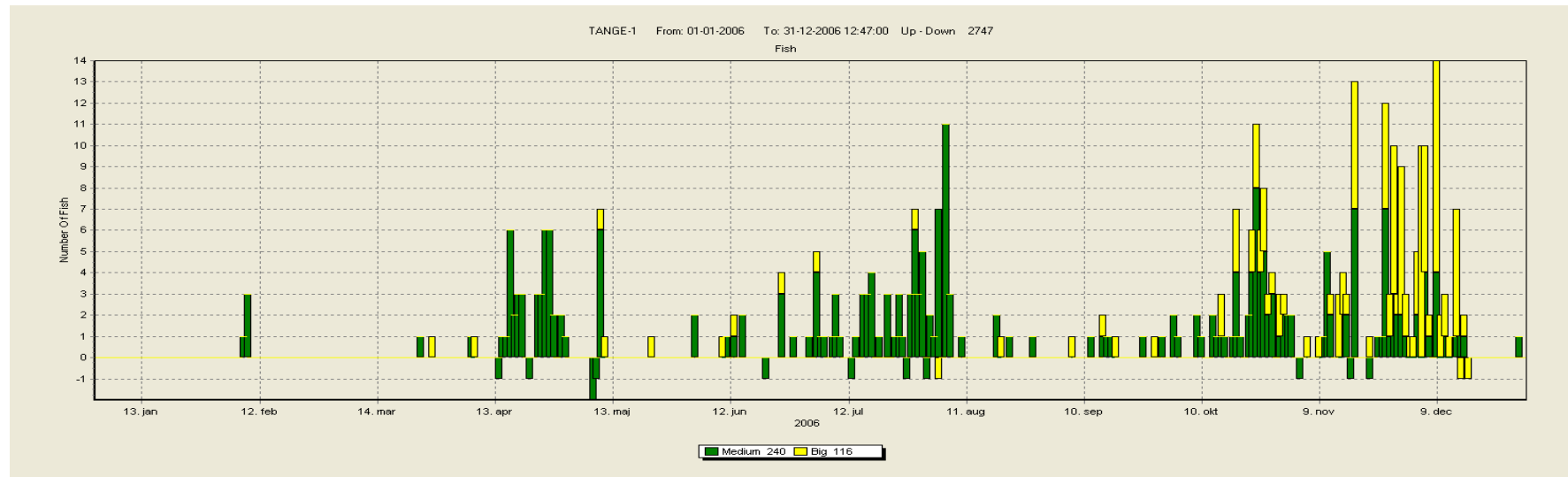
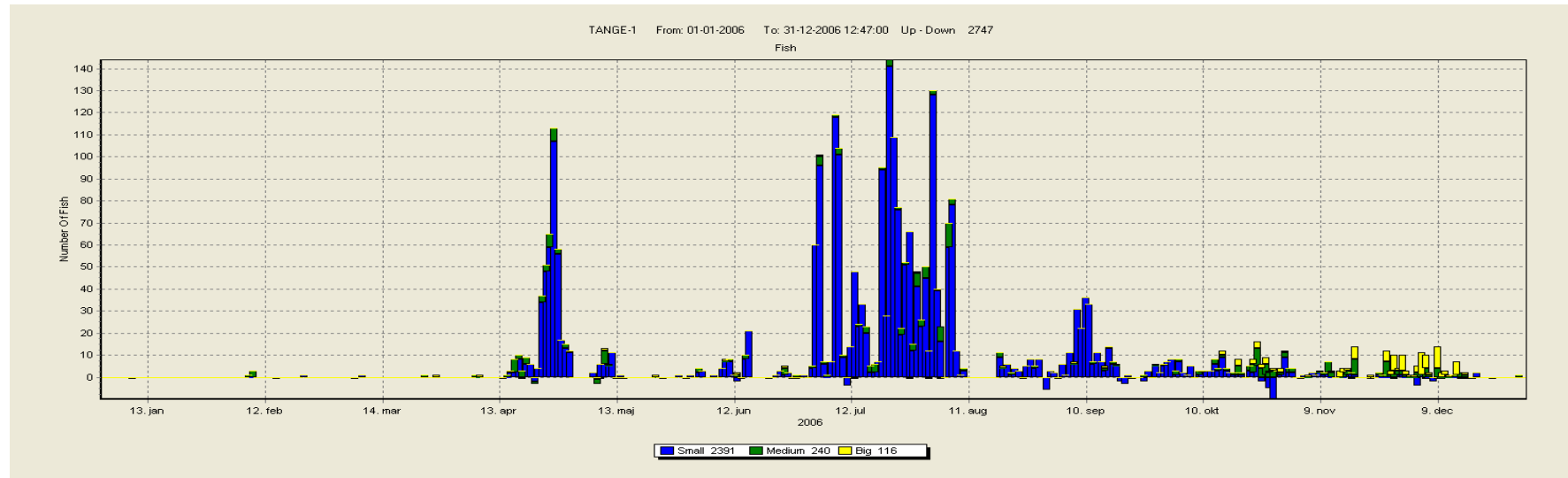
	forår	sommer	efterår	hele året
Små (< 45 cm)	81	78	74	77
Mellem (45-70 cm)	81	88	90	87
Store (>70 cm)	100*	75*	91	91
I alt	81	78	78	78

3.4 Vandringsaktivitet i trappen

Passage-aktiviteten igennem året 2006 var stærkt periodisk, idet der stort set ingen vandring skete de første 100 dage (figur 8). Da den første vandringsbølge passerede i løbet af april-maj, var der igen en meget ”stille” periode frem til midten af juni. Omkring 1. juli startede den anden bølge af vandringsaktivitet, og den varede frem til midten af august hvor der igen var en kortvarig stilstand inden efterårets vandring startede i midten af september for små fisk. Grupperne af store og mellemstore fisk vandrede senere, og deres efterårsbølge startede omkring midten af oktober. Så vandringen var meget stærkt opdelt i tre distinkte perioder i løbet af foråret, sommer og efteråret, og desuden opdelt med hensyn til fiskenes størrelse.

Gruppen af små fisk vandrede hele året, men kraftigst i løbet af sommerperioden med omkring 2000 individer der passerede fra 1. juli til 10. august. Fisk over 45 cm udviste et anderledes vandremønster. De vandrede også i både april og juli, ligesom de små fisk, men intensiteten var langt større fra midten af oktober til midten af december (figur 8). Blandt størrelsesgrupperne ”mellem” og ”store” var der yderligere den forskel at de største fisk næsten udelukkende vandrede i den sidste del af efterårets vandringsperiode (figur 8, nederst).

Imellem de intensive vandringsperioder var der stort set ingen aktivitet i trappen (figur 8). Samme mønster kunne iagttages i 2005.



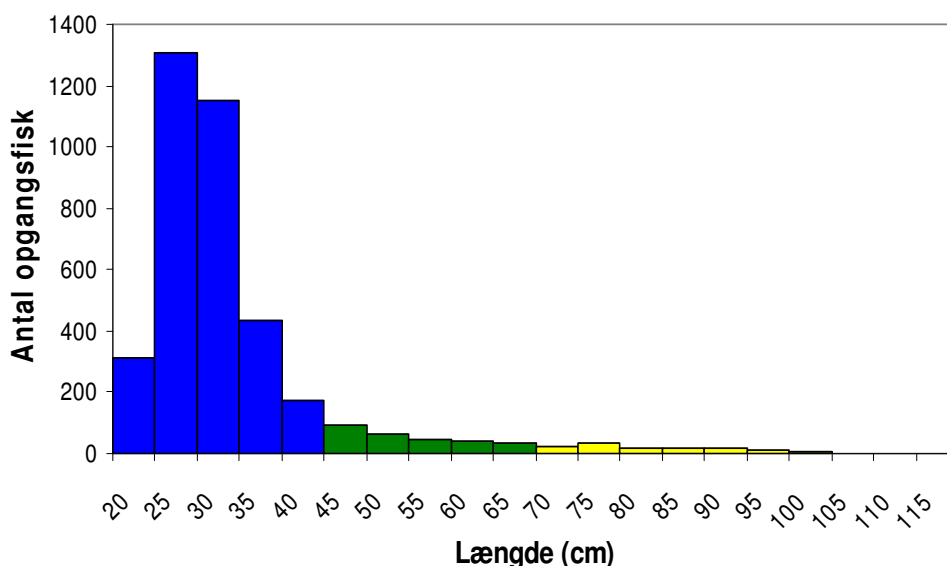
Figur 8 . Øverst: Netto antal opstrøms fiskepassager i Tangetrappen i 2006 (Antal opvandrede minus antal nedvandrede, i alt 2747 fisk). Nederst: Netto antal laksefisk (≥ 45 cm) i Tangetrappen i 2006 (Antal opvandrede minus antal nedvandrede, i alt 356 laksefisk).

3.5 Størrelsesfordeling

Som i 2005 registrerede fisketælleren flest fisk i størrelsesgruppen mellem 25 og 30 cm. De mindste fisk var 24 cm lange, og den største var 112 cm lang (figur 8 og 9). De nedvandende fisk havde næsten samme størrelsesfordeling, men lidt færre store individer.

Flest fisk vandrede opstrøms i trappen, og dette var mest udpræget for de store fisk. I gruppen af ”små” fisk var opvandringen 3,4 gange større end nedvandringen, hvorimod den var 7,7 gange større i grupperne af ”mellem” og ”store” fisk.

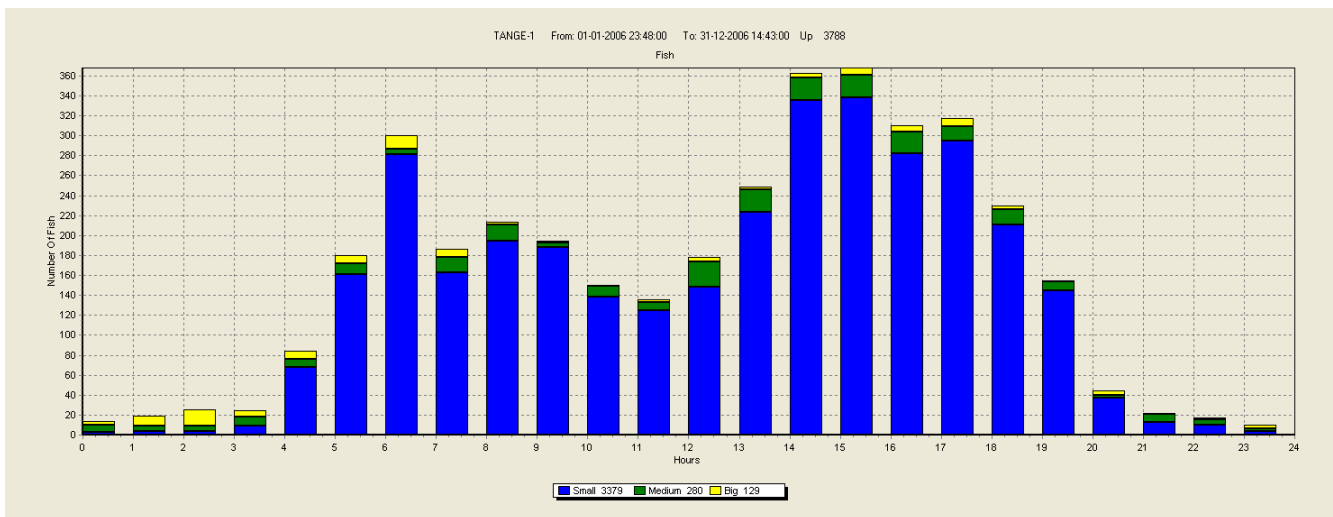
Fisk over 90 cm, som må formodes alene at bestå af laks, omfattede i alt 36 fisk for opgang, men ingen for nedgang.



Figur 9. Længdefordeling af i alt 3788 opvandrende fisk i trappen ved Tange i 2006.

3.6 Passagens døgnrytme

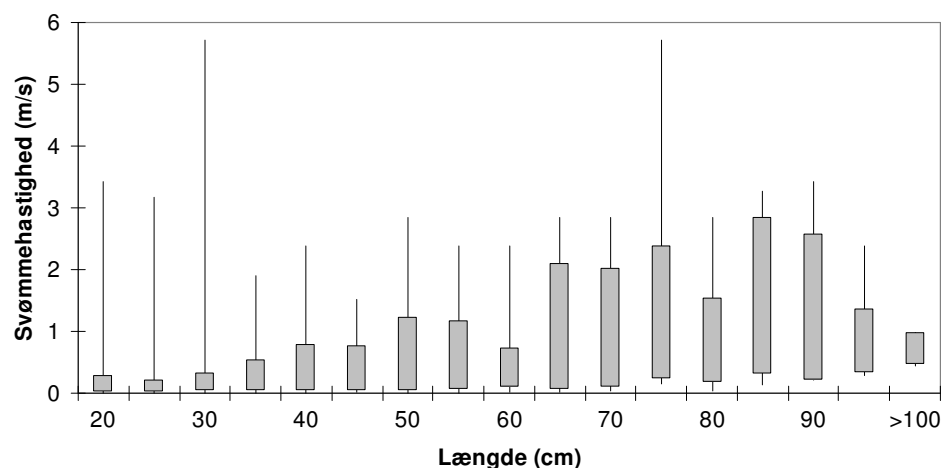
Fiskepassagerne igennem trappen, både op- og nedstrøms, foregik ligesom i 2005 især i dagslys. Den største passageaktivitet i fisketrappen var ved 6-tiden om morgenen og om eftermiddagen (figur 10). Om natten var vandringen ubetydelig i forhold til om dagen. Denne døgnrytme var tydeligst for gruppen af små fisk. Grupperne ”store” og ”mellem” var ikke så udpræget dagslys-aktive i fisketælleren som de små fisk. Faktisk var de store fisk mest aktive imellem klokken 01 og 07 (figur 10).



Figur 10. Døgnrytme for i alt 3788 opstrøms passager gennem fisketrappen ved Tange i 2006. Klokkeslettet er vist på x-aksen, og antallet af observationer på y-aksen. Blå = små; grøn = mellem; gul = store. Små fisk er mest dagaktive.

3.7 Svømmehastigheder

Fisketælleren målte også fiskenes svømmehastighed, og resultaterne viste at opvandrende fisk i gennemsnit passerede med en hastighed af 0,2 m/s i forhold til tælleren. Heri er ikke medregnet vandets hastighed, så den reelle svømmehastighed er højere. Fiskenes størrelse havde betydning for deres svømmehastighed. De mindste fisk som tælleren registrerede passerede med en gennemsnitlig hastighed af blot 0,1 m/s, mens de største fisk passerede med 0,6 m/s. Som det ses af figur 11 herunder var der dog betydelig variation i passagehastigheden, og de absolut højeste hastigheder (5,7 m/s) blev faktisk målt både på en 75 cm lang fisk og på en 31 cm lang fisk.



Figur 11. De opvandrende fisk's hastighed under passage af fisketælleren. Stregerne angiver minimum og maksimum, søjlerne angiver 10 og 90 % fraktilerne.

3.8 Effekt af ledegarn

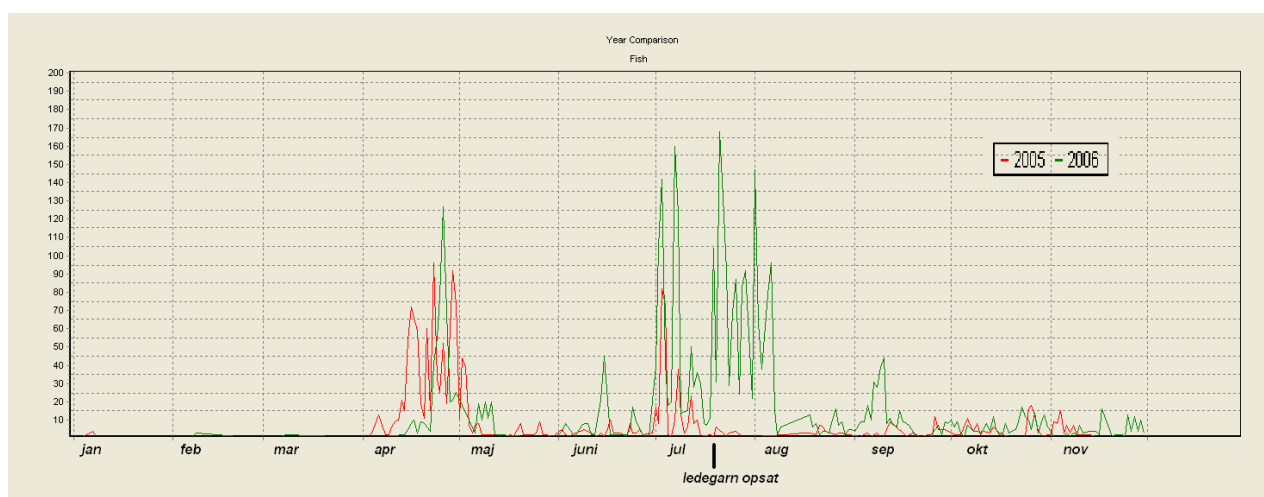
Sammenligning med tidligere år

I forhold til sommeropgangen i 2005 forøgedes opgangen gennem trappen kraftigt i den periode hvor ledegarnet blev afprøvet (figur 12). Ledegarnet blev sat op i midten af juli i en periode med jævnt faldende opgang, og umiddelbart efter kunne iagttages en kraftigt forøgelse i opgangen gennem trappen. I løbet af august og september faldt opgangen til samme niveau som i 2005 (figur 12).

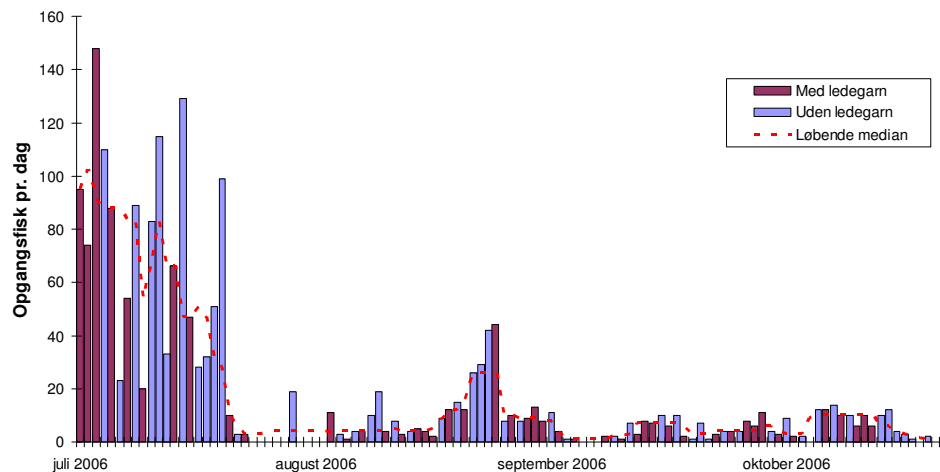
Den forøgede opgang i juli-august 2006 bestod fortrinsvis af gruppen af ”små” fisk. Men også nedvandringen øgedes i denne periode, og da der ikke var ledegarn placeret ved trappens opstrøms indgangsåbning, var den øgede aktivitet sandsynligvis ikke forårsaget af ledegarnet. Denne vurdering støttes af de daglige registreringer med og uden ledegarn (figur 13).

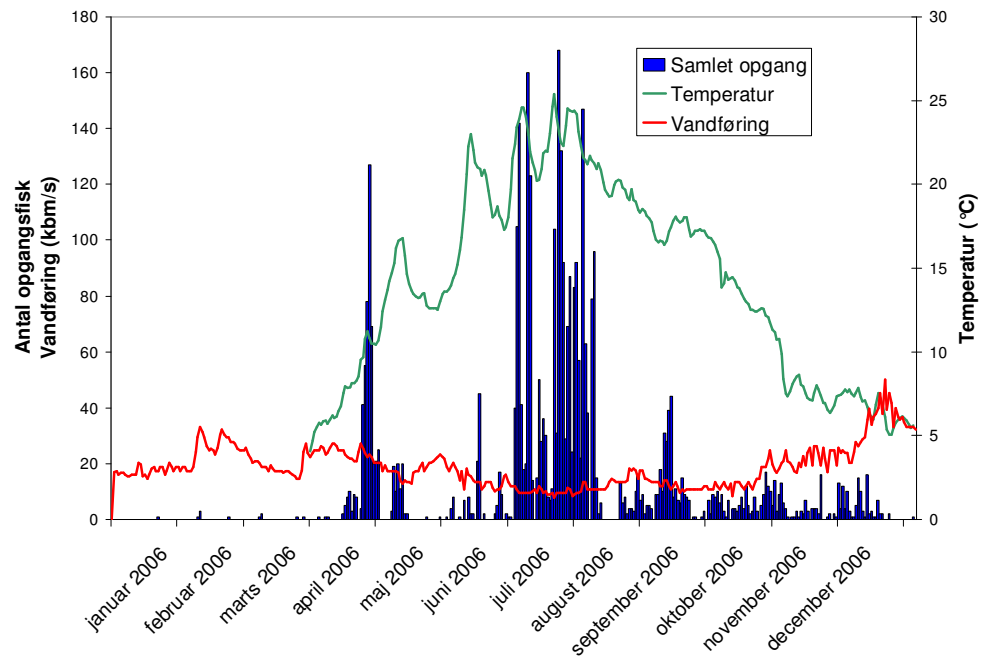
Daglige registreringer

Antallet af fiskepassager var ikke højere i døgn med end i døgn uden ledegarn (figur 13). I slutningen af juli, hvor den største opgang fandt sted, var opgangen på dage med ledegarn nærmest størst på dage uden ledegarn. På grund af den store naturlige dag-til-dag variation i antallet af passager, er konklusionen ikke sikker. Desuden er passagetiden ikke kendt for fisk der går op gennem trappen, og dette kan være en faktor som påvirker analysen (se diskussionsafsnit).



Figur 12. Den daglige opgang gennem fisketrappen ved Tange i 2005 - 2006. Ledegarnet blev opsat i midten af juli 2006.





Figur 14. Vandføring, temperatur og opvandring igennem fisketrappen ved Tange i 2006. Temperaturmålingen startede i april.

4

Diskussion

4.1 Drift

Fisketælleren har nu været i brug i to et halvt år, og har i den periode fungeret stort set tilfredsstillende. De perioder hvor tælleren ikke har fungeret, har kun udgjort en relativ beskednen andel (ca. 20 dage pr. år). Årsagerne til de periodiske dataudfald er primært fejl i forbindelse med kortvarige blokeringer af scannersøjlerne (10-15 gange pr. år), og at hukommelsen i perioder med mange fisk er løbet fuld, så systemet ikke har kunnet gemme flere data (12 dage i 2005 og 9 dage i 2006).

Efterhånden er der også ved at tegne sig et fast årligt vandringmønster for passagerne i trappen, så man på forhånd ved hvornår der kan ventes mange fisk, og dermed i hvilke perioder hukommelsen i tælleren oftere skal tømmes og nulstilles.

4.2 Præcision

Hvor fisketælleren effektivitet er tæt på 100 % for store fisk, falder den markant jo mindre fiskene er. Det er afstanden mellem dioderne der afgør hvor små fisk tælleren kan registrere. Det mindste som tælleren kan registrere er objekter med en højde (vertikal længde) på ca. 4 cm, svarende til fisk af en længde på ca. 24 cm, lidt afhængigt af fiskens kroppsform.

Derfor er længdefordelingen af de registrerede fisk (figur 9) ikke udtryk for, at ingen fisk under 20 cm benytter fisketrappen, men blot, at fisketælleren ikke er i stand til at registrere dem. Selvom flest passager registreredes for fisk i længdeintervallet mellem 25 og 35 cm (figur 5), er der god grund til at antage at der i virkeligheden er væsentligt flere små fisk under 25 cm der benytter trappen.

4.3 Opvandring

Opgang fordoblet

I forhold til 2005, hvor i alt 2692 fisk blev registreret i fisketælleren, var passagen i 2006 næsten fordoblet. Men der var store forskel i vandringsperiodernes intensitet. I foråret 2006 var opgangen mindre end året inden, mens sommer- og efterårvandringen var meget større (tabel 4).

Tabel 4. Sammenligning af fiskenes opvandring gennem Tangetrappen i de tre hovedvandringsperioder i 2005 og 2006.

Opvandring	Forår (1/4-30/6)		Sommer (1/7-15/8)		Efterår (16/8-31/12)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
År						
Små (<45 cm)	1062	648	247	2202	174	523
Mellem (45-70 cm)	59	67	69	79	78	129
Store (>70 cm)	16	7	5	3	36	118
Alle	1137	722	321	2284	288	770

Den største forskel i opgangsmønstret mellem 2005 og 2006 var, at der vandrede næsten ti gange flere ”små” op gennem trappen i løbet af sommeren 2006 end året forinden. Men også i efteråret 2006 var opgangen i alle størrelsesgrupper markant større end samme periode i 2005.

Større op- end nedvandring

I de år fisketælleren har været i drift ved Tange har opvandringen altid været større end nedvandringen, og i 2006 var forholdet altså 3,6 : 1. I 2005 var der ligeledes en overvægt af opstrøms vandrende fisk, men da blot 1,9 : 1. Men man kan ikke basere et samlet billede af fiskenes op- og nedstrøms passage alene på fisketællerenes registreringer (i fisketrappen), fordi der også findes en alternativ nedstrøms fiskepassage gennem ungfiskeslusen (se afsnit 4.4).

Blandt de tre størrelsesgrupper af fisk kan man se at der samtidig er en stor årstidsvariation i forholdet mellem op- og nedvandring gennem fisketrappen. Mindre fisk udviser en større andel nedvandrende individer end de større fisk. Ligeledes er forårs- og sommerperiodens nedvandring for de små og mellemstore fisk større end efterårets nedvandring. Nedvandring sker for de store fisk næsten udelukkende om efteråret.

4.4 Nedvandring

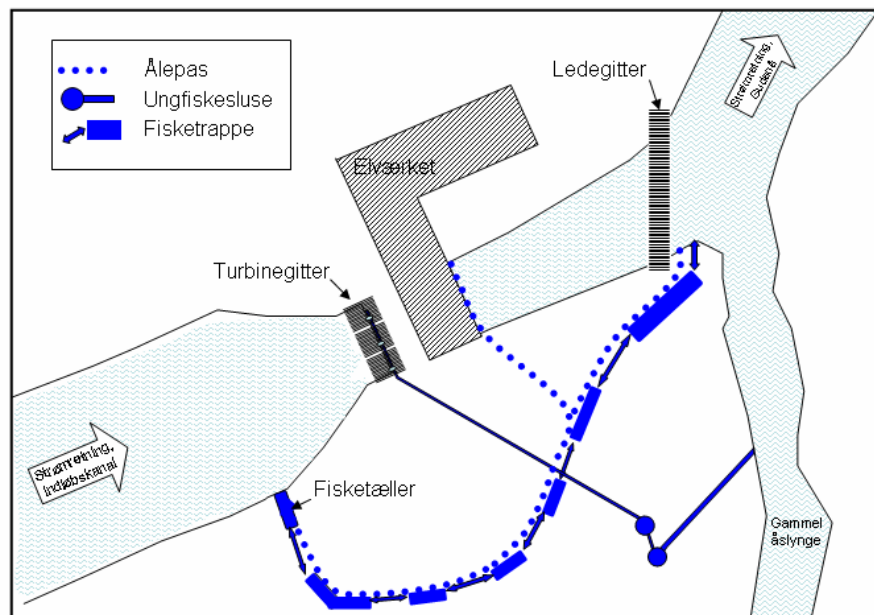
Omfanget af nedvandring gennem trappen var samlet ses næsten ens i 2005 og 2006. Men også her var der forskel på passagen, når der blev kigget på årstider og størrelsesgrupper (tabel 5). Den største forskel ligger i de små fisks vandring, der i 2005 var kraftigst om foråret, men i 2006 var kraftigst i sommerperioden.

Tabel 5. Sammenligning af nedvandringen gennem Tangetrappen i 2005 og 2006

Nedvandring	Forår (1/4-30/6)		Sommer (1/7-15/8)		Efterår (16/8-31/12)	
	2005	2006	2005	2006	2005	2006
År						
Små (<45 cm)	510	194	213	603	156	185
Mellem (45-70 cm)	35	17	5	8	10	15
Store (>70 cm)	1	0	0	2	1	11
Alle	546	211	218	613	167	211

Flere passageveje

Igennem året registrerede fisketælleren flere opvandrende end nedvandrende fisk, men man kan faktisk ikke godt sammenligne disse tal, for under nedvandring har fiskene også mulighed for at passere gennem ungfiskeslusen. Ungfiskeslusen er kun passabel i nedstrøms retning, men er ellers ligesom fisketrappen i funktion hele året. Fiskenes forskellige passageveje ved Tangeværket er vist på figur 15.



Figur 15. Fiskenes passageveje forbi Tangeværket, 2007. Fisketrappen anvender hele året ca. 150 l pr. sek., mens ungfiskeslusens vandføring varierer mellem 225 og 450 l/sek. Ungfiskeslusen er kun passabel i nedstrøms retning.

Hvor mange af de nedvandrende fisk der benytter fisketrappen, og hvor mange der benytter ungfiskeslusen, afhænger sandsynligvis af flere forskellige faktorer, herunder fiskeart, fiskens størrelse, vandføring, temperatur mm.. Men i løbet af foråret 2006 blev alle de laksefisk der benyttede ungfiskeslusen, registreret og længdemålt, og der kan derfor foretages en sammenligning med de fisk (over 24 cm) som fisketælleren registrerede (tabel 6).

Tabel 6. Sammenligning af antal nedstrøms passager gennem henholdsvis ungfiskesluse (manuel optælling) og fisketrappe (fisketæller) i forårsperioden 1. april til 1. juni 2006. I ungfiskeslusen blev kun laksefiskene længdemålt, og i fisketrappen var artsbestemmelse ikke mulig.

Kategori	Ungfiskesluse			Fisketrappe
	Havørred	Laks	Andre	Alle arter
Små (24-45 cm)	16	4	?	122
Mellem (45-70 cm)	19	17	?	13
Store (>70 cm)	4	1	?	0
Total	39	22	3028	135

Som det fremgår af tabel 6 blev der samlet set registreret langt flest fisk i ungfiskeslusen (3028+22+39). Størstedelen af disse var ikke laksefisk, men derimod små aborrer, ål og skaller, og de ville have været for små til at kunne registreres i fisketælleren. Dette indikerer således at der i virkeligheden er langt flere små fisk der anvender fisketrappen, end hvad man med fisketælleren kan dokumentere.

Blandt grupperne ”mellem” og ”store” laksefisk, som altså udgør de eneste grupper man kan tillade sig at sammenligne direkte, var der ca. tre gange flere fisk i ungfiskeslusen (41 individer) end i fisketrappen (13 individer). Derfor kan konstateres, at det for den nedstrøms passage af de største fisk om foråret gælder, at flest fisk benytter ungfiskeslusen. Dette skyldes formentlig både vandføringen og placeringen af ungfiskeslusen. Åbningen til ungfiskeslusen er indbygget i det 10 mm-gitter der er placeret foran turbinerne for enden af indløbskanalen. Hvis fiskene følger hovedstrømmen gennem tilløbskanalen til vandkraftværket, vil de blive ført lige hen til ungfiskeslusen.

Vandføring i fiskepassagerne

Vandføringen i ungfiskeslusen afhænger af antallet af turbiner der køres med. I hver af de tre turbineporte tilføres ungfiskeslusen 75 liter i sekundet når turbinen ikke kører, og 150 l/sek når den pågældende turbine er i drift. Vandføringen i ungfiskeslusen vil derfor altid være mindst 225 l/sek, og dermed større end vandføringen i fisketrappen, der konstant modtager 150 liter pr. sek. Ungfiskeslusens vandføring har i løbet af forårsperioden 2006 varieret mellem 300 (minimums-

vandføring ved kørsel med én turbine) og 450 l/sek (ved kørsel med alle tre turbiner).

Det må altså konkluderes, at en ikke helt ubetydelig del af de udgydte laksefisk i løbet af foråret finder passage nedstrøms via fisketrappen, selvom denne er placeret forholdsvis langt (ca. 50 m) fra enden af indløbskanalen. Spørgsmålet er, om disse fisk har en form for erindring eller hukommelse for hvordan de kom op (kan kun være sket gennem fisketrappen), og derfor søger tilbage mod havet gennem samme passage.

Ligeledes må konkluderes, at ungfiskeslusen sit navn til trods, ikke kun benyttes af små, unge fisk, men også i meget høj grad anvendes af voksne, udgydte laksefisk på vej tilbage mod en ny vækstsæson i havet.

4.5 Ledegarnsforsøg

Ledegarnsforsøgene kom sent i gang (planlagt at starte i foråret), så den første opstilling af garnet blev fastholdt igennem resten af opgangssæsonen. I begyndelsen virkede ledegarnsforsøget til at give den ønskede effekt, da der skete en kraftig forøgelse af opgangen gennem trappen i den første tid efter forsøgenes start. Men denne skyldtes som tidligere nævnt en generel høj vandreaktivitet i sidste halvdel af juli 2006, både i op- og nedstrøms retning.

På grund af at fisketælleren er placeret i det øverste bassin i fisketrappen, er der en ukendt tidsforskel mellem en fisks ankomst i det nederste bassin og registreringen af dens passage gennem det øverste (ved hjælp af fisketælleren). Eller fisken kan vende om inden den når så vidt. Derfor er placeringen af fisketælleren ikke helt velegnet til at belyse den umiddelbare effekt af passagefremmende foranstaltninger i den anden ende af fisketrappen. Det ville i denne sammenhæng have været bedre med en fisketællerplacering i fisketrappens nederste bassin. Det kan ikke udelukkes at ledegarnet faktisk hjælper fiskene til at finde ind i trappens nederste bassin, men at de ikke svømmer længere op, og går tilbage ud igen.

Den tid som det tager en fisk at passere fisketrappens samlede bassiner og modstrømsselementer kan have stor betydning for resultatet af ledegarnsforsøgene. Hvis ledegarns-opstillingen skiftes dagligt, og passagen af trappen i gennemsnit tager mere end ét døgn, vil en fisk som finder ind til trappen i en periode med f.eks. ledegarnet i funktion, først blive registreret i den anden ende af fisketrappen i en periode med ledegarnet ude af funktion. Derfor kan passagetiden påvirke resultaterne og vanskeliggøre sammenligningen på dag-til-dag basis. For at minimere denne usikkerhed bør fortsatte forsøg gennemføres over længere perioder, f.eks. 2-3 døgn ad gangen.

5

Konklusioner

Fisketælleren opfangede i løbet af 2006 billeder og data fra i alt 4829 fisk under passage gennem fisketrappen ved Tangeværket. Dette er en fremgang på 79 % i forhold til 2005. Opvandringen var ligesom i 2005 stærkt periodisk, og kunne opdeles i tre distinkte vandringsperioder; forårs-, sommer- og efterårsvandring. Jo senere på året, desto større var fiskene der vandrede op gennem trappen.

Som tidligere år var størstedelen af de opvandrede fisk (89 %), under 45 cm lange, men fiskepassagen omfattede også over 400 laksefisk >45 cm. Fiskepassagen gennem trappen var i 2006 således ca. 10 gange større end da fisketrappens funktion blev undersøgt i 1995-1996. Den meget store opvandring i juli-august bestod næsten udelukkende af små (<45 cm) fisk. Fisketælleren registrerer kun fisk ca. 24 cm' længde, og derfor må den samlede reelle passage gennem trappen formodes at være væsentlig større.

Fiskene udviste en meget markant døgnrytme, hvor gruppen af små fisk udelukkende vandrede op gennem trappen om dagen, især om morgenen og om eftermiddagen. Jo større fiskene var, desto mindre udtalt var denne passage-rytme.

Der var på alle de undersøgte parametre forskelle på passagen af små og større fisk igennem fisketrappen (fordeling på op- og nedvandring, års- og døgnrytme, passagehastighed).

I løbet af foråret 2006 blev fiskenes nedstrøms passage af henholdsvis ungfiskesluse og fisketrappe sammenlignet. Det blev fundet, at den nedstrøms passage gennem ungfiskeslusen var ca. tre gange større end gennem fisketrappen. I betragtning af ungfiskeslusens bedre placering i forhold til hovedstrømmen og større vandføring, må passagen gennem fisketrappen anses for forholdsvis stor.

Vandføring og temperatur blev sammenlignet med passageaktiviteten, men kun vandtemperaturen virkede til at have haft betydning for passagen. Temperatur og passageaktivitet toppede samtidig i juli-august.

Forsøgene med ledegarn foran trappens udmunding nåede i 2006 ikke til det punkt, hvor man kunne konkludere endegyldigt om en effekt. På grund af uvished om varigheden af fiskenes passage gennem fisketrappens bassiner bør de fortsatte forsøg strække sig over 2-3 sammenhængende døgn med garnet nede og/eller oppe. Samtidig kan den nedstrøms passage ligeledes søges forbedret gennem tilsvarende ledegarnsforsøg ved fisketrappens opstrøms udmunding i indløbskanalen.