



Skillnader i migrationsframgång mellan vild och odlad  
laxsmolt (*Salmo salar* L.).

*Differences in migration performance between wild and hatchery reared  
Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolt.*



*Foto: Peter Steenstra*

Anton Holmsten & Viktor Johannessen

# Kandidatarbeten i Skogsvetenskap

Fakulteten för skogsvetenskap , SLU

Enhet/Unit	Institutionen för skogens ekologi och skötsel Department of Forest Ecology and Management
Författare/Author	Anton Holmsten & Viktor Johannessen
Titel, Sv	Skillnader i migrationsframgång mellan vild och odlad laxsmolt ( <i>Salmo salar</i> L.).
Titel, Eng	Differences in migration performance between wild and hatchery reared Atlantic Salmon ( <i>Salmo salar</i> L.) smolt.
Nyckelord	konditionsfaktor, predation, utsättning, Umeälven, kompensationsodling,
Keywords	Condition factor, predation, stocking, Ume River, compensatory releases.
Handledare/Supervisor	Lo Persson, Institutionen för vilt, fisk och miljö
Examinator/Examiner	
Kurstitel/Course	Kandidatarbete i skogsvetenskap Bachelor Degree in Forest Science
Kurskod	EX0592
Program	Jägmästarprogrammet
Omfattning på arbetet/	15 hp
Nivå och fördjupning på arbetet	G2E
Utgivningsort	Umeå
Utgivningsår	2013

# FÖRORD

Vi vill tacka varandra för att vi har jobbat så bra. Vi vill även tacka vår handledare Lo Persson – vår fyr i det mörka havet som leder oss i hamn.

Umeå 2013-04-26

Anton Holmsten

Viktor Johannessen

## SAMMANFATTNING

Laxen är en anadrom fiskart som reproducerar sig i sötvatten men lever huvuddelen av sitt vuxna liv i saltvatten. På grund av vattenkraftens dammbyggen hindras laxen att göra dessa habitatbyten och reproduktionen drabbas. För att kompensera för minskade laxstammar sätter vattenkraftbolagen varje år ut miljontals odlad laxsmolt i vattendrag som mynnar ut i östersjön. I Umeälven släpps 80000 laxsmolt ut årligen. Tidigare rapporter visar att överlevnaden hos dessa är lägre än hos vild smolt. I den här rapporten försöker vi ta reda på om det finns en skillnad i migrationsframgång mellan vild och odlad smolt i Umeälven och vad konditionsfaktorn har för betydelse för den odlade smoltens migrationsframgång. Vi har använt oss av tre grupper med fiskar, två odlade och en vild grupp. Dessa skiljer sig från varandra gällande storlek och konditionsfaktor. Vi har också genom akustiska sändare i samma individer mätt hur fort de migrerat och hur långt de har kommit. Överlevnaden varierade, vild smolt hade 39 % den odlade gruppen med lägre medelvikt hade 48 % och den odlade gruppen med högre medelvikt hade 16 % överlevnad till Holmsund. Migrationshastigheten varierade mellan sträckor i älven men inte mellan grupper av fisk. Tendenser fanns i alla grupper att smolten föredrog att migrera nattetid, tydligast var det bland de vilda smolten på den senare sträckan. Vi tycker att man i framtida kompensationsodlingar ska satsa på mindre smolt med lägre konditionsfaktor för att efterlikna vild smolt och därmed förhoppningsvis öka överlevnaden till havet.

Nyckelord: konditionsfaktor, predation, utsättning, Umeälven, kompensationsodling.

## ABSTRACT

The Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) is an anadromous fish. It reproduces in freshwater streams but spends the major parts of its mature life in seawater. Due to hydropower dams the salmon is prevented from making these habitat changes and reproduction is compromised. Hydropower companies stock millions of salmon smolt in the Baltic Sea annually to compensate for decreasing salmon populations. In the Ume River 80000 hatchery reared salmon smolts are stocked every year. Previous reports show that the survival of these smolts is lower than the survival of wild smolts. In this report, we try to find out if there is a difference in migration success between wild and reared smolts in the Ume River and how conditionfactor affect the migration success. We have used three groups of fishes, two hatchery reared groups and a wild group. These differ from one another regarding size and condition factor. Acoustic transmitters measured how fast they migrated and how far they came. The rate of survival was 39 % for the wild smolt, 16 % for the hatchery reared group with high condition factor and 48 % for the hatchery reared group with low condition factor. Migration rate differed significant between stretches of the river, but not among groups of fish. We also discovered that there was a tendency for all groups to migrate at night, especially among the wild smolts in the later stretch of the river. We think that future hatcheries should aim for smaller smolts with lower condition factor to mimic wild smolts and thus hopefully increase migration success.

Key words: Condition factor, predation, stocking, Ume River, compensatory releases.

## INLEDNING

Laxen (*Salmo salar* L.) är en anadrom fiskart vilket karaktäriseras av att den föds i sötvatten sedan migrerar ut till havet för tillväxt och sedan återkommer till sötvatten för att fortplanta sig (McCormick et al., 1998, Aarestrup et al., 2002, Vainikka et al., 2012). Ett viktigt stadium i laxens livscykel är smoltstadiet där den genomgår transformationer som förbereder den på ett liv i havet, dit laxen vandrar för att det finns mer föda där och den kan växa till sig (Gross et al., 1988, Aarestrup et al., 2002). På grund av mänskliga aktiviteter som vattenkraft med byggandet av dammar har laxens möjligheter att förflytta sig mellan söt – och saltvatten försvårats och i många fall omöjliggjorts (Serrano et al., 2009). Då kan inte laxen fullborda sin livscykel.

Laxen är en ekonomiskt viktig fisk för yrkesfisket och även för sportfisket. Eftersom laxen har haft stor betydelse historiskt sett så måste vattenkraftsbolagen kompensera för förlusterna av nyrekrytering av lax som vandringshinder genererar (Perä, 2007). Det görs genom kompensationsutsättningar och varje år sätts drygt fem miljoner laxsmolt ut i älvar som rinner ut i Östersjön (Kallio-Nyberg et al., 1999). Senaste åren har visat en minskad överlevnad hos både den odlade och vilda laxen ute i havet (Heynes et al., 2011). Man vet inte varför överlevnaden har gått ner för den vilda smolten. För den odlade smolten kan det bero på att maten som smolten har fått i odlingen på senare år har ett högre energiinnehåll. Det leder till fiskar med högre vikt/ längd ratio (konditionsfaktor) som skulle kunna vara negativt för fiskens överlevnad (Larsson et al., 2012).

Larsson et al. (2012) studerade öring (*Salmo trutta* L.) och jämförde vild smolt, odlad smolt och odlad smolt med lägre konditionsfaktor för att se om den odlade öringens högre energihalt hade något att göra med hur bra smolten klarade sin migration ut i havet. De kom fram till att de odlade smolten med hög konditionsfaktor hade ca 30 % överlevnad medan den vilda hade 74 % och den odlade med lägre konditionsfaktor 60 %. Flera liknande studier har visat att odlad laxsmolt har haft sämre överlevnad än vild smolt under migrationen ut till havet (McCleave & Stred, 1975, Saloniemi et al., 2004).

2006 fångades 1275 ton lax i östersjön (ICES, 2008). Fiskare fick ungefär €4·kg<sup>-1</sup>. Den totala inkomsten var ungefär €5 miljoner. Det finns inga exakta siffror på vad kostnaderna är för kompensationsutsättningarna av lax i östersjön men kostnaden överstiger troligen inkomsterna från fisket (Larsson et al., 2012). Eftersom antalet odlad smolt som lyckas vandra ut i havet påverkar hur mycket som kan fiskas i havet är hög smoltöverlevnad väldigt viktigt för att ha ekonomiskt hållbara utsättningar (Aprahamian et al., 2003). Smolt sätts ofta ut på natten för att minska dödligheten för att de flesta predatorerna är dagaktiva, trots det dör många de första timmarna efter utsättning (Dieperink et al., 2002, Roberts et al., 2009). Vi valt att fokusera på smoltvandring från utsättning till havet och undersöka (I) om det är någon skillnad i migrationsframgång mellan vild och odlad smolt, (II) om konditionsfaktorn har någon betydelse för smoltens migrationsframgång, (III) om det finns någon skillnad i migrationshastighet mellan vild och odlad smolt, (IV) om smolten migrerar under hela dygnet.

Vi tror att den vilda smolten har högre migrationsframgång eftersom de odlade smolten saknar predatorvana och inte ändrar beteende i närvaro av predatorer på samma sätt som de vilda gör (Olla et al., 1994, Jepsen et al., 1998, Alvarez & Nicieza, 2003, Weber & Fausch, 2003). Vi tror också att de som har lägre migrationshastighet i predatoritäta delar av älven kommer ha högre dödlighet eftersom de exponeras för predatorer längre tid (Serrano et al.,

2009). Eftersom selektionstrycket är större ute i älven än inne i tankarna tror vi att vissa odlade individer inte skulle klarat sig till smoltstadiet i naturen (Jonsson & Jonsson, 2006). Dessa odlade individer tror vi har hög dödlighet efter utsättning. Enligt McCormick et al. (1998) kan överlevnaden i odlingsmiljön vara 30 gånger högre än i naturen. Studier har visat att vild smolt har haft högre migrationsframgång än odlad smolt. Vild smolt har generellt lägre konditionsfaktor än odlad smolt. (Jepsen et al., 1998, McCormick et al., 1998, Finstad et al., 2005). Vi tror inte att högre konditionsfaktor ger högre migrationsframgång. Därför tror vi att odlad fisk med lägre konditionsfaktor kommer ha högre migrationsframgång än odlad fisk med hög konditionsfaktor. Vild smolt tenderar att migrera nattetid, möjligen för att undvika dagaktiva predatorer (Roberts et al., 2009). Eftersom det finns många dagaktiva predatorer i området tror vi att vild och odlad smolt kommer att migrera nattetid. Vi tror att den odlade smolten migrerar på mer spridda tider eftersom de inte har någon predatorvana.

# MATERIAL OCH METODER

## Studieområdet

Umeälven är ca 467 km lång och mynnar ut i Bottenviken (N 63° 41.561', E 20° 19.466') som är den norra delen av Bottenhavet. Umeälven har ett avrinningsområde på 26 820 km<sup>2</sup> och medelvattenflödet är 442,5 m<sup>3</sup>s vid mynningen (SMHI, 2010). Älven har tidigare använts till flottning och är idag uppdämd för vattenkraft på nio ställen. Ett viktigt kraftverk för laxvandringen är Stornorrfors, eftersom det är beläget nedströms sammanflödet med Vindelälven (N 63° 55.436', E 19° 51.575') som är helt outbyggd (Figur 1). Vid laxhoppet där smolten släpptes ut till mätpunkt sammanflödet har vattnet en forsande karaktär. Från sammanflödet ner till Holmsund är älven lugnare och är ett bättre habitat för gädda (*Esox lucius* L.) som kan predera på smolten (Craig, 2008). För att kompensera för det senaste seklets mänskliga aktiviteter som skadat laxbeståndet, sätts varje år 80000 laxsmolt ut i älven (Perä, 2007).





**Figur 1.** Studieområde med mätpunkter. © Lantmäteriet, i 2012/901.  
*Figure 1.* Study area with receivers. © Lantmäteriet, i 2012/901.

## Märkning och utsättning av fisk

De data vi har använt är inhämtat av Lo Persson och baseras på 50 vilda och 50 odlade laxsmolt. Datat består dels av längd och vikt och dels en tidslogg på när de passerat vissa områden i älven. Den vilda smolten fångades i en smoltfälla i Spöland där de märktes för att sedan transporteras till Laxhoppet där de sumpades fram till utsättningen senare samma dag. Under transporten hölls de i cirkulerande vatten.

Den odlade smolten märktes två veckor innan utsättning och kom från vattenfalls fiskodling i Norrfors. De hade en ålder på två år och härstammade från 38 odlade honor och 38 vilda hanar som fångats in vid laxtrappan i Norrfors. De är tagna ur två tråg, 104 och 112, dit de blivit flyttade den 21a maj 2010. De som flyttades till 104 hade en medelvikt på 4,64 g och var 12200 st, medan de som flyttades till 112 hade en medelvikt på 7,96 g och var 9300 st. I mars 2011 fyllde man på tråg 104 till 17800 st smolt och glesade ut tråg 112 till 5500 st. Femtio vilda smolt och 50 (2x25 st) odlade smolt märktes med en akustisk kodad sändare av typen: LP 7,3, 1,9 g, frekvens 69 kHz, tillverkare Thelma Biotel AS, specialdesignad att användas till smolt. Motagarna var av typen: Vemco VR2 och VR2W och sänktes ned innan utsättning på olika ställen i älven.

Vid märkning bedövades fisken med bedövningsmedlet Tricainmetansulfonat (MS 222, ett bensocain-derivat). Fisken mättes och vägdes, därefter placerades sändaren i bukhålan via ett snitt framför vänster bukfen. Snittet slöts med två separata stygn. Sutur: SILKE EH7149G 4/0 FS-2. Utsättningarna i älven skedde vid två tillfällen 2011: 25/5 och 7/6.

## Dataanalys och tillvägagångssätt

På vissa platser i älven var det många mottagare för att täcka upp hela bredden på älven. Vi har behandlat dessa som en mätpunkt när vi räknat. Vi valde att inte räkna med ön som mätpunkt (Figur 1) eftersom det bara hade registrerats fem individer där. Vi har räknat en fisk som död när den inte registrerats på någon av de nedströms liggande mätpunkterna. Vid utförandet av tester och behandling av data användes Minitab 16 (Minitab Inc) och Excel 2010 (Microsoft). De tester vi har utfört är t-test och ANOVA, Tukeys metod användes för att identifiera vilka grupper som var signifikant skilda från varandra. En odlad fisk togs bort ur analysen på grund av uppenbart anteckningsfel, vilket medförde att konditionsfaktorn för den fisken blev orimligt hög. Vid utsättningsstillfället hade sex vilda fiskar dött därför var endast 44 vilda fiskar med i testerna.

För att räkna ut konditionsfaktor användes formeln:

$$K = \frac{W}{L^3} * 100000 \quad (\text{Ricker, 1975})$$

K = konditionsfaktor

W = vikt (gram)

L = gaffellängd (mm)

Sträckor mättes ut med Eniros verktyg ”rita och mät”

# RESULTAT

## Fiskens fysiologi

Fisken från de olika behandlingarna skiljer sig från varandra gällande längd, vikt och konditionsfaktor (tabell 1). Signifikant längst är smolt från tråg 112 därefter 104 och kortast är vild (ANOVA  $F=204,8$   $p<0,001$ , Tukeys metod visar att alla grupper skiljer sig, Tabell 1). Samma mönster ses gällande vikt där 112 är tyngst, 104 näst tyngst och vild är lättast (ANOVA  $F=128,9$   $p<0,001$ , Tukeys metod visar att alla grupper skiljer sig, Tabell 1). Det finns en signifikant skillnad i konditionsfaktor mellan smolt från tråg 112 och de övriga två grupperna (ANOVA  $F=42,97$   $p<0,001$ , Tukeys metod visar att 104 och vild delar bokstav medan 112 skiljer sig, Tabell 1).

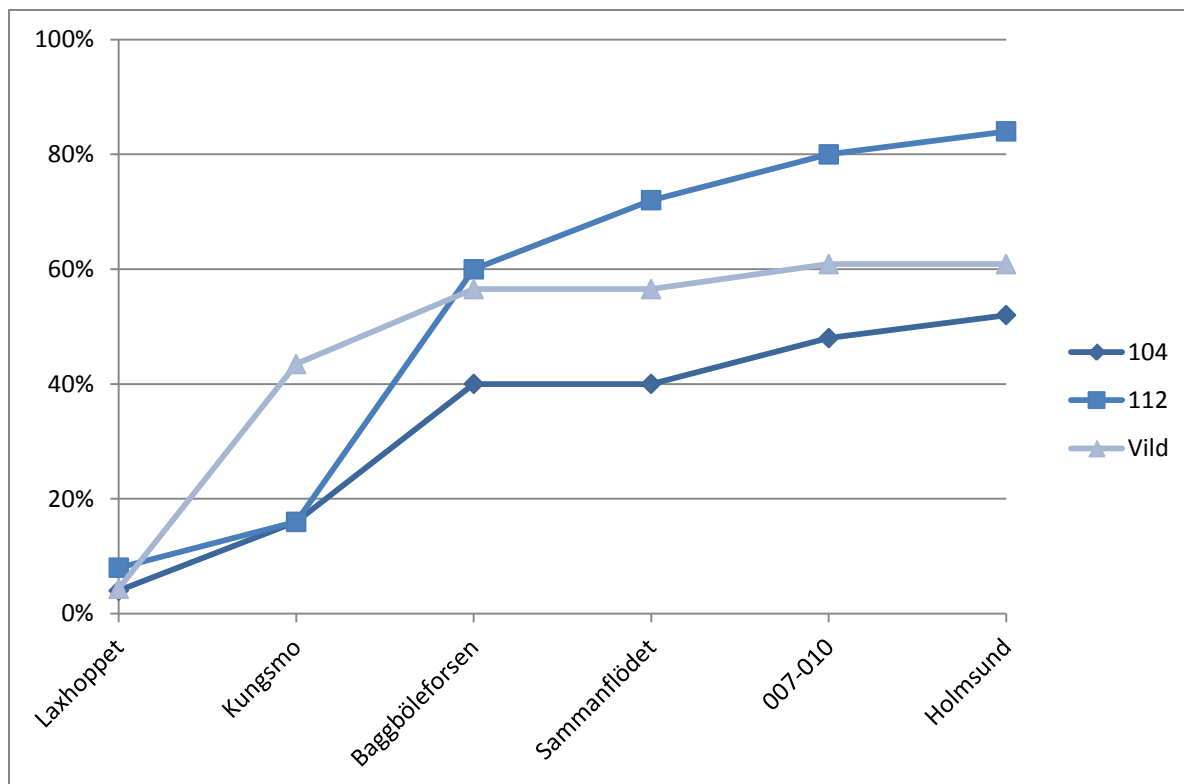
**Tabell 1.** Medelvärde vikt, gaffellängd och konditionsfaktor med standavvikelser inom parentes, skilda upphöjda bokstäver indikerar signifikant skillnad mellan grupperna.

*Table 1. Average weight, fork length and condition factor. Standard deviation in brackets, different superscripts indicate significant differences between groups.*

	Vikt (g)	Gaffellängd (mm)	Konditionsfaktor
Vild smolt (44 st)	31,1 (5,2) <sup>a</sup>	148,6 (7,5) <sup>a</sup>	0,94 (0,06) <sup>a</sup>
Odlad 104 (25 st)	63,0 (14,3) <sup>b</sup>	185,0 (14,0) <sup>b</sup>	0,98 (0,06) <sup>a</sup>
Odlad 112 (24 st)	114,0 (37,2) <sup>c</sup>	217,7 (20,6) <sup>c</sup>	1,09 (0,08) <sup>b</sup>

## Överlevnad

Högst överlevnad hade odlad smolt från tråg 104 där 48 % noterades i Holmsund. Lägst överlevnad hade odlad smolt från tråg 112 med 16 % överlevnad och vild smolt hade 39 %. Den vilda smolten hade hög dödlighet i början av migrationen från utsättningen, 43 % dog innan Kungsmo därefter var dödligheten relativt låg. Dödligheten var högre på sträckan Laxhoppet - Sammanflödet än från Sammanflödet - Holmsund för alla grupper (Figur 2).



**Figur 2.** Den ackumulerade dödligheten vid varje mätpunkt för de olika grupperna. (Det är antaget att en fisk som passerat en nedströms liggande mottagare även passerat de som ligger uppströms.)

**Figure 2.** The accumulated mortality for the different passer groups at each receiver. (It is assumed that a fish that passed the downstream receivers also passed those located upstream.)

## Hastighet

Det finns ingen signifikant skillnad i hastighet mellan de olika grupperna på sträckorna Kungsmo-Sammanflödet eller Sammanflödet-Holmsund (Tabell 3, ANOVA Kungsmo-Sammanflödet  $F=122$ ,  $p=0,309$ , Sammanflödet-Holmsund  $F=2,71$ ,  $p=0,082$ .) Däremot var hastigheten signifikant lägre för alla grupper på sträckan Kungsmo – Sammanflödet jämfört med sträckan Sammanflödet – Holmsund (Tabell 2).

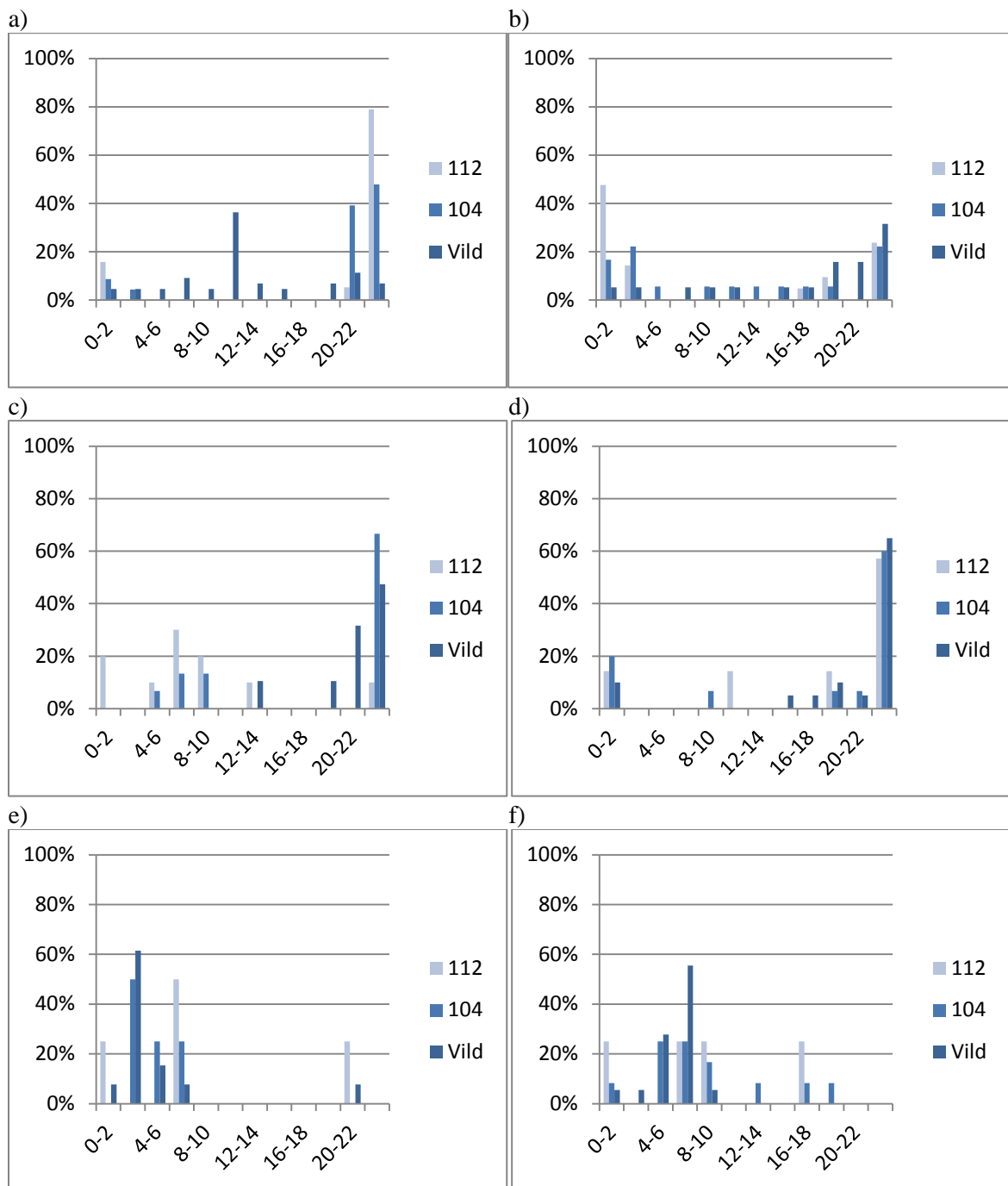
**Tabell 2.** Antal, medelhastighet och standardavvikelse mellan sträckorna Kungsmo-Sammanflödet och Sammanflödet-Holmsund, t-värde och p-värde redovisas för skillnaden mellan sträckorna för de tre grupperna.

**Table 2.** Samplesize, average speed and standard deviation of the distances Kungsmo–Sammanflödet and Sammanflödet – Holmsund for the three groups. *t*-value and *p*-value is shown for difference in speed between distances for the groups.

	N	Medelhastighet km/h	Standartavvikelse	t-värde	p-värde
104 Kun-Sam	12	0,09	0,13	-11,11	< 0,001
104 Sam-Hol	12	2,49	0,74		
112 Kun-Sam	7	0,23	0,26	-4,24	0,024
112 Sam-Hol	4	1,78	0,71		
Vild Kun-Sam	13	0,54	1,13	-5,91	< 0,001
Vild Sam-Hol	18	2,46	0,35		

## Tid på dygn

En överhängande andel smolt har passerat mätpunkterna nattetid (Figur 3a-f). Vid Laxhoppet migrerade den odlade smolten uteslutande mellan 20:00 och 04:00 medan den vilda smolten tenderade att vandra dagtid. I Kungsmo är passeringstiderna lite jämnare fördelade över dygnet än i Laxhoppet men alla grupper migrerade fortfarande övervägande nattetid. Mellan Baggböleforsen och 007-010 är det tydligt att de vilda smolten och smolten från tråg 104 migrerar på natten medan smolt från tråg 112 migrerar jämnare fördelat på dygnet. I Holmsund är mönstret inte lika tydligt, all vild smolt har dock passerat mottagarna mellan 00:00 och 10:00.



**Figur 3** Andel vild (mörk), 104 (mellan) och 112 (ljus) smolt som passerar a) Laxhoppet, b) Kungsmo, c) Baggböleforsen, d) Sammanflödet, d) 007-010, e) Holmsund inom tidsintervall på två timmar.

**Figure 3.** Frequencies of wild (dark), 104 (medium), 112 (light bars) smolts detected at a) Laxhoppet, b) Kungsmo, c) Baggböleforsen, d) Sammanflödet, d) 007-010, e) Holmsund categorized into 2 h time intervals.

## DISKUSSION

De odlade smolten hade en högre konditionsfaktor, längd och vikt än de vilda. Konditionsfaktorn minskar med ökad längd men trots detta var de odlade längre än de vilda och hade högre konditionsfaktor. Detta tror vi beror på att de har haft mycket god tillgång på näringsrik föda i odlingen. Det var även en signifikant skillnad i konditionsfaktor mellan de båda odlade grupperna. Den odlade smolten från tråg 104 var mer lik den vilda än den odlade smolten från tråg 112 gällande konditionsfaktor (Tabell 1). I enlighet med vår hypotes hade odlad smolt från tråg 104 med lägre konditionsfaktor högre överlevnad än odlad smolt från tråg 112, 48 % respektive 16 %. Vild smolt hade 39 % överlevnad (Figur 2).

Smolt simmar fortare när de når sjöar (McCormick et al., 1998, Moore et al., 1998). Alla grupper i vår studie simmade signifikant fortare från sammanflödet till Holmsund än från Kungsmo till sammanflödet. Vår slutsats är att det beror på att den sträckan är mer sjölik. Även om det inte var någon signifikant skillnad, såg man ändå tendenser till att de vilda smolten migrerade snabbare än de odlade på sträckan Kungsmo – Sammanflödet (Tabell 2). Detta kan bero på att den vilda smolten är van vid miljön i naturligt strömmande vatten. Hastighetsskillnaden kan även bero på olika simsätt, tidigare studier visar att vissa simmar aktivt med huvudet nedåt och vissa simmar med huvudet uppåt men söker sig mot strömmen och undviker bakvatten (Hansen & Jonsson, 1985). Det indikerar att smolten rör sig aktivt nedström och inte bara åker med strömmen. Vi tror att den odlade smolten är mindre van vid miljön i älven och därför hamnar i mer bakvatten, vilket leder till den lägre migrationshastigheten. Vad gäller sträckan sammanflödet-Holmsund kan man se tendenser ( $p=0,082$ ) till att smolt från tråg 112 migrerade långsammare. Det var också de som hade högst dödlighet på den sträckan (Figur 2). Det kan förklaras genom att de exponeras för predatorer under en längre tid (Craig, 2008, Serrano et al., 2009).

Till skillnad från tidigare migrationsstudier där odlad smolt haft sämre överlevnad än vild smolt (McCleave & Stred, 1975, Saloniemi et al., 2004) har vi fått fram att odlad smolt från tråg 104 hade högst överlevnad, följt av vild smolt. Lägst överlevnad hade odlad smolt från tråg 112. Det var den höga dödligheten från utsättning till Kungsmo som gjorde att vild smolt inte hade högst överlevnad (figur 2). En skillnad i behandling mellan vild och odlad smolt var att de odlade fick gå två veckor i tanken efter märkningen innan utsättning. De vilda fick knappt tid att återhämta sig och sattes ut mindre än 12 timmar efter märkningen. Den bukhåleplacerade sändaren i smolten har knappt någon effekt på överlevnad, simförmåga och tillväxt (McCleave & Stred, 1975, Mellas & Haynes, 1985, Jepsen et al., 1998). Dock kan smolten vara desorienterad och extra känslig under det första två till tre timmarna efter märkning (Jepsen et al., 2006, Roberts et al., 2009), även simförmågan kan vara nedsatt det första dygnet efter märkning (Dieperink et al., 2002). Därför kan det vara så att den vilda smolten dött medan de varit desorienterade. Enligt tidsloggarna stod många fiskar stilla vid utsättningsplatsen över ett dygn innan de påbörjar sin migration. Detta kan bero på ingreppet vid märkningen av smolten. Eftersom de vilda smolten var mindre än de odlade smolten kan de ha påverkats mer av att få sändaren inopererad. Det kan också bero på att de hade haft en tuff natt i fällan som gjort dem slitna. Smolten styrs av biologiska triggers som får dem att vandra nedströms, om den naturliga vandringen störs kan smolten desmoltifiera och gå in i ett mer parrlikt stadie och istället börja vandra uppströms för att återhämta sig innan de migrerar till havet nästa år (Eriksson & Lundqvist, 1982).

Den odlade smolten hade hög dödlighet mellan Kungsmo och Baggböleforsen (Figur 2). Detta tror vi kan bero på att de är grunt, farligt vatten där och de är ovana vid miljön och saknar

predatorvana för fågel och fisk. Vild smolt tenderar att migrera nattetid, detta tros vara en strategi att undvika predation eftersom de huvudsakliga predatorerna är dagaktiva. Om utsättningen sker på natten så sker även migrationen nattetid (Roberts et al., 2009). Man kan se tendenser att smolten i vår studie migrerade mest nattetid (Figur 3). Andelen nattmigration är väldigt hög för de odlade smolten i Laxhoppet och Kungsmo. Detta kan bero på att alla smolt är utsatta en liten bit därifrån mellan 23.00 och 23.30. Bäst överlevnad uppnås om smolten sätts i precis innan det blir mörkt i forsande delar av älven (Hansen & Jonsson, 1985).

Högst överlevnad hade smolt från tråg 104, vilken var mest lik vild smolt gällande konditionsfaktor och storlek. Vi tycker att man i framtida kompensationsodlingar ska satsa på mindre smolt med lägre konditionsfaktor för att efterlikna vild smolt och därmed förhoppningsvis öka överlevnaden till havet.

## REFERENSER

- AARESTRUP, K., NIELSEN, C. & KOED, A. 2002. Net ground speed of downstream migrating radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) smolts in relation to environmental factors. *Hydrobiologia*, 483, 95-102.
- ALVAREZ, D. & NICIEZA, A. G. 2003. Predator avoidance behaviour in wild and hatchery-reared brown trout: the role of experience and domestication. *Journal of Fish Biology*, 63, 1565-1577.
- APRAHAMIAN, M. W., SMITH, K. M., MCGINNITY, P., MCKELVEY, S. & TAYLOR, J. 2003. Restocking of salmonids - opportunities and limitations. *Fisheries Research*, 62, 211-227.
- CRAIG, J. F. 2008. A short review of pike ecology. *Hydrobiologia*, 601, 5-16.
- DIEPERINK, C., BAK, B. D., PEDERSEN, L. F., PEDERSEN, M. I. & PEDERSEN, S. 2002. Predation on Atlantic salmon and sea trout during their first days as postsmolts. *Journal of Fish Biology*, 61, 848-852.
- ERIKSSON, L. O. & LUNDQVIST, H. 1982. Circannual rhythms and photoperiod regulation of growth and smolting in baltic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 28, 113-121.
- FINSTAD, B., OKLAND, F., THORSTAD, E. B., BJORN, P. A. & MCKINLEY, R. S. 2005. Migration of hatchery-reared Atlantic salmon and wild anadromous brown trout post-smolts in a Norwegian fjord system. *Journal of Fish Biology*, 66, 86-96.
- GROSS, M. R., COLEMAN, R. M. & MCDOWALL, R. M. 1988. Aquatic Productivity and the Evolution of Diadromous Fish Migration. *Science*, 239, 1291-1293.
- HANSEN, L. P. & JONSSON, B. 1985. Downstream Migration of Hatchery-Reared Smolts of Atlantic Salmon (*Salmo-Salar* L) in the River Imsa, Norway. *Aquaculture*, 45, 237-248.
- HEYNES, O., THURLBECK, S. & CLARKE, G. 2011. New Developments in the Assessment and Design of Flame Detector Layouts. *Hazards Xxii: Process Safety and Environmental Protection*, 315-326.
- ICES 2008. Report of the Baltic Salmon and Trout Working Group (WGBAST). *CM 2008/ACOM:05*, 267 pp.
- JEPSEN, N., AARESTRUP, K., OKLAND, F. & RASMUSSEN, G. 1998. Survival of radio-tagged Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*Salmo trutta* L.) smolts passing a reservoir during seaward migration. *Hydrobiologia*, 372, 347-353.
- JEPSEN, N., HOLTHE, E. & OKLAND, F. 2006. Observations of predation on salmon and trout smolts in a river mouth. *Fisheries Management and Ecology*, 13, 341-343.
- JONSSON, B. & JONSSON, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish. *Ices Journal of Marine Science*, 63, 1162-1181.
- KALLIO-NYBERG, I., PELTONEN, H. & RITA, H. 1999. Effects of stock-specific and environmental factors on the feeding migration of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the Baltic Sea. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 56, 853-861.
- LARSSON, S., SERRANO, I. & ERIKSSON, L. O. 2012. Effects of muscle lipid concentration on wild and hatchery brown trout (*Salmo trutta*) smolt migration. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69, 1-12.
- MCCLEAVE, J. D. & STRED, K. A. 1975. Effect of Dummy Telemetry Transmitters on Stamina of Atlantic Salmon (*Salmo-Salar*) Smolts. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32, 559-563.
- MCCORMICK, S. D., HANSEN, L. P., QUINN, T. P. & SAUNDERS, R. L. 1998. Movement, migration, and smolting of Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 55, 77-92.
- MELLAS, E. J. & HAYNES, J. M. 1985. Swimming Performance and Behavior of Rainbow-Trout (*Salmo-Gairdneri*) and White Perch (*Morone-Americana*) - Effects of Attaching Telemetry Transmitters. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 42, 488-493.
- MOORE, A., IVES, S., MEAD, T. A. & TALKS, L. 1998. The migratory behaviour of wild Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) smolts in the River Test and Southampton Water, southern England. *Hydrobiologia*, 371-372, 295-304.



- OLLA, B. L., DAVIS, M. W. & RYER, C. H. 1994. Behavioral Deficits in Hatchery-Reared Fish - Potential Effects on Survival Following Release. *Aquaculture and Fisheries Management, Vol 25, 1994, Supplement 1*, 19-34.
- PERÄ, I. 2007. Utlåtande om inverkan på allmänt fiskeintresse i målet om Stornorrfors kraftverk i Ume älv (M 305-99). Fiskeriverket, utredningskontoret i Luleå
- RICKER, W. E. 1975. Linear Regressions in Fishery Research - Note. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32, 1494-1498.
- ROBERTS, L. J., TAYLOR, J., GOUGH, P. J., FORMAN, D. W. & DE LEANIZ, C. G. 2009. Night stocking facilitates nocturnal migration of hatchery-reared Atlantic salmon, *Salmo salar*, smolts. *Fisheries Management and Ecology*, 16, 10-13.
- SALONIEMI, I., JOKIKOKKO, E., KALLIO-NYBERG, I., JUTILA, E. & PASANEN, P. 2004. Survival of reared and wild Atlantic salmon smolts: size matters more in bad years. *Ices Journal of Marine Science*, 61, 782-787.
- SERRANO, I., LARSSON, S. & ERIKSSON, L. O. 2009. Migration performance of wild and hatchery sea trout (*Salmo trutta* L.) smolts-Implications for compensatory hatchery programs. *Fisheries Research*, 99, 210-215.
- SMHI. 2010. *Sveriges vattendrag* [Online]. Available: [http://www.smhi.se/polopoly\\_fs/1.10713!webbSveriges%20vattendrag%2016.pdf](http://www.smhi.se/polopoly_fs/1.10713!webbSveriges%20vattendrag%2016.pdf) [Accessed 25-04- 2013].
- VAINIKKA, A., HUUSKO, R., HYVARINEN, P., KORHONEN, P. K., LAAKSONEN, T., KOSKELA, J., VIELMA, J., HIRVONEN, H. & SALMINEN, M. 2012. Food restriction prior to release reduces precocious maturity and improves migration tendency of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69, 1981-1993.
- WEBER, E. D. & FAUSCH, K. D. 2003. Interactions between hatchery and wild salmonids in streams: differences in biology and evidence for competition. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 60, 1018-1036.