



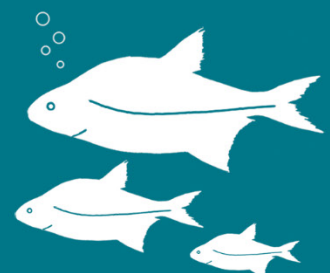
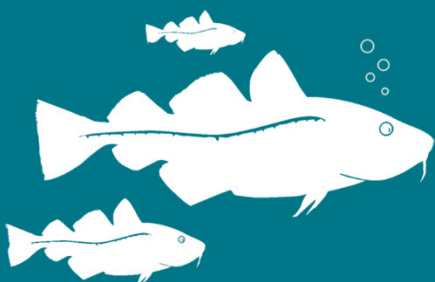
# Aqua notes 2024:4

## Utvärdering av ålyngelutsättningar i Mälaren och Ymsen

---

Elin Myrenås och Philip Jacobson

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Institutionen för akvatiska resurser



# Utvärdering av ålyngelutsättningar i Mälaren och Ymsen

*Evaluation of eel restocking in Lake Mälaren and Lake Ymsen*

Elin Myrenås, <https://orcid.org/0000-0003-3894-4501>,  
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

Philip Jacobson, <https://orcid.org/0000-0002-3890-4289>,  
Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser

## Rapportens innehåll har granskats av:

Göran Sundblad, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser  
Lovisa Wennerström, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser

**Finansiär:** Havs- och vattenmyndigheten, Dnr 02080–2023 (SLU-ID: SLU.aqua.2023.5.1-203)

Rapporten har tagits fram på uppdrag av Havs- och vattenmyndigheten. Rapportförfattarna ansvarar för innehållet och slutsatserna i rapporten. Rapportens innehåll innebär inte något ställningstagande från uppdragsgivarens sida.

<b>Rekommenderad citering:</b>	Myrenås, E. & Jacobson, P. (2024). Utvärdering av ålyngelutsättningar i Mälaren och Ymsen. Aqua notes 2024:4. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet. <a href="https://doi.org/10.54612/a.senksngfup">https://doi.org/10.54612/a.senksngfup</a>
<b>Publikationsansvarig:</b>	Noél Holmgren, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
<b>Redaktör:</b>	Stefan Larsson, Sveriges lantbruksuniversitet (SLU), Institutionen för akvatiska resurser
<b>Utgivare:</b>	Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för akvatiska resurser
<b>Utgivningsår:</b>	2024
<b>Utgivningsort:</b>	Uppsala
<b>Illustration framsida:</b>	Torsk (t.v.): Fredrik Saarkoppel; Braxen (t.h.): SLU
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.
<b>Serietitel:</b>	Aqua notes
<b>Delnummer i serien:</b>	2024:4
<b>ISBN (elektronisk version):</b>	978-91-8046-711-7
<b>DOI:</b>	<a href="https://doi.org/10.54612/a.senksngfup">https://doi.org/10.54612/a.senksngfup</a>
<b>Nyckelord:</b>	<i>Anguilla anguilla</i> , utsättningar, rekryter, tillväxt, kondition

© 2024 Elin Myrenås & Philip Jacobson

Detta verk är licenserat under CC BY 4.0, andra licenser eller upphovsrätt kan gälla för illustrationer.

## Sammanfattning

I Sverige görs utsättningar av importerade ålyngel som en del av förvaltningsåtgärderna inom den svenska ålförvaltningsplanen. Eftersom det är svårt att avgöra om en ål är av importerad och utsatt härkomst eller naturligt hitvandrad så är det svårt att utvärdera vilka effekterna är av de utsättningar som görs. I den här rapporten utvärderar vi effekterna av att sätta ut ål genom att analysera data från specifika experimentutsättningar av ål som gjorts med syftet att följa effekterna av dessa över tid. I sjöarna Mälaren och Ymsen har experimentutsättningar av importerade och märkta (PIT-märkta eller kemiskt märkta med alizarin, barium, strontium) ålar följts upp systematiskt med riktade provfisken eller genom ål som fångats i yrkesfisket i över 20 års tid. Från fisket i de båda sjöarna har ål provtagits och dissekerats. Resultaten från dessa fisken och provtagningar tyder på att en stor andel av de utsatta ålarna stannade kvar i den del av sjön där de sattes ut. Cirka 11–15 % av den ål som har satts ut per utsättning har återfångats, och majoriteten av dessa var honor. Inom respektive sjö kunde inga större skillnader fastställas gällande kondition, parasiteringsgrad av simblåseparasiten *Anguillicola crassus*, eller ålder mellan utvecklingsstadier, varken mellan omärkta (potentiellt naturligt hitvandrade) och märkta (importerade och utsatta) ålar eller mellan experimentutsättningar. Tillväxthastigheten var högre för omärkt ål jämfört med märkt ål i Mälaren (dock liten effektstorlek) men generellt växte ålen i Mälaren, oavsett ursprung, långsammare än ål i Ymsen. Det fanns också en skillnad vid vilken ålder ålarna mognade från gulål till blankål mellan Mälaren och Ymsen, medan mängden ål vid utsättningsstillfället (täthet) inte verkade ha en så stor påverkan. Det indikerar att vattensystemet i vilken utsättningen sker påverkar hur snabbt utsatt ål växer och når blankålsstadiet. Val av sjö kan därmed vara avgörande för hur snabbt ål från en utsättning genererar blankål och därmed kan bidra till att nå ålförvaltningsplanens mål att 40 % av en teoretiskt opåverkad biomassa ska ge sig av till Sargassohavet.

## Summary

Restocking of imported eel elvers takes place in Sweden as one of the management measures within the national management plan for the European eel. Since it is difficult to conclude whether an eel is imported and restocked or a natural recruit, it is difficult to evaluate the effects of the restocking program. Therefore, in this study, the effects of restocking were evaluated by analysing data from specific experimental restocking events that were conducted with the purpose to follow the effects of eel restocking over time. In the two lakes Mälaren and Ymsen, experimental restockings of imported and tagged (PIT-tag or chemically marked with alizarin, barium, strontium) eels have systematically been monitored by either scientific- or commercial fishing, for over 20 years. Eels have been sampled from the fishing and dissected to collect data. The results from the monitoring show that a large proportion of the restocked eels remain in the area where they were released. Approximately 11–15% of the restocked eel, per restocking event, have been captured in the monitoring, and the majority were females. Within each lake, no differences in either condition, parasitisation of the swim bladder parasite *Anguillicola crassus*, or the age at the different maturation stages, were found, neither between the untagged eels (potential natural recruits) or tagged eels (imported and restocked), nor between different restocking events. The growth rate was higher for untagged eels compared to tagged eels in Lake Mälaren (however a small effect size) but still lower than for the eels in Lake Ymsen. There was also a difference in age of maturation from yellow to

silver eel, between the two lakes, but the amount of eel at each restocking event (density) did not seem to have an effect. This indicates that it is the water system in where the eels were released that has the largest impact on how fast restocked eels grow and how quickly they reach the silver eel stage. The choice of which lake to use for restocking might thus be decisive for how quickly eels from restocking produce silver eels and thereby contribute to reaching the goal in the eel management plan, that 40% of a theoretical pristine biomass level shall be able to migrate towards the Sargasso Sea.

# Innehållsförteckning

<b>1. Inledning</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Material och metoder</b> .....	<b>10</b>
2.1. Sjöarna Mälaren och Ymsen .....	10
2.2. Experimentutsättningar.....	12
2.2.1. Mälaren .....	12
2.2.2. Ymsen.....	12
2.3. Uppföljning av experimentutsättningarna .....	13
2.3.1. Provfiske i Mälaren .....	13
2.3.2. Yrkesfiske i Ymsen .....	14
2.3.3. Dissektionsdata.....	14
2.3.4. Detektion av kemisk märkning.....	14
2.4. Dataanalyser .....	15
2.4.1. Återfångst av märkt ål från experimentutsättningarna.....	15
2.4.2. Individdata.....	16
2.4.3. Beräkningar och statistiska analyser .....	17
<b>3. Resultat</b> .....	<b>18</b>
3.1. Återfångster av märkta ålar i Mälaren och Ymsen .....	18
3.2. Individdata .....	22
3.2.1. Tillväxt.....	22
3.2.2. Kondition .....	28
3.2.3. Förekomst av parasiter i simblåsan .....	31
<b>4. Diskussion</b> .....	<b>33</b>
<b>5. Referenser</b> .....	<b>37</b>
<b>Tack</b> .....	<b>41</b>
<b>Supplement</b> .....	<b>42</b>



# 1. Inledning

Den europeiska ålen, *Anguilla anguilla* är klassad som Akut hotad på den internationella naturvårdsunionens (IUCN) rödlista över hotade arter (Jacoby & Gollock, 2014). I svenska vatten har ålen historiskt sett förekommit i sötvatten i hela landet (förutom i de norra fjällregionerna), samt längs med Sveriges kust, från norra västkusten upp till Bottenhavet i Östersjön (Lundberg, 1899; Svärdson, 1976). Trots att ålen lever lång tid i våra vatten som gulål är det först efter att den gett sig av som blankål från Sverige och når sitt lekområde i Sargassohavet som den reproducerar sig och bidrar till nästa generation ål. De ålar som lekt antas sedan dö medan de nykläckta fisklarverna färdas med havsströmmar tillbaka till Europa. Artens utbredningsområde täcker större delen av Europa inklusive delar av Ryssland, norra delarna av Afrika och östra delarna av Medelhavet (Moriarty & Dekker, 1997; Dekker, 2003). För att bromsa den negativa utvecklingen och förhindra artens eventuella utrotning upprättades en rådsförordning (Rådets förordning (EG) nr 1100/2007 av den 18 september 2007) på europeisk nivå vilken inbegriper alla medlemsländer inom EU som har naturliga uppväxthabitat för ål. Den svenska ålförvaltningsplanen är utformad för att uppnå målen i rådsförordningen på nationell nivå i Sverige (Förvaltningsplan för ål, 2008). I stort kan målen sammanfattas till att mängden lekmogen ål (blankål) som tar sig ut till havet och ger sig av mot Sargassohavet från svenska vatten ska uppnå en nivå som motsvarar 40 % (i form av biomassa) av en referensnivå satt utifrån att det inte finns någon mänsklig påverkan på ålens dödlighet. Denna referensnivå är dock en uppskattning då data saknas för att göra en faktisk skattning av hur mycket ål som lekvandrat från svenska vatten historiskt innan mänsklig påverkan (Förvaltningsplan för ål, 2008). Enligt beräkningar gjorda av dåvarande Fiskeriverket, och som låg till grund för förvaltningsplanen, bör 2,6 miljoner lekmogna blankålar lekvandra från svenska vatten årligen för att nå den 40-procentiga referensnivån (Förvaltningsplan för ål, 2008). En rad åtgärder har satts in i Sverige sedan den nationella ålförvaltningsplanen antogs inom ramen för dess fyra huvudsakliga fokusområden: minskad turbindödlighet, minskade fångster från fisket, stödutsättningar, och förbättrad kontroll och tillsyn, för att nå det långsiktiga förvaltningsmålet om 40 %. Fisket av ål har minskat då fisket på västkusten är förbjudet sedan 2012, antalet fiskedagar har minskat, storleksrestriktioner har förts

in, m.m. på det ålfiske som årligen beviljats särskilda ålfisketillstånd från det generella fiskeförbudet som råder i Sverige (FIFS 2004:36; FIFS 2004:37). På en del håll sker så kallad fångst och nedströms transport av vuxen ål (trap & transport, T&T, Piper m. fl., 2020). Vid fångst och transport fångas ål ovanför vandringshinder som hindrar ålen att nå havet, såsom kraftverksdammar, för att sedan transporteras med bil för att släppas ut nedströms vandringshinder, med syftet att möjliggöra fortsatt vandring mot Sargassohavet (Piper m. fl., Utsättningar av importerade ålyngel (på engelska kallat restocking) görs med syftet att snabbt öka antalet ål i svenska vatten, och därmed öka mängden framtida möjliga blankålar som lekvandrar (Förvaltningsplan för ål, 2008; Wickström & Sjöberg, 2014). Det innebär att ålyngel fångas i flodmynningsområden i sydvästra Europa, såsom vid den franska och engelska Atlantkusten där en stor andel av de ankommande ålynglen från Sargassohavet först hamnar. Ynglen förflyttas sedan med människans hjälp till områden där det antas finnas bra uppväxtmiljöer och låg naturlig dödlighet (Dekker & Beaulaton, 2016). Dessa utsättningar görs under antagandet att glasål fångas i områden med förmodade höga tätheter och hög naturlig dödlighet (Förvaltningsplan för ål, 2008). Kunskapen om tätheter och naturlig dödlighet i områden där glasål fångas i sydvästra Europa är dock otillräcklig i nuläget, varför detta bara är antaganden (ICES, 2016; 2023a, b). Enligt de svenska beräkningarna behövs utsättningar av 2,5 miljoner yngel årligen tillsammans med övriga åtgärder för att uppnå produktionsmålet om 40 % av lekvandrande blankål (Förvaltningsplan för ål, 2008). Enligt ålförvaltningsplanen bör utsättningar göras i vatten utan vandringshinder och där habitatkvalitén, överlevnadsgraden, och tillväxthastigheten för ål anses vara hög för att i möjligaste mån maximera antalet utsatt ål som överlever och lämnar Sverige för lek i Sargassohavet. På lång sikt bör rekryteringen av ål till svenska vatten ske på naturlig väg (Förvaltningsplan för ål, 2008).

Ålyngelutsättningar har tidigare utvärderats med avseende på exempelvis hur importerade och utsatta ålyngel sprider sig, vilka habitat de väljer, överlevnad och tillväxt (t ex. Ovidio m. fl., 2015; Félix m. fl., 2020; Matondo m. fl., 2021; Matondo m. fl., 2023; Simon, 2023). Dessa studier har dock fokuserat på de närmaste åren efter utsättningstillfället. Då ålen är en långlivad art kan den dock stanna i svenska vatten i över 30 år innan den ger sig av för att leka. Studier som utvärderar ålyngelutsättningar över lång tid med avseende på överlevnad, kondition och tillväxt är än så länge få (Wickström m. fl., 1996; Pedersen, 2000; Matondo m. fl., 2022).

En rad experimentutsättningar av ål utfördes 1980–2000 i flertalet svenska sjöar i regi av dåvarande Fiskeriverket med syfte att utvärdera effekterna av ålyngelutsättningar (Wickström, 1982; Wickström & Sjöberg, 2014, Jacobson



m.fl., 2023b). I två av dessa sjöar, Mälaren och Ymsen, gjordes experimentutsättningar av märkta ålyngel under 1997, 1999, 2000 samt 2011. Dessa utsättningar har följts upp systematiskt genom insamling av ål för dissektion från riktade provfisken och från yrkesfiske. Inom utsättningsexperimenten har småålarna antingen märkts kemiskt med alizarin, strontium och barium eller med fysiska märken, så kallade Passive Integrated Transponder märken (PIT-märken), vilket gör det möjligt att skilja individerna från utsättningsexperimenten från andra ålindivider. Syftet med denna rapport är att utvärdera de experimentutsättningar med märkt ål som gjorts i Mälaren och Ymsen. Rapporten utvärderar den totala mängden återfångad ål i förhållande till utsättningarnas storlek över tid, hur återfångsten har varierat över tid efter utsättningstillfället, samt huruvida kondition, tillväxt, parasitförekomst, stadiespecifik ålder och storlek (gul- och blankål), samt könsfördelning eventuellt skiljer sig mellan utsättningsgrupper, mot annan ål i samma eller andra system med utsatt och/eller naturligt förekommande ål.

## 2. Material och metoder

### 2.1. Sjöarna Mälaren och Ymsen

Mälaren är Sveriges tredje största sjö med en area på 1073 km<sup>2</sup> och med ett medeldjup på 12,8 meter. Mälaren avvattnas genom Stockholm och Södertälje till Östersjön. Det finns inga definitiva vandringshinder mellan Mälaren och Östersjön, vilket innebär att ål fritt kan vandra in och ut ur sjön (Fig. 1). Ymsen är en betydligt mindre sjö än Mälaren med en total yta på 13,4 km<sup>2</sup>. Det är en grund slättlandssjö med ett medeldjup på 2,4 meter. Sjön avvattnas via Vänern och Göta Älv där det finns flertalet vandringshinder för ål. Därmed finns ingen naturligt invandrad ål i Ymsen (Fig. 1). Utsättningar av ål, som inte ingått i någon experimentutsättning, har gjorts i både Mälaren och Ymsen sedan tidigt 1900-tal av olika aktörer. Dels har gulål från svenska västkusten och ålyngel från Göta Älv omplacerats till sjöarna, dels har ålyngel importerats från engelska floden Severn eller från den franska kusten och satts ut i både Ymsen och Mälaren (data från Sveriges lantbruksuniversitet, institutionen för akvatiska resurser (SLU Aqua)). Mellan 1958 och 2008 sattes det ut ca 9,3 miljoner ålar i Mälaren (antal uppskattat utifrån vikt i vissa fall) och mellan 1913 och 2018 har ca 700 000 ålar satts ut i Ymsen (data från SLU Aqua). Sedan 2009 är all importerad ål som sätts ut i svenska vatten (oavsett syfte eller aktör) kemiskt märkt med strontium (Sr). Den kemiska märkningen görs under karantänperioden hos företaget Scandinavian Silver Eel (SSE), samma företag som importerar glasål till Sverige för utsättningar och akvakultur. I Mälaren har det sedan 2009 skett två större utsättningar av Sr-märkt ål då ca 50 000 ålar sattes ut 2009 och ca 70 000 år 2018 (data från SLU Aqua). I Ymsen har det årligen satts ut ca 15 000 ålar som varit Sr-märkta mellan åren 2009–2018 (2009 var utsättningen något mindre och 2017 gjordes ingen utsättning).



Figur 1. Karta över sjöarna Mälaren och Ymsen samt flygbild över Sotholmsviken i Mälaren där experimentutsättningen gjordes av alizarinmärkt ål år 1997 och barium-märkt ål år 2011. De vita linjerna i flygbilden visar parringsjornas ungefärliga placering under det provfiske som utfördes årligen i Sotholmsviken.

## 2.2. Experimentutsättningar

### 2.2.1. Mälaren

I juni 1997 köpte dåvarande Fiskeriverket in 5 222 ålyngel från floden Severn, England, via SSE, till Sötvattenslaboratoriet vid Drottningholm (numera tillhörande SLU Aqua). Ålen hade gått i karantän hos SSE i 8–10 veckor, för att undvika spridning av eventuella sjukdomar. Vid Sötvattenslaboratoriet badades ålen i 24 timmar i en syreberikad vattenlösning med 50 mg alizarin complexone per liter vatten (vattentemperatur 16,5° C) (Wickström & Sjöberg, 2014). Nästkommande dag valdes ett slumpmässigt stickprov ut om 222 ålar, vilka mättes och vägdes individuellt och sparades för framtida otolitanalyser, medan resterande ål räknades och dess totalvikt noterades innan de sattes ut från land vid tre platser i Sotholmsviken (Tabell 1, Fig. 1).

För att testa olika sorters märkning och för att kunna urskilja ytterligare experimentutsättningar av ål i Mälaren från den som gjordes 1997 genomfördes ett test med barium-märkning av ål år 2011. Denna märkning gjordes av SSE som ett tillägg till den rutinmässiga Sr-märkning som sker sedan 2009. Vattenlösningen som ålen behandlades i under 24 timmar innehöll 0,75 g BaCl<sub>2</sub> och 1 g SrCl<sub>2</sub> per liter vatten (vattentemperatur: 20 – 23° C) vilket medförde att dessa ålar fick både en Sr- och en Ba-märkning (härefter omnämnda som Ba-märkta). Den Ba-märkta ålen skickades sedan till Sötvattenslaboratoriet vid Drottningholm i augusti 2011 (n = 1 879). Liksom den ål som märktes med alizarin kom dessa ålar från Severn, England, genom SSE. Före leverans till Sötvattenslaboratoriet hade ålen gått i karantän hos SSE för att undvika spridning av sjukdomar. Ett stickprov om totalt 232 st ålar sövdes med bensokain (0,12 g L<sup>-1</sup>, löst i 95 % etanol), vägdes och mättes (Tabell 1). I väntan på uppvaknande från bedövningen hölls ålen i vattenkar med vatten från Mälaren (20,1° C). Utöver sju ålar som dog under transport och hantering valdes ytterligare tio ål ut och frystes in för eventuella framtida analyser. Totalt sattes 1 862 Ba-märkta ålar ut i Mälaren från bryggan vid Sötvattenslaboratoriet (Fig. 1) där ytvattentemperaturen låg på 21° C vid utsättningstillfället.

### 2.2.2. Ymsen

I sjön Ymsen har flera experimentutsättningar av ål gjorts under 1998–2012. PIT-märkt ål har satts ut vid fem olika tillfällen (Wickström & Sjöberg, 2014; Jacobson m. fl., 2023a), för vilka två av dessa experimentutsättningar (1999 och 2000) bestod av ålyngel (Tabell 1). Dessa ålyngel var importerade från Severn, England, genom SSE och märktes i september respektive år med Sr och PIT-märke vid SSE av personal från dåvarande Fiskeriverket. Sr-märkningen gjordes genom att behandla

ålen under 24 timmar i en vattenlösning med 1 g SrCl<sub>2</sub> per liter vatten. Före märkningen med PIT-märke sövdes ålen med bensokain (0,12 g L<sup>-1</sup>, löst i 95 % etanol) varefter ett litet snitt gjordes med skalpell i huden på buksidan och PIT-märket (Trovan Ltd, Storbritannien, 12 mm) fördes in i bukhålan. Efter märkningen placerades ålarna i en plasttunna med syresatt vatten för att vakna innan de flyttades till ett fiskodlingstråg. Sex dagar efter märkningen transporterades de märkta ålynglen till Ymsen och släpptes ut vid olika platser längs med strandremsan. Data gällande ålarnas längd (mm), vikt (g) och PIT-märkets nummer noterades före märkning och utsättning för varje individ (Tabell 1).

Tabell 1. Data för experimentutsättningarna av ål i sjöarna Mälaren (Sotholmsviken) och Ymsen för respektive år. För totalvikt betyder U = Uppmätt, SS = Skattad baserad på medelvikt från stickprov. Antalet individer med längd och vikt data anges med n. För märkning betyder Sr = Strontium, Ba = barium, PIT = Passive Integrated Transponder märke.

Sjö	År	Antal	Total-vikt (g)	Längd mm ( $\bar{x} \pm \text{sd}$ )	Vikt g ( $\bar{x} \pm \text{sd}$ )	Märkning
Mälaren	1997	5000	5884 (U)	95 ( $\pm 15$ ), n=222	1,2 ( $\pm 0,6$ ), n=222	Alizarin
Mälaren	2011	1862	3534 (SS)	110 ( $\pm 20$ ), n=232	1,9 ( $\pm 1,3$ ), n=232	Sr + Ba
Ymsen	1999	1521	21294 (SS)	207 ( $\pm 23$ ), n=1521	14,0 ( $\pm 5$ ), n=1521	Sr + PIT
Ymsen	2000	1100	24200 (SS)	231 ( $\pm 31$ ), n=1100	22,0 ( $\pm 24$ ), n=1100	Sr + PIT

## 2.3. Uppföljning av experimentutsättningarna

### 2.3.1. Provfiske i Mälaren

I Sotholmsviken, där de kemiskt märkta ålarna sattes ut 1997 och 2011, har ett provfiske med parryssjor utförts årligen sedan 1970-talet av Fiskeriverket och sedan 2011 av SLU Aqua. I denna studie ingår ål från provfisket mellan åren 2000–2022. Under den perioden har provfisket skett mellan maj och juli varje år och har utförts med fem set om 16 ryssjestrutar med ledarmar mellan varje ryssjestrut (data från SLU Aqua). Ryssjorna har placerats i viken med ca 50 m avstånd från varandra (Fig. 1). Ryssjorna töms två gånger per vecka och all ål som fångas i provfisket samlas in för provtagning och dissektion. Ålen bedövas och avlivs genom att de placeras i vatten med tillsatt bensokain (0,12 g per liter vatten, E1501-100G, Sigma-Aldrich) i ca 1 timme. Efter det tas vikt (g) och längd (mm) för varje individ och sedan placeras ålarna i en frys (-18°C) för att möjliggöra senare dissektion och ytterligare provtagning.

### 2.3.2. Yrkesfiske i Ymsen

Till skillnad från Mälaren så sker inget fiskerioberoende provfiske i Ymsen riktat efter ål. Däremot förekommer ett kommersiellt fiske i sjön efter ål, främst med bottengarn. Det finns också en insamlingsfälla vid sjöns utlopp som sköts av yrkesfiskaren och som använts för att samla in utvandrande ål genom att fällan kontinuerligt har kontrollerats. Sedan år 1999 scannar yrkesfiskaren i Ymsen all ål i sin fångst med en PIT-läsare. All fångad PIT-märkt ål sparas och skickas till Sötvattenslaboratoriet, antingen hela ålen eller endast huvudet med bröstfenorna kvar tillsammans med längd- och viktinformation som yrkesfiskaren samlat in samt PIT-märkets nummer. Ålen som kommer till Sötvattenslaboratoriet förvaras i frys (-18°C) för att möjliggöra senare dissektion och ytterligare provtagning.

### 2.3.3. Dissektionsdata

Vid dissektion tinas de frysta ålarna upp. Längd (mm) och vikt (g) mäts, förekomst och antal av simblåseparasiten *Anguillicola crassus* noteras och en okulär bedömning av gonaderna görs för könsbestämning (Tesch, 1977). Ålens ögon mäts (horisontellt och vertikalt) och bröstfenans längd mäts vilket används för att bestämma i vilket utvecklingsstadium ålen befinner sig i enligt Durifs Silver Index (Durif m. fl., 2005; Durif m. fl., 2009). Ålens största otoliter (sagittae, två stycken per individ) plockas ut och sparas för eventuell åldersbestämning och kemisk analys (se sektion 2.3.4). Sedan år 1999 har alla fångade ålar från provfisket vid Sotholmen, Mälaren, analyserats med avseende på alizarin vid Sötvattenslaboratoriet (sektion 2.3.4, Tabell 2). Sedan 2017 görs årligen ett slumpmässigt urval av ej alizarinmärkt ål från Mälaren inom ett visst längdintervall för vidare analys av Ba (dvs ål som skulle kunna vara från Ba-utsättningen år 2011, baserat på en rimlig längd för respektive fångstår). Antalet analyserade ålar för Ba-märkningen har därmed varierat mellan år. Dissektionsdata från Ymsen är inte lika komplett som för Mälaren, eventuellt beroende på att insamlingen av individdata från Mälaren har varit standardiserat sedan lång tid medan insamlingen från Ymsen kan ha ändrats över tid.

### 2.3.4. Detektion av kemisk märkning

Ålens otoliter används för att detektera märkningen med alizarin och Ba (samt Sr). Före analys prepareras och slipas otoliterna på Sötvattenslaboratoriet för att få en jämn yta och exponerad kärna. Alizarin-märkningen detekteras genom att undersöka otoliten i ett fluorescensmikroskop vid Sötvattenslaboratoriet (Tabell 2). Ba-analysen har utförts vid Geocentrum, Uppsala universitet samt under senare år vid Geologiska institutionen på Lunds universitet (Tabell 2).

Tabell 2. Märknings- och detektionsteknik för de märkningsmetoder som använts vid experimentutsättningar av ål i Mälaren och Ymsen. LA-ICP-MS= laserablation induktivt kopplad plasmamasspektrometri, FE-EPMA= fältemissionsmikroskop, WDS= kristallspektrometrar, BSE= reflekterande elektrondetektorer.

Ämne	Märkningsteknik	Vävnad för detektion	Detektionsmetod	Märkningsframgång	Referens
Alizarin complexone (C <sub>19</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>8</sub> )	24 timmar i vatten (16,5°C) med 50 mg Alizarin/l vatten.	Otolit	Fluorescence-mikroskop, excitationsfilter 515–560 nm, suppressionsfilter 590 nm (Sötvattenslaboratoriet, SLU Aqua)	>99%	Beckman & Schultz, 1996; Holmgren, 1996; Iglesias & Rodriguez-Ojea, 1997
Strontiumklorid (SrCl <sub>2</sub> ) och Bariumklorid (BaCl <sub>2</sub> )	24 timmar i vatten (20–23°C) med 1g SrCl <sub>2</sub> /l vatten följt av 24 timmar i vatten med 0,75 g BaCl <sub>2</sub> /l vatten	Otolit	LA-ICP-MS (Lunds universitet) eller FE-EPMA utrustad med WDS och BSE (Uppsala universitet)	Sr = ~99% Ba = ~85%	Wickström & Sjöberg, 2014
PIT-märke	Litet snitt i buk, PIT-märke placerad i bukhålan	Ingen	Handhållen, digital PIT- läsare	95–100%	Bolland m. fl., 2009; Hirt-Chabbert & Young, 2012; Wickström & Sjöberg, 2014

## 2.4. Dataanalyser

### 2.4.1. Återfångst av märkt ål från experimentutsättningarna

För provfisket i Mälaren finns data gällande fiskeansträngningen varför det är möjligt att beräkna fångst per ansträngning (catch per unit effort, CPUE). CPUE beräknades per fiskeår på följande sätt;

$$CPUE = \frac{a}{(x * b)}$$

Där  $a$  = totalantal ål eller totalvikt ål,  $x$  = totalantalet strutar (80 st),  $b$  = totalantalet dygn som fångstredskapen låg i vattnet ( $x * b$  = totalt antal strutdygn).

Då det saknas data gällande ansträngning för yrkesfisket i Ymsen rapporteras endast totala återfångsterna för denna sjö.

## 2.4.2. Individdata

### *Ålder*

Beräkning av ålder för de återfångade, märkta ålarna från experimentutsättningarna baserades på hur många år ålen levit i sjön mellan utsättning och återfångst, eftersom den exakta åldern för varje individ vid utsättningstillfället inte är känd. Detta anses vara en rimlig åldersuppskattning då de importerade ålynglen fångas i sydvästra Europa när de fortfarande är i sitt glasålstadie. En del av de omärkta ålar som fångats i Mälaren åldersbestämdes genom att räkna årsringarna i deras otoliter. Det kan dock finnas så kallade falska årsringar vilket ger åldersläsningen viss felmarginal (Deelder, 1976; ICES, 2011) och framför allt äldre ålar (över 15 år) har visats vara svåra att åldersbestämma (Svedäng m. fl., 1998; Jacobson m. fl., 2023b). Därför är det till viss del problematiskt att jämföra åldern på ålarna från experimentutsättningar (vilka får anses ha känd ålder, dvs år mellan utsättning och återfångst) mot andra ålar för vilka åldern baseras på åldersläsning med hjälp av dess otoliter.

### *Utvecklingsstadium*

Vilket utvecklingsstadium ålen befann sig i vid återfångst beräknades enligt Durif's silver index (Durif m. fl., 2005; Durif m. fl., 2009). Durif's silver index resulterar i fem stadier för honor men dessa har sedan förenklats till gulål (index I och II), halvblank ål (index III) och blankål (index IV och V) (Durif m. fl., 2009). För hanar resulterar Durif's silver index i två stadier som förenklats till gulål (index I) och blankål (index MI) (Durif m. fl., 2009). För att räkna fram Durif's silver index används ålens längd, vikt, ögonstorlek och storlek på bröstfenorna.

### *Tillväxt och kondition*

Tillväxt beräknades för de märkta ålarna från Mälaren och Ymsen utifrån längd vid återfångst (fryskorrigerad enligt Simon, 2013) delat på antal år sedan respektive utsättning. För omärkta åldersanalyserade ålar beräknades tillväxten utifrån längd vid återfångst (fryskorrigerad enligt Simon, 2013) delat på ålder. Tillväxtkurvor med medellängd per ålder beräknades med von Bertalanffy's tillväxtfunktion (Cailliet m. fl., 2006).



Ålarnas kondition vid återfångst analyserades utifrån log-log förhållandet mellan vikt och längd, dvs en jämförelse av vikten vid en viss längd. Ett sådant linjärt förhållande inkluderar samma parametrar som Le Cren's konditionsindex (Le Cren, 1951).

#### *Parasitförekomst, simblåseparasit*

För simblåseparasitförekomst jämfördes både andelen ålar med parasitförekomst samt antalet simblåseparasiter mellan experimentutsättningar både totalt och inom årsklasser. Vid jämförelsen av antalet parasiter användes medelvärdet inom varje åldersklass, medianvärdet, samt inter quantile range (IQR, värden motsvarande 25e respektive 75e percentilen) som ett mått på variation i parasitförekomst inom årsklasser.

### 2.4.3. Beräkningar och statistiska analyser

All visualisering av data, beräkningar och statistiska analyser utfördes med mjukvaran R, version 4.1.2 (R Core Team, 2022). Uträkningen av Durif's Silver Index gjordes med R-paketet stacomIR (Briand & Legrand, 2022). ANOVA-modeller användes för att avgöra eventuella skillnader mellan grupper. Modellerna anpassades med funktionen `aov()` följt av Tukeys Post-Hoc test som gjordes med funktionen `TukeyHSD()`. Linjära regressionsmodeller användes för att jämföra eventuella skillnader i det linjära log-log förhållandet mellan vikt och längd mellan grupper. Modellerna anpassades med funktionen `lm()`. Effektstorleken räknades ut med funktionen `cohensD()` med paketet `lsr` (Navarro, D.J., 2015). Von Bertalanffy's tillväxtkurvor beräknades med paketet `FSA` (Ogle m. fl., 2023). P-värde mindre än 0.05 användes som signifikansnivå för samtliga statistiska test.

## 3. Resultat

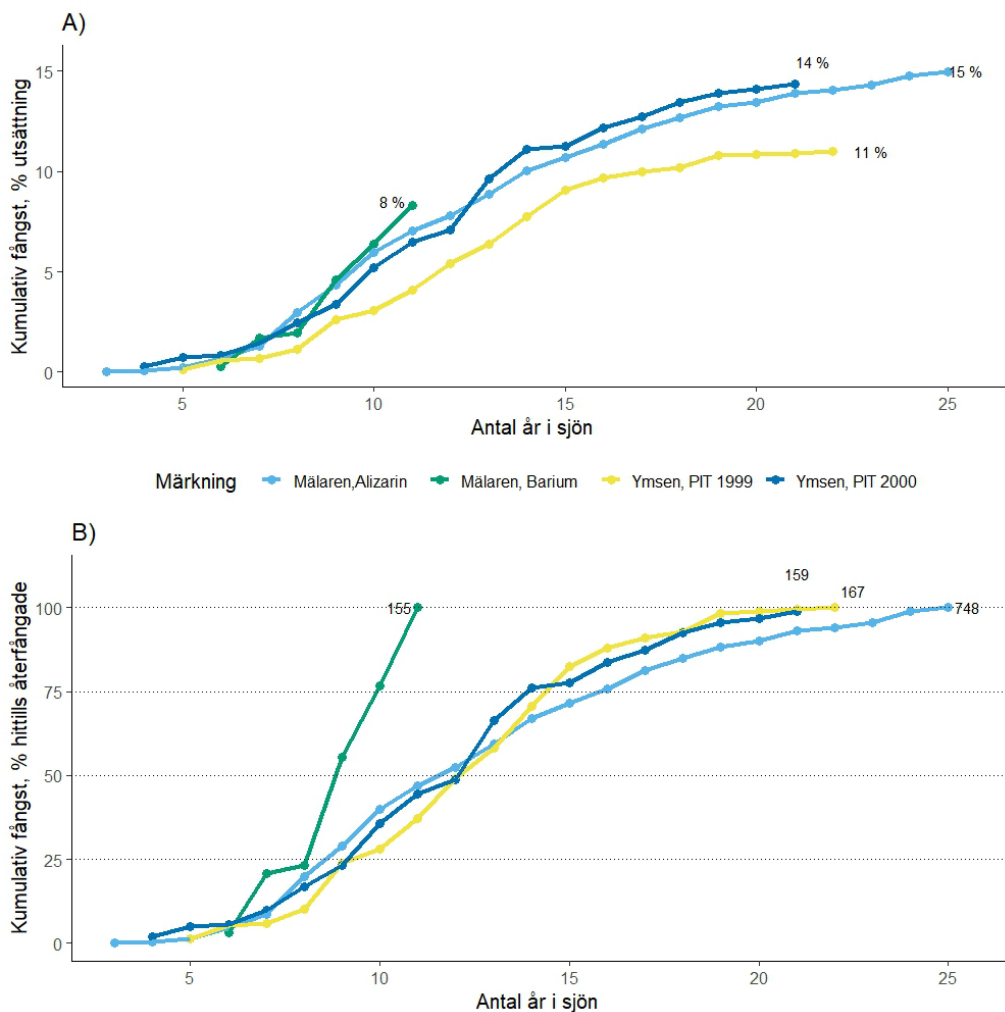
### 3.1. Återfångster av märkta ålar i Mälaren och Ymsen

Totalt har det fångats 1 792 ålar i provfisket i Mälaren mellan åren 2000–2022. Av dessa har 1737 dissekerats och otoliterna har analyserats för alizarin (resterande 55 ålar har släppts ut igen i Mälaren då de har ingått i ett märkningsförsök med PIT- och DST-märken). Av de 1737 analyserade ålarna var 748 ålar märkta med alizarin vilket motsvarar 43 % av den totala fångsten i provfisket och 15 % återfångst av de totalt 5 000 alizarin-märkta ålarna som sattes ut 1997 (Fig. 2A). Den första återfångsten av alizarinmärkt ål i provfisket i Mälaren var år 2000, tre år efter utsättningstillfället. Återfångsten var som störst åren 2005–2007, alltså åtta till tio år efter utsättningen, och har sedan dess avtagit (Fig. 3A). Trots att det nu har gått 26 år sedan utsättningen återfångas det fortfarande alizarinmärkt ål i provfisket (Fig. 3 A-B).

Mellan 2017–2022 har det analyserats 205 st ål från Mälaren med avseende på Ba varav 155 st var märkta. Det har också återfångats 22 st ål som vid analys visade sig endast ha en Sr-märkning. För dessa ålar finns en risk att de också har haft en Ba-märkning men att märkningsframgången inte varit tillräcklig (märkningsframgången för Ba är ~85 %, Tabell 2). Dessa har exkluderats från vidare analyser. Av den totala fångsten i provfisket mellan 2017–2022 motsvarade de Ba-märkta ålarna 37 % av fångsten (observera dock att alla provtagna ålar ej är analyserade). Av de 1 862 märkta ålarna som sattes ut 2011 var återfångsten till och med år 2022 8 % (Fig. 2A). Det har inte gjorts några Ba-analyser på ålar fångade före år 2017 vilket medför att det inte finns data för när de Ba-märkta ålarna först dök upp i fångsterna. Andelen Ba-märkta ålar i fångsterna visade på en uppåtgående trend under de senare åren (Fig. 2B). De senaste tre åren (2020–2022) stod de Ba-märkta ålarna för en procentuellt större andel av den totala årliga fångsten i provfisket i Sotholmen än de alizarinmärkta ålarna (Fig. 3B).

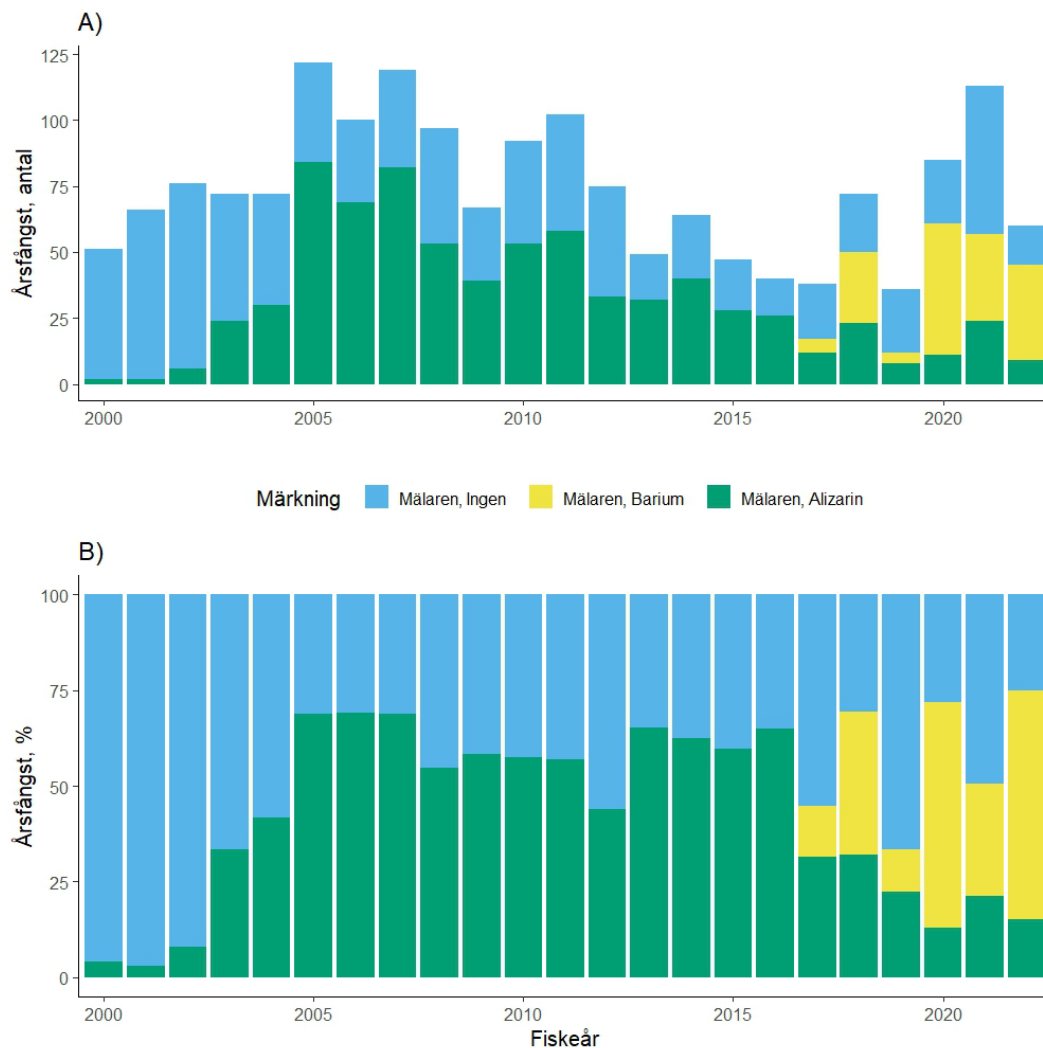
Av de totalt 2 621 utsatta ålynglen med Sr-märkning och PIT-märke i Ymsen har 326 ålar återfångats. Ytterligare 30 stycken PIT-märken från ålyngelutsättningarna

har återfunnits på en ö i sjön när en inventering av en skarvkoloni gjordes år 2000 och 2004 (Jacobson m. fl., 2023a). Av de totalt återfångade och återfunna PIT-märkena (från ålar och inventeringen av skarvkolonin) kom 187 stycken från ålar utsatta 1999 och 169 stycken från 2000 vilket motsvarar 12 respektive 15 % av de utsatta ålarna. För endast de PIT-märken som återfångats i ålar i yrkesfisket (dvs exklusive de som återfanns på ön) låg återfångsten från 1999 års utsättning på 167 stycken och från 2000 års utsättning på 159 stycken vilket motsvarar 11 respektive 14 % av totalt antal utsatta ålar (Fig. 2B). De Sr och PIT-märkta ålarna började dyka upp i fångsterna efter fyra - fem år i sjön och det återfångas än idag PIT-märkt ål från utsättningarna 1999 och år 2000, alltså 22–23 år efter utsättningstillfällena (Fig. 4).

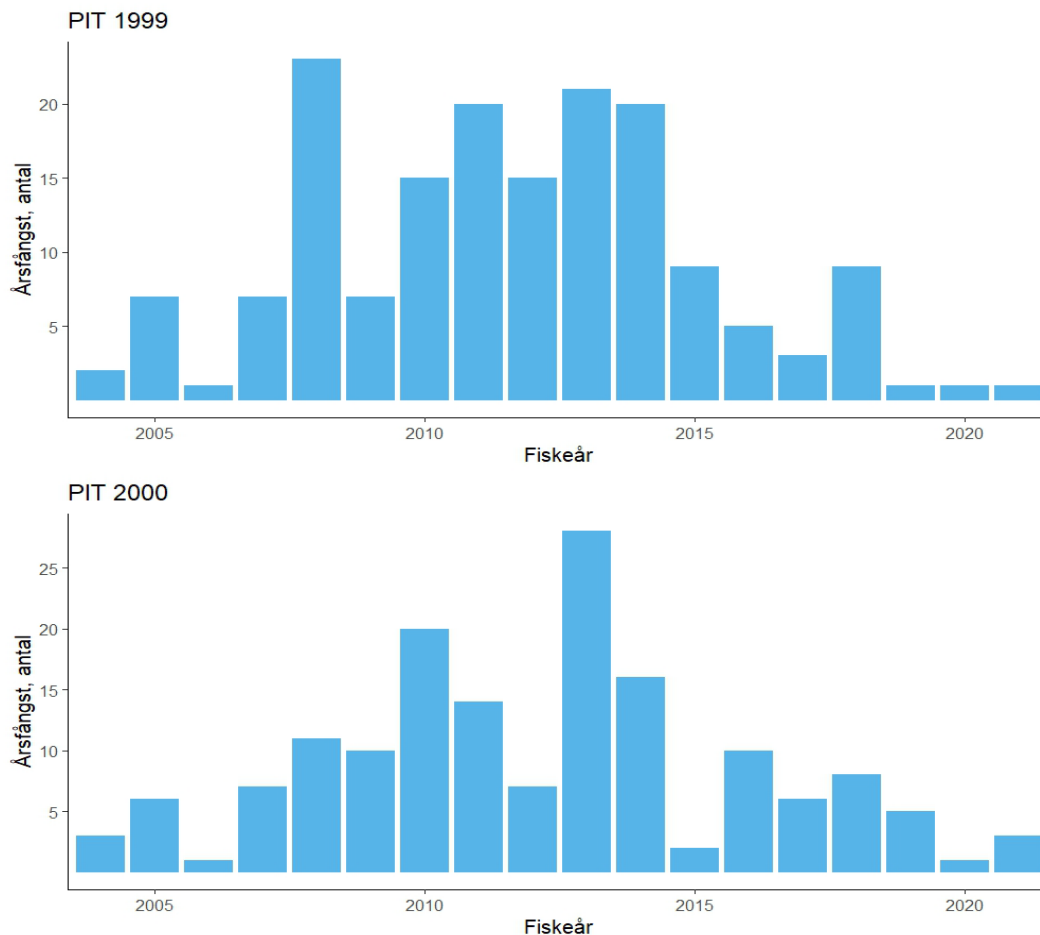


Figur 2. Procentuell kumulativ fångst per år som ålen levit i sjön (märkt ål i Mälaren och Ymsen) av A) totalt antal utsatt ål och B) totalt antal återfångad ål, fram till och med 2022 (total återfångst till och med 2022 annoterat vid vardera linje). Resultaten är uppdelade per märkningstyp och år (Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter och linje, Mälaren barium 2011, gröna datapunkter och linje, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT, 1999 – gula datapunkter och linje, och 2000, mörkblå datapunkter och linje).

Den kumulativa kurvan över de hitintills återfångade ålarna visar att de alizarinmärkta ålarna i Mälaren och de båda Sr och PIT-märkningarna i Ymsen följer liknande mönster där 75 % av återfångsten har skett de första 15 åren (Fig. 2B). Sedan mattas kurvorna av. Den brantare kumulativa kurvan för Ba-märkta ålar i Mälaren där 75 % av de hitintills återfångade ålarna har fångats inom de första tio åren förklaras av att fisket inte pågått under lika många år som efter de övriga märkningarna (Fig. 2B). Totalt 8 % återfångst efter 11 år i sjön är i linje med tidigare märkningar (Fig. 2A). Totalt har det återfångats ungefär lika många ålar från Ba-utsättningen som för vardera av de båda PIT- utsättningarna (Fig. 2B).



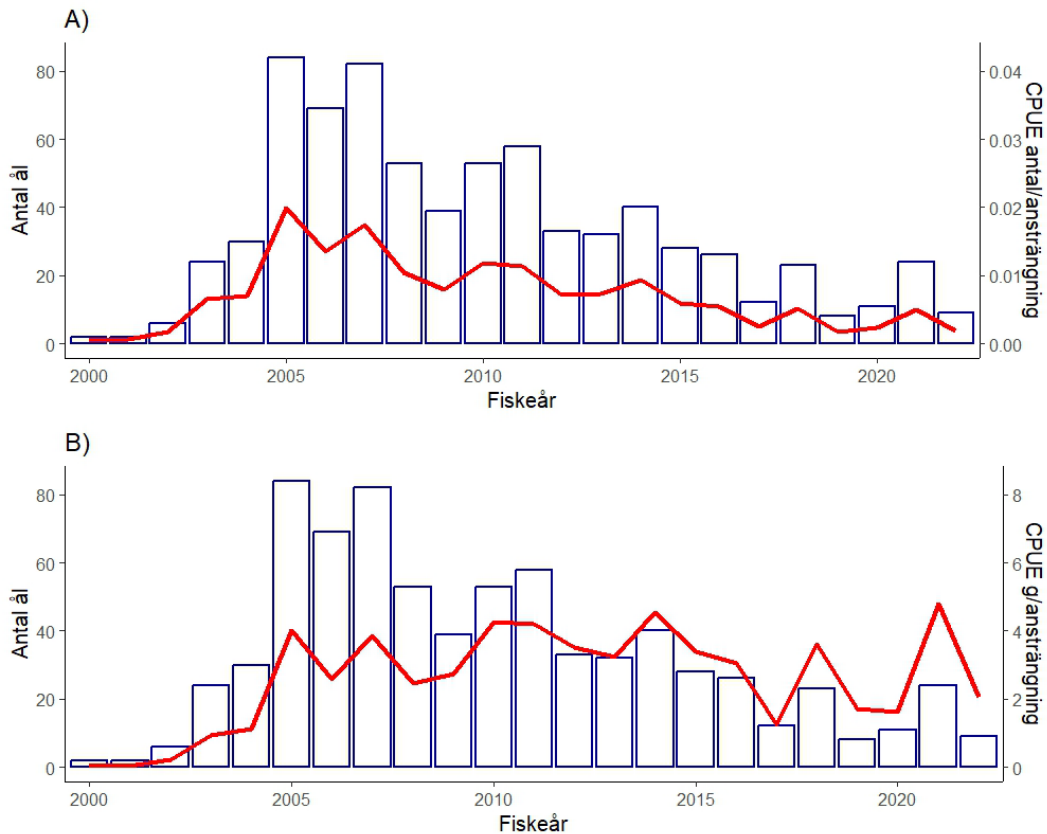
Figur 3. Andel omärkta, alizarinmärkta och bariummärkta ålar i A) antal och B) procentuell årsfångst från provfisket i Sotholmsviken, Mälaren, per fiskeår (2000–2022). Utsättningen av alizarin-märkt ål gjordes 1997 och av barium-märkt ål 2011. Första återfångsterna av alizarinmärkta ålar skedde år 2000. Första året då ålar analyserades för barium var 2017.



Figur 4. Antal återfångade ålar märkta med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT, märke per fiskeår (2001–2022) för utsättningen gjord år 1999 (övre) och år 2000 (nedre) i sjön Ymsen. Första återfångsterna skedde år 2004 för båda utsättningarna.

Genomsnittliga återfångsten för de olika märkningarna låg på 12,2 % ( $\pm 2,7$  sd) inklusive de Ba-märkta ålarna och 13,5 % ( $\pm 1,8$  sd) exklusive de Ba-märkta ålarna för vilka fisket inte pågått lika länge (Fig. 2A).

För provfisket i Mälaren finns data över fiskeansträngning (vilken har varit i stort sett identisk mellan de olika åren) och för de alizarinmärkta ålarna följs antalet fångade ålar och NCPUE (antal per ansträngning) åt (Fig. 5A). NCPUE var högst mellan fem och sju år efter utsättning för att sedan sjunka (Fig. 5A). WCPUE (vikt per ansträngning) ökade även den de första fem åren för att sedan ligga mer konstant än NCPUE (Fig. 5B), en konsekvens av att de ålar som fångats vägde mer per individ senare år.



Figur 5. Antalet fångad alizarinmärkt ål (blå staplar) och fiskeansträngning (Catch Per Unit Effort) (röd linje) av A) antal per ansträngning och B) gram per ansträngning av alizarinmärkt ål fångad i provfisket i Sotholmsviken, Mälaren, åren 2000–2022.

## 3.2. Individdata

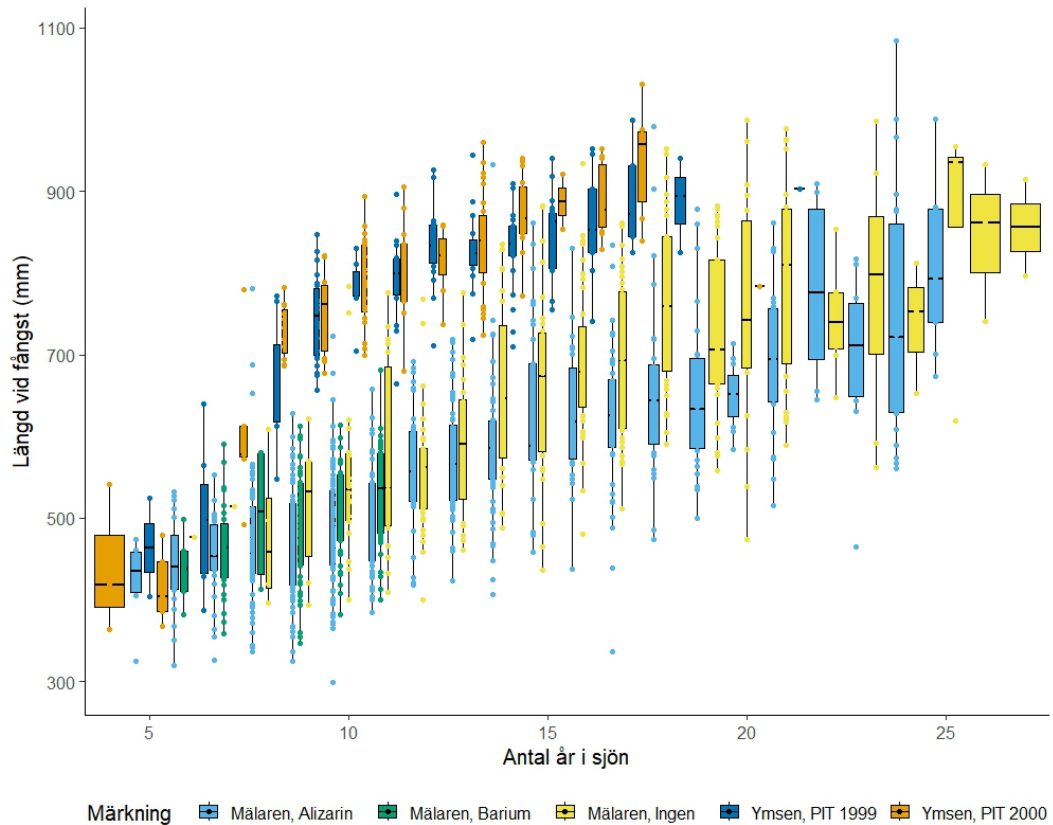
### 3.2.1. Tillväxt

De första åren efter utsättning hade ålarna med de olika märkningarna, i de olika sjöarna, till synes ungefär samma längdintervall (Fig. 6). Efter ca sju år växte de Sr och PIT-märkta ålarna från Ymsen (båda utsättningarna) snabbare än både de omärkta, alizarin- och Ba-märkta ålarna i Mälaren (Fig. 6). De första fyra till sex åren var det få datapunkter för de båda Sr och PIT-märkningarna vilket medför att tolkningen av längd-vid-ålder de första åren bör göras med viss försiktighet. I Mälaren växte de omärkta ålarna snabbare än de märkta (Fig. 6). En statistisk jämförelse mellan ålarna i Mälaren visar att omärkta ålar har högre längd per ålder än de märkta ålarna (Tabell 3) men effektstorleken mellan grupperna var liten (Cohen's  $d=0,25$ , vilket innebär att  $\sim 90\%$  av observationerna överlappar mellan grupperna). Skillnaden i medellängd per ålder mellan de omärkta och de

alizerinmärkta ålarna i Mälaren varierade mellan -38 och 114 mm med en medelskillnad ( $\pm 1$  standardavvikelse) på 49 ( $\pm 42$ ) mm.

*Tabell 3. Resultat av linjär regressionsmodell för längd – ålder + märkningsmetod för ålar från Mälaren. Observera att endast honor är inkluderade i modellen och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning. Statistisk signifikans anges med p.*

	<b>Just. R</b>	<b>df</b>	<b>F</b>	<b>Estimat</b>	<b>Std. fel</b>	<b>t</b>	<b>p</b>
Global modell	0,57	3,1253	572				<b>&lt;0,05</b>
Intercept				313,24	8,06	38,88	<b>&lt;0,05</b>
Ålder				18,82	0,57	33,12	<b>&lt;0,05</b>
Bariummärkta				11,15	8,02	1,39	0,17
Omärkta				61,06	5,87	10,40	<b>&lt;0,05</b>

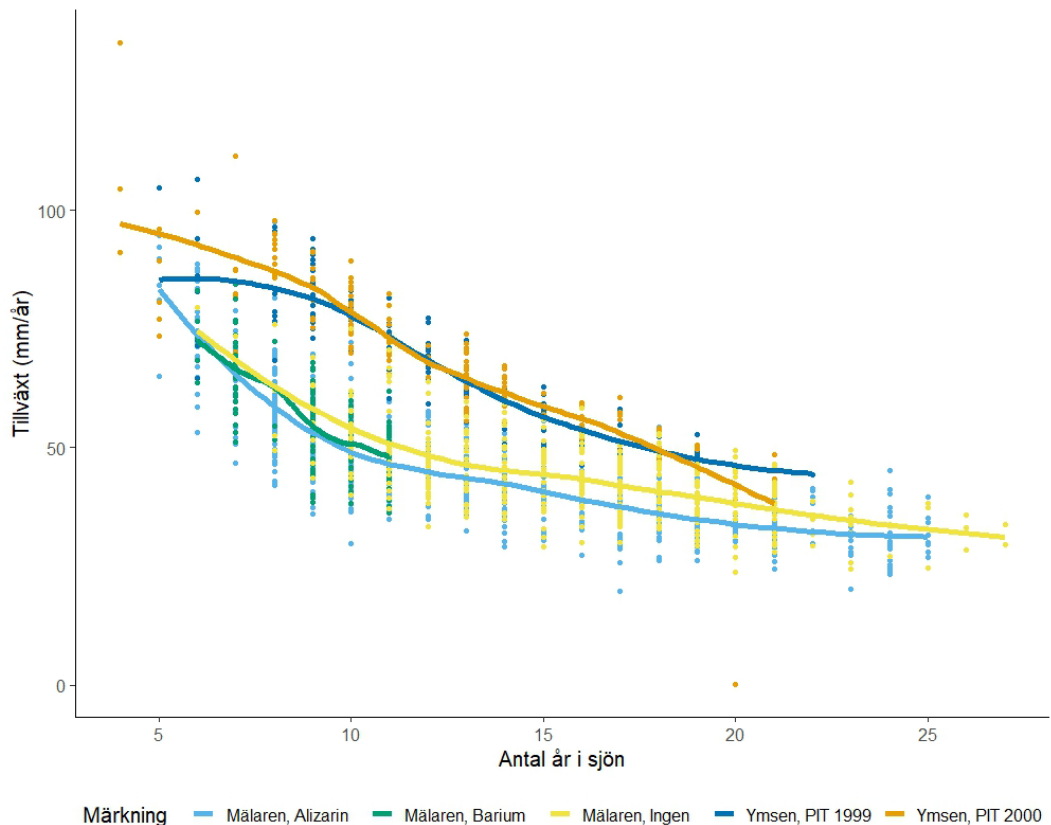


Figur 6. Boxplot med längd vid fångst (mm) per antal år i sjön, märkning, och sjö (Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter och box, Mälaren barium 2011, gröna datapunkter och box, Mälaren ingen märkning, gula datapunkter och box, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT 1999 – mörkblå och box, och 2000, orange datapunkter och box). Observera att endast honor är inkluderade i figuren och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning.

Mönstret för den storleksspecifika tillväxten skiljer sig åt mellan sjöarna. Tillväxten är högre för de Sr och PIT-märkta ålarna i Ymsen än för både omärkta och märkta ålar i Mälaren (Fig. 7). För ålarna i Mälaren ligger den storleksspecifika tillväxten som högst under de första åren efter utsättningarna för att sedan minska kontinuerligt över tid från utsättningstillfället (Fig. 7). De Sr och PIT-märkta ålarnas storleksspecifika tillväxt minskar också över tid från utsättningstillfället men betydligt mindre än ålarna i Mälaren de första cirka nio åren (Fig. 7). Fast tillväxten i Ymsen minskar så är den fortfarande högre jämfört med ålarna i Mälaren. Skillnaden i medeltillväxt per ålder mellan de omärkta ålarna och de alizarinmärkta ålarna i Mälaren varierade mellan -2 och 9 mm med en medelskillnad ( $\pm 1$  standardavvikelse) på  $3 (\pm 3)$  mm.

Tillväxtkurvor anpassade med von Bertalanfy's tillväxtkvation gav rimliga värden för ålarna i Ymsen men inte i Mälaren och går därmed inte att jämföra (Supplement 1).





Figur 7. Storleksspecifik tillväxt för ål uppdelat per märkning och sjö (Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter och linje, Mälaren barium 2011, gröna datapunkter och linje, Mälaren ingen märkning, gula datapunkter och linje, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT 1999 – mörkblå och linje, och 2000, orange datapunkter och linje). Observera att endast honor är inkluderade i figuren och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning.

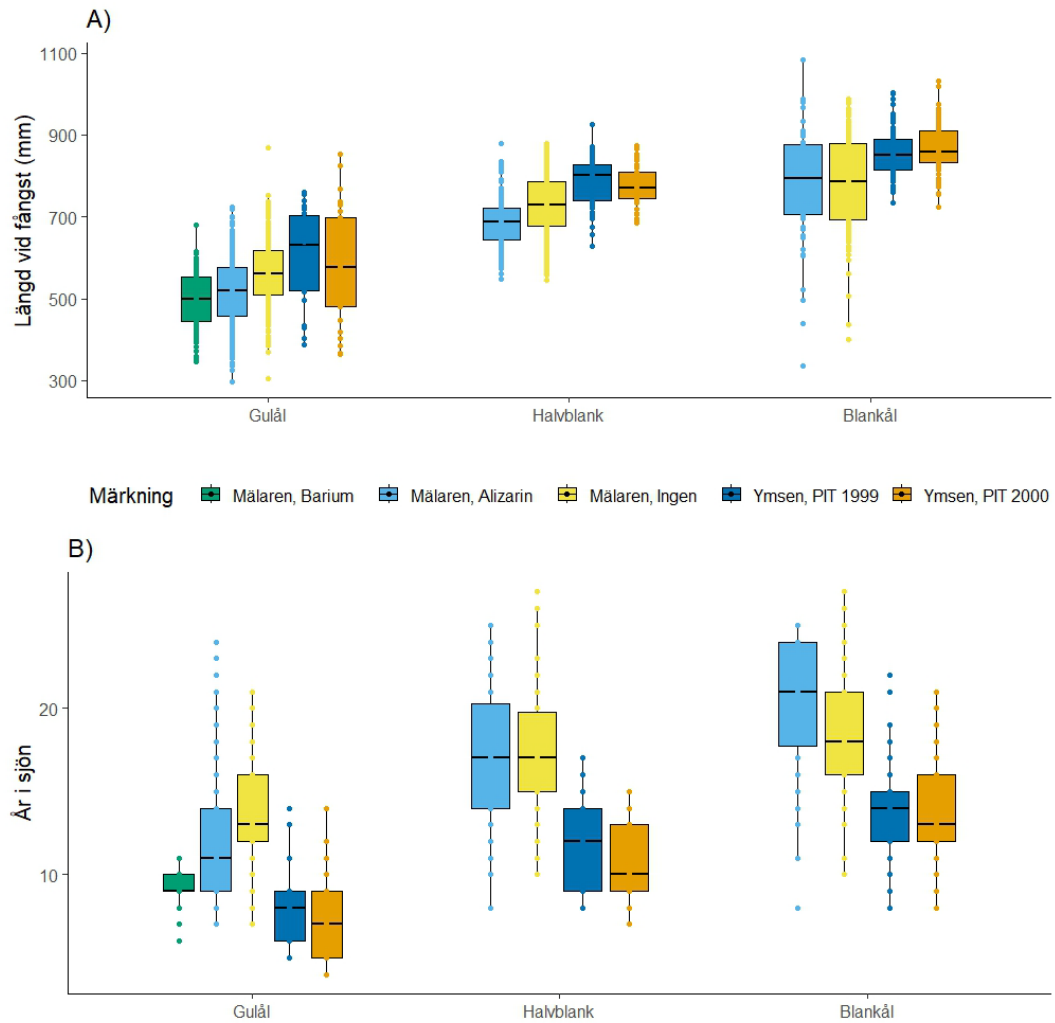
### Könsfördelning och utvecklingsstadium

Av de 1737 ålar som dissekerats från fisket i Sotholmsviken, Mälaren, var 1605 honor, 15 hanar, och 117 saknar information om kön. Av honorna var 59 % gulål, 20 % halvblank ål, 11 % blankål och 10 % av okänt stadie. Av hanarna var 14 blankålar och en av okänt stadie. All återfångad ål i Ymsen med information om kön var honor (n=291). Av honorna i Ymsen var andelen gulål lägre än i Mälaren, 14 %, och andelen halvblank- och blankål var högre, 37 respektive 42 %. I Ymsen saknade 22 ålar data för att kunna räkna ut utvecklingsstadie med Durif's silver eel index.

Det var skillnad i längd mellan honor från de olika experimentutsättningarna både inom gulålstadiet (Anova:  $F_{4,969} = 28, p < 0,05$ ) och inom blankålstadiet (Anova:  $F_{3,331} = 15, p < 0,05$ ) (8A, Tabell 4). Post-hoc analysen visade att de PIT-märkta honorna i Ymsen var statistiskt sett längre än både de omärkta och de alizarinmärkta

honorna i Mälaren i både gulål- och blankålstadiet och att det inte fanns någon statistisk skillnad mellan honor från de två utsättningarna i Ymsen (Tabell 4). För utsättningarna i Mälaren fanns det en skillnad mellan honor i gulålstadiet mellan alizarin-märkt och omärkt gulål med avseende på längd men det fanns ingen statistisk skillnad mellan honor med avseende på längd i blankålstadiet (Tabell 4).

Det var även skillnad i ålder mellan de olika experimentutsättningarna av honor i både gulålstadiet (Anova:  $F_{4,870}=43$ ,  $p<0,05$ ) och blankålstadiet (Anova:  $F_{4,287}=91$ ,  $p<0,05$ ) (8B, Tabell 4). Post-hoc analysen visade att de Sr och PIT-märkta honorna i Ymsen var statistiskt sett yngre än både de omärkta och de alizarinmärkta honorna i Mälaren i både gulål- och blankålstadiet (Tabell 4). Med andra ord går honorna i Ymsen från gulål till blankål vid en tidigare ålder än de i Mälaren. De Ba-märkta honor som återfångats hittills har varit gulålar. Deras ålder skiljde sig inte statistiskt från de PIT-märkta honorna i Ymsen men var precis som övriga ålar i Mälaren kortare (Fig. 8A-B, Tabell 4). Det var skillnad i ålder mellan omärkta och alizarinmärkta honor i Mälaren i både gulål- och blankålstadiet (Tabell 4). Skillnaden i ålder är dock relativt liten (ca 2 år), vilket kan anses ligga inom felmarginalen för åldersläsning av ål, speciellt för äldre individer (se sektion 2.4.2 *Ålder*), varför denna skillnad bör tolkas med viss försiktighet.



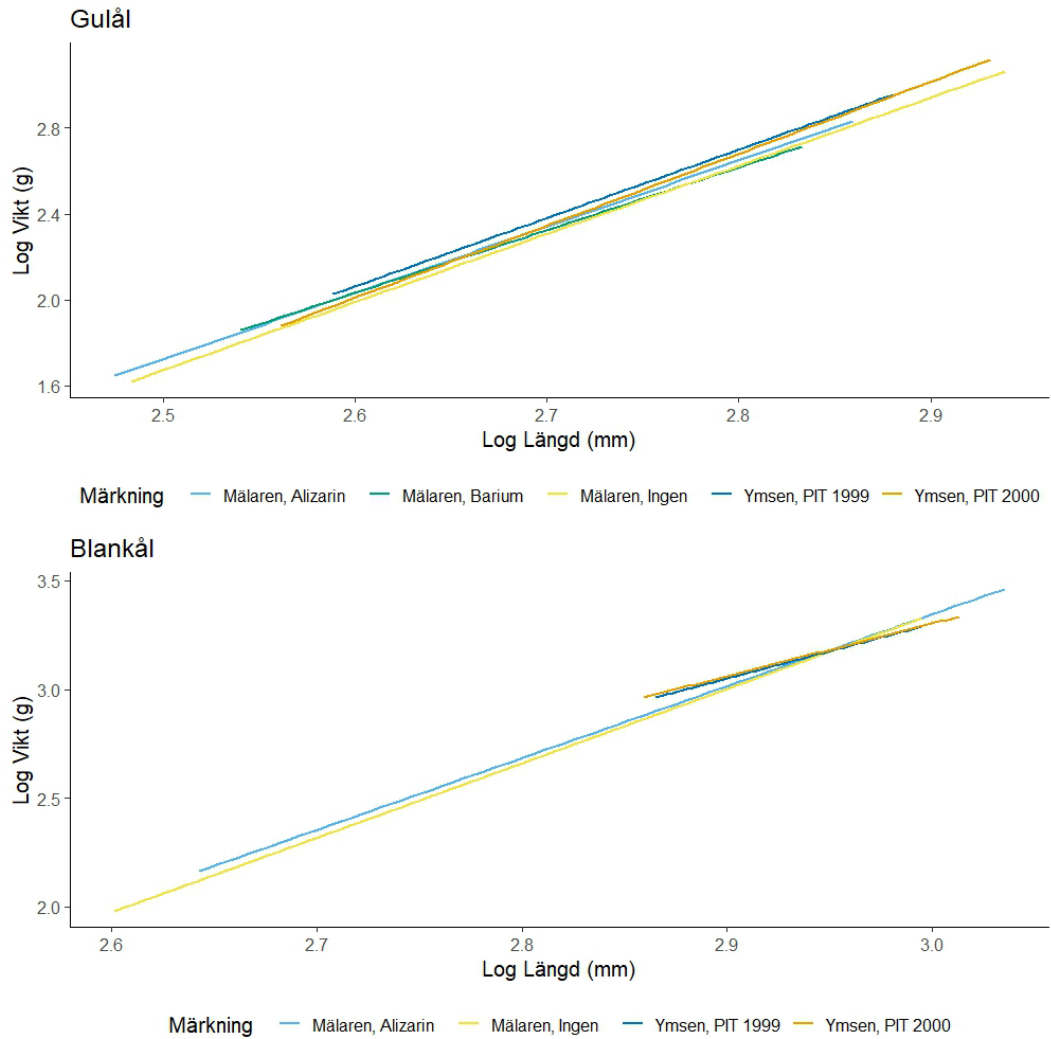
Figur 8. Boxplot över A) längd och B) antal år i sjön per utvecklingsstadie (gulål, halvblank ål och blankål) uppdelat per märkning och sjö (Mälaren barium 2011, gröna datapunkter och box, Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter och box, Mälaren ingen märkning, gula datapunkter och box, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT 1999 – mörkblå och box, och 2000, orange datapunkter och box). Observera att endast honor är inkluderade i figuren och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning.

Tabell 4. Resultat av Tukeys post-hoc analys av skillnader i ålder eller längd för gulål och blankål mellan grupper av olika märkning; alizarinmärkta i Mälaren (1997), bariummärkta i Mälaren (2011), omärkta i Mälaren, Sr och Passive Integrated Transponder, PIT, märkt i Ymsen (1999 och 2000). Observera att endast honor är inkluderade i analysen och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning. Statistisk signifikant skillnad anges med  $p < 0,05$ , markerad i fet stil.

Märkning	differens	p	differens	p
	Gulål, Ålder		Gulål, Längd (mm)	
Barium - alizarin	-3	<b>&lt;0,05</b>	-20	0,057
Omärkta - alizarin	2	<b>&lt;0,05</b>	48	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 1999 - alizarin	-3	<b>&lt;0,05</b>	86	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 2000 - alizarin	-4	<b>&lt;0,05</b>	73	<b>&lt;0,05</b>
Omärkta - barium	4	<b>&lt;0,05</b>	68	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 1999 - barium	-1	0,9	106	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 2000 - barium	-2	0,2	93	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 1999 - omärkta	-5	<b>&lt;0,05</b>	38	0,23
PIT, 2000 - omärkta	-6	<b>&lt;0,05</b>	24	0,61
PIT, 2000 - PIT, 1999	-1	0,9	-13	0,98
	Blankål, Ålder		Blankål, Längd (mm)	
Omärkta – alizarin	-2	<b>&lt;0,05</b>	3	1,00
PIT, 1999 - alizarin	-7	<b>&lt;0,05</b>	69	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 2000 - alizarin	-7	<b>&lt;0,05</b>	84	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 1999 - omärkta	-5	<b>&lt;0,05</b>	66	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 2000 - omärkta	-5	<b>&lt;0,05</b>	81	<b>&lt;0,05</b>
PIT, 2000 - PIT, 1999	-0	0,9	15	0,81

### 3.2.2. Kondition

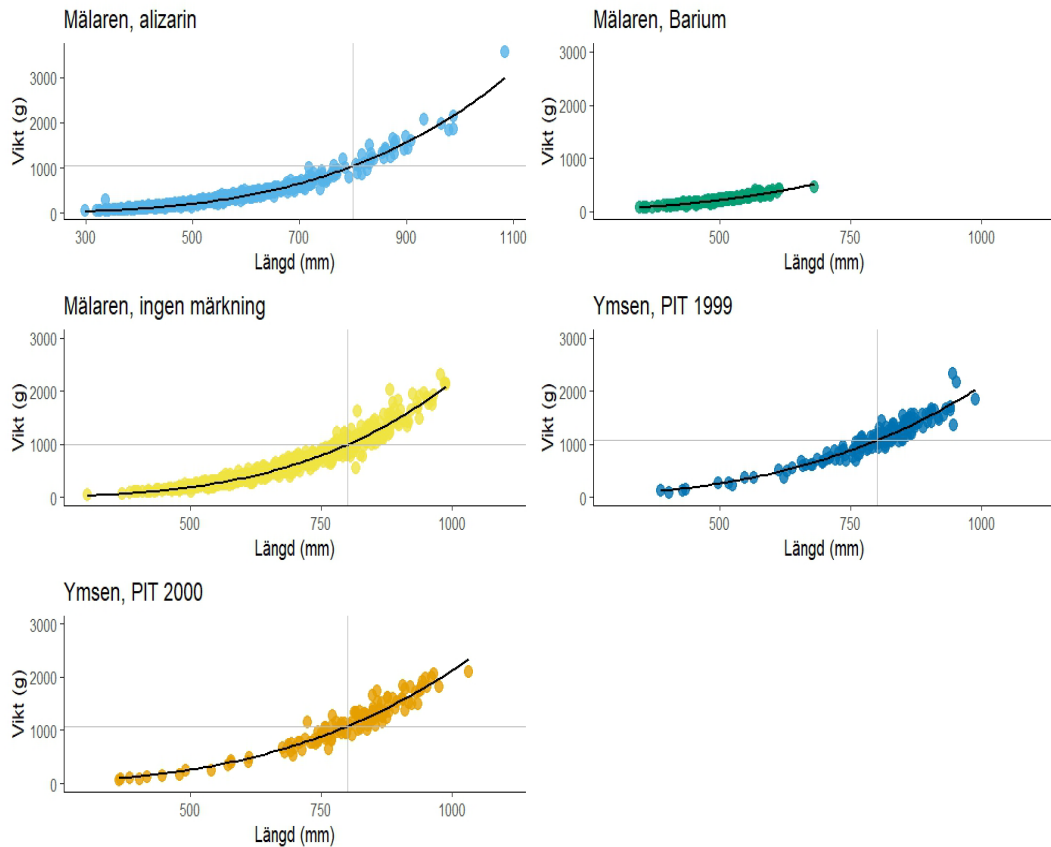
Blankålarna i Mälaren spänner över ett större längdintervall än blankålarna i Ymsen (Fig. 9). De omärkta ålarna och de alizarinmärkta ålarna i Mälaren har liknande vikt-längdförhållande och skiljer sig inte statistiskt åt (Tabell 5B, Fig. 9). Blankålarna från Ymsen visar också på liknande vikt-längdförhållande mellan de två utsättningarna (Fig. 9). Blankål från Ymsen, oavsett utsättning, har något högre kondition vid korta längder och lägre vid långa längder jämfört med alizarinmärkta ålar i Mälaren, för de längder där det finns överlappande data (Tabell 5B, Fig. 9). Vid en jämförelse av icke log-transformerade vikt-längd kurvor för de olika utsättningarna är viktskillnaderna minimala för en ål med längden 800 mm (Fig. 10).



Figur 9. Effekt av märkning på den relativa vikten (indikation på kondition, dvs log vikt-log längd förhållande) uppdelat per märkning och sjö (Mälaren alizarin 1997, ljusblå linje, Mälaren barium 2011, grön linje, Mälaren ingen märkning, gul linje, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT 1999 – mörkblå linje, och 2000, orange linje) för gulålar (övre panelen), och för blankålar (undre panelen). Observera att endast honor är inkluderade i figurerna.

Tabell 5. Resultat av linjär regressionsmodell för kondition, dvs log vikt – log längd förhållande \* märkningsmetod, för A) gulålar och B) blankålar för alizarinmärkt ål i Mälaren (1997), bariummärkta i Mälaren (2011), omärkta i Mälaren, Sr och Passive Integrated Transponder, PIT, märkt i Ymsen (1999 och 2000). Observera att endast honor är inkluderade i modellen. Statistisk signifikans anges med  $p < 0,05$ , markerad i fet stil.

	Just. R	df	F	Estimat	Std. fel	t	p
<b>A) Gulål</b>							
Global modell	0,96	9,985	2439				<b>&lt;0,05</b>
Intercept				-5,99	0,08	-74,82	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd)				3,09	0,03	104,41	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd):barium				-0,16	0,07	-2,23	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd): omärkta				-0,08	0,05	-1,58	0,11
Log(Längd): PIT 1999				0,10	0,11	0,84	0,40
Log(Längd): PIT 2000				0,27	0,09	2,91	<b>&lt;0,05</b>
<b>B) Blankål</b>							
Global modell	0,94	7,324	775				<b>&lt;0,05</b>
Intercept				-6,57	0,26	-24,82	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd)				3,31	0,09	36,08	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd): omärkta				0,12	0,11	1,14	0,26
Log(Längd): PIT 1999				-0,79	0,24	-3,33	<b>&lt;0,05</b>
Log(Längd): PIT 2000				-0,88	0,22	-3,98	<b>&lt;0,05</b>

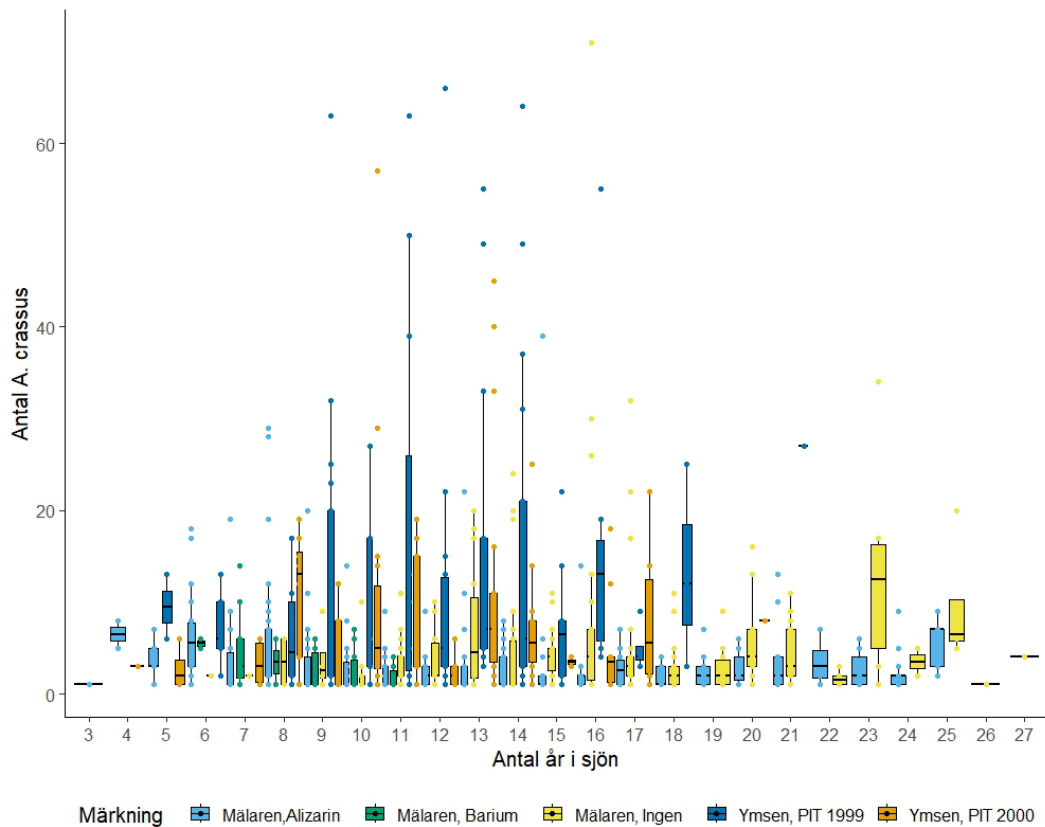


Figur 10. Längd-vikt förhållande för ålar uppdelat per märkning och sjö (Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter, Mälaren barium 2011, gröna datapunkter, Mälaren ingen märkning, gula datapunkter, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT, 1999 – mörkblå datapunkter, och 2000, orange datapunkter). Svart linje visar det exponentiella förhållandet mellan vikt och längd och baseras på Le Cren's formel  $y=a*x^b$  där  $a$  och  $b$  beräknats ur det linjära förhållandet mellan  $\log(\text{vikt}) - \log(\text{längd})$  för vardera märkningsgrupp av ålar. Grå linjer visar vikten vid längden 800 mm förutom för barium där data saknas. Notera att skalan på x-axeln skiljer sig åt mellan panelerna.

### 3.2.3. Förekomst av parasiter i simblåsan

Generellt var andelen ålar som bar på simblåseparasiten *Anguillicola crassus* lägre i Mälaren jämfört med i Ymsen (Fig. 11). I Mälaren var den totala andelen ål som hade förekomst av parasiten 52 % för de alizarinmärkta ålarna ( $n=748$ ) och 46 % för de Ba-märkta ( $n=155$ ). I Ymsen var andelen ål som hade förekomst av parasiten 81 % för Sr och PIT-utsättningen 1999 ( $n=151$ ) och 79 % för utsättningen 2000 ( $n=139$ ). Även medianantalet simblåseparasiter var generellt lägre för ålarna i Mälaren jämfört med Ymsen oavsett utsättning och hur många år ålarna levit i sjön (Fig. 11). För ålarna i Mälaren varierade antalet parasiter mellan 0 och 39 för de märkta med alizarin med en median på två st för de ålar som hade parasiter (1–3,5 IQR) och för de märkta med barium varierade antalet mellan 0 och 14, också med en median på två för de ålar som hade parasiter (1–4 IQR). För ålarna i Ymsen var

variationen större och för de Sr och PIT-märkta ålarna utsatta 1999 varierade antalet parasiter mellan 0 och 66 med en median på sex för de ålar med parasiter (3–15 IQR) och mellan 0 och 57 för de ålar utsatta 2000 med en median på fem för de ålar med parasiter (2–8 IQR).



Figur 11. Antal simblåseparasiter *Anguillicicola crassus* i ål fördelat per antal år ålen levit i sjön, märkning, och sjö (Mälaren alizarin 1997, ljusblå datapunkter och box, Mälaren barium 2011, gröna datapunkter och box, Mälaren ingen märkning, gula datapunkter och box, Ymsen märkning med strontium och Passive Integrated Transponder, PIT 1999 – mörkblå datapunkter och box, och 2000, orange datapunkter och box). Observera att endast honor är inkluderade i figuren och att det endast är de ålderslästa ålarna som ingår i kategorin utan märkning.



## 4. Diskussion

Uppföljningen av experimentutsättningarna med märkt ål som utfördes i slutet på 1990-talet och i början på 2000-talet i Mälaren och Ymsen har nu pågått kontinuerligt i över 20 års tid. Från dessa utsättningar har 11–15 % av de märkta ålarna som satts ut i respektive utsättningsexperiment återfångats och det återfångas fortfarande en del märkta individer, 22–25 år efter det att utsättningarna utfördes. Antalet återfångster över tid visar på liknande mönster för de alizarinmärkta ålarna i Mälaren och de Sr och PIT-märkta ålarna i Ymsen. De första fångsterna av märkt ål skedde tre till fem år efter utsättningen, flest återfångster har skett 8–15 år efter utsättning och 75 % av de hittills återfångade ålarna har skett inom ca 15 år efter det att utsättningen ägde rum. Efter 15 år avtar återfångsterna och efter 20 år är det endast enstaka individer som återfångas årligen. Insamling av ål från den senaste experimentutsättningen (2011) av Ba-märkt ål i Mälaren har inte pågått lika länge som övriga insamlingar men viss jämförelse mot andra utsättningar går ändå att göra. Procentuellt är återfångsten ungefär 8 % av antalet utsatta ålar och återfångsterna följer ungefär samma mönster som övriga utsättningar över tid. Antalet återfångster av Ba-märkt ål har ökat under de senaste tre åren, 9–11 år efter utsättningstillfället.

Andelen återfångade ålar från experimentutsättningarna i Mälaren och Ymsen (11–15 %) ligger i samma storleksordning som rapporterats från experimentutsättningar av ål i sjön Fardume träsk på Gotland (Jacobson m. fl., 2023b). I Fardume träsk sattes det ut ungefär 101 000 ålar under 1980-talet (ca 53 000 ålar år 1980 och ca 48 000 ålar år 1989). Av den första utsättningen hade 11 % återfångats inom en 14-årsperiod (Wickström m. fl., 1996). Fram till 2022 har det återfångats 14 917 individer vilket motsvarar ~15 % av det totala antalet utsatta ålar (Jacobson m. fl., 2023b). Återfångsten i Fardume träsk har i princip enbart skett via en fälla vid utloppet från sjön. I Mälaren har ålarna möjlighet att vandra ut ur sjön via Stockholms ström eller Södertälje kanal. I Ymsen finns däremot inte möjligheten att lämna systemet då det saknas fria vandringsvägar. Att återfångstprocenten är i samma storleksordning i Mälaren, en stor sjö med fria vandringsvägar för ål där provfisket skett på en mycket liten yta, som i Ymsen och som rapporterats från Fardume träsk, är anmärkningsvärt. Andelen blankål i återfångsterna är visserligen lägre i Mälaren än i Ymsen vilket skulle kunna ses som ett tecken på att ålar har

lämnat Mälaren då de har haft möjlighet till det. Det skulle i sin tur påverka andelen återfångad ål och vara en indikation på att produktionen i Mälaren egentligen är högre och återfångsterna i Mälaren bör ses som ett minimum. Resultaten från en tidigare studie som följt ålens vandring i Mälaren visar däremot att ålarna kan ha svårt att hitta ut från Mälaren och att blankålarna stannar lång tid i systemet (Sjöberg m. fl., 2017). Skillnaden i andelen blankål mellan Mälaren och Ymsen kan påverkas av att yrkesfisket har ett minimimått på den fångade ålen, varför större blankål skulle kunna vara överrepresenterade i yrkesfiskets fångster, men även att ålarna i Ymsen övergår från gulål till blankål vid en lägre ålder än i Mälaren.

Den procentuella andelen återfångad ål borde rimligtvis inte bara påverkas av ål som lämnar sjön som blankål för att ge sig av mot Sargassohavet utan även av antalet utsatt ål (exempelvis via konkurrens om plats och mat vid höga tätheter) och habitatstorlek (möjlighet till spridning inom sjön). Storleken på de olika experimentutsättningarna har varierat (1 100 st Sr och PIT i Ymsen 2000, 1 862 st Ba i Mälaren 2011, 1 521 st Sr och PIT i Ymsen 1999, 5 000 st alizarin i Mälaren 1997, 101 000 st i Fardume träsk totalt 1980 och 1989) och sjöarna skiljer sig åt i storlek, men inte heller dessa faktorer verkar ha påverkat andelen återfångad ål. Om det sätts ut väldigt många ålar på liten yta skulle det teoretiskt sett kunna påverka ålarna så att de väljer att sprida sig till andra habitat om det är möjligt. I Sotholmsviken, Mälaren, har både de alizarinmärkta och Ba-märkta ålarna satts ut på en relativt liten geografisk yta. I och med att den procentuella återfångsten av den senaste utsättningen (Ba-märkt ål) hittills följer samma mönster som den tidigare (alizarinmärkt ål) ses däremot inga tecken på att ålarna väljer att flytta på grund av relativt hög densitet i viken och resultaten tyder på att ålen stannar kvar i området där de sattes ut. År 2014 gjordes dessutom en studie som undersökte återfångst av de alizarinmärkta ålarna på ytterligare två lokaler i närheten av det ordinarie provfisket i Sotholmsviken, en ca 2 km söderut och en 500 m norrut. På den södra lokalen, längst bort, fångades 12 % alizarinmärkta ålar (av totalt 46 ålar) vilket var lägre jämfört med 56 % (av totalt 36 fångade ålar) på lokalen norröver som låg alldeles i närheten och jämfört med Sotholmsviken som hade 62 % märkta ålar (av totalt 66) (Wickström, 2015). De utsatta ålarna i Mälaren verkar alltså vara relativt stationära oberoende av att det är en stor sjö med möjlighet till spridning och fri utvandring. Att ål är stationär och håller sig i området de sattes ut stämmer delvis överens med resultaten i en utvärdering av ålyngelutsättningar längs Sveriges västkust (Myrenås, 2022). Resultaten i Myrenås (2022) indikerar att de utsatta ålarna stannar kvar i vissa utsättningsområden medan återfångsterna kan vara mycket låga vid andra utsättningslokaler. Denna skillnad mellan utsättningsplaster skulle kunna bero på lokala skillnader i habitat inom vattensystem, även i helt öppna vattensystem inom vilka det årligen sätts ut nya ålyngel (totalt har mer än 3 miljoner ål satts ut sedan 2010 i området som undersöktes i Myrenås (2022)).

Ålarna i Ymsen verkar ha bättre förutsättningar att växa jämfört med ålarna i Mälaren eftersom deras tillväxthastighet generellt är högre och åldern då de mognar från gulål till blankål är lägre. Konditionen skiljer sig däremot inte nämnvärt åt sjöarna emellan. Ålarna i Ymsen väger alltså lika mycket som ålarna i Mälaren om man jämför vikten vid en viss längd. Parasiteringsgraden är högre hos ålarna i Ymsen men det verkar inte påverka varken tillväxthastighet, kondition eller mognadsålder i någon större utsträckning. Mellan de olika experimentutsättningarna i Ymsen ses däremot inga större skillnader i varken tillväxt eller mognadsålder och inte heller i kondition eller parasitering. De omärkta ålarna i Mälaren skiljer sig inte åt från de märkta ålarna när det gäller kondition, ålder i de olika utvecklingsstadierna eller parasitering men har högre tillväxthastighet statistiskt. Denna skillnad i tillväxt visade sig vara liten ur ett biologiskt perspektiv baserat på effektstorleken och differensen i medellängd vid ålder. Även om de omärkta ålarna fångades i Mälaren kan anses representera naturligt invandrad ål till Mälaren går det inte att garantera att dessa inte härstammar från andra utsättningar. Naturliga rekryter till Mälaren har dessutom vandrat lång väg via västerhavet och Östersjön under vilken de har ökat i storlek vilket kan påverka jämförelsen. Utöver detta har de märkta ålarna känd ålder (år från utsättning) till skillnad från de omärkta som har uppskattad ålder från ålderslästa otoliter med viss felmarginal vilket också kan påverka jämförelsen. Precis som de märkta ålarna i Mälaren har de omärkta ålarna lägre tillväxthastighet än ålarna i Ymsen och omärkta blankålar har högre ålder än blankålarna i Ymsen. En tidigare studie av kondition och tillväxt på utsatta och naturliga rekryter från den svenska västkusten, där samtliga individer var åldersbestämda med samma metod, visade på motsatt resultat där de utsatta ålarna hade något högre kondition och tillväxthastighet än de naturliga rekryterna (Myrenås, 2023). Skillnaderna mellan de båda grupperna var däremot små ur ett biologiskt perspektiv (Myrenås, 2023). En ytterligare studie av kondition mellan utsatta och naturliga rekryter i Litauen visade inte på några skillnader mellan utsatta och naturliga rekryter (Lin m. fl., 2007). Tillsamman tyder detta på att det inte finns någon universal skillnad mellan utsatta och naturligt rekryterad ål oberoende av habitat. Varför ålarna i Mälaren tar längre tid på sig att bli blankålar än ålarna i Ymsen kan bero på att tillväxthastigheten generellt är lägre vilket i sin tur kan bero på att födotillgång och vattentemperatur sannolikt skiljer sig åt mellan de två sjöarna. Ymsen är grund och har troligtvis varmare temperaturer än Mälaren som är djupare. Ymsen är dessutom en övergödd sjö och kan därför tänkas vara en mer produktiv än Mälaren (VISS 2023a; VISS 2023 b).

Trots att den Europeiska ålen är en panmiktisk art (Enbody m. fl., 2021), dvs att det inte förekommer några genetiska subpopulationer inom dess utbredningsområde samt att all utsatt ål i den här studien, oavsett märkningsmetod, är insamlad i den

engelska floden Severn (dessutom inom en fyra-års period för utsättningarna i Ymsen och de alizarinmärkta ålarna i Mälaren) finns det alltså skillnader mellan utsättningarna i Ymsen och Mälaren. Resultaten från denna studie tyder därför på att det är systemet i vilken utsättningen sker som har störst påverkan på hur snabbt utsatt ål växer och når blankålstadiet, medan mängden ål vid utsättningstillfället inte verkar ha en så stor påverkan (även om det teoretiskt sett borde finnas en övre gräns för när tätheterna börjar få en negativ påverkan på exempelvis tillväxt genom inomartskonkurrens). Val av sjö vid utsättning kan därmed vara avgörande för hur snabbt ål från en utsättning genererar blankål och därmed bidrar till att nå målet om 40 % i ålförvaltningsplanen. Huruvida det skulle ha blivit fler blankålar av de som satts ut i experimentsutsättningar i Ymsen och Mälaren om de inte flyttats från Severn, England, till Sverige kan vi inte utvärdera i denna rapport varför det är svårt att avgöra om förflyttningen har haft en positiv påverkan på lekbiomassan totalt, vilket är ett generellt problem då sådan data i stort sett är obefintlig (ICES, 2016). Men, för Sveriges produktion tyder resultaten från denna och andra utvärderingar av experimentutsättningar av ål i Sverige att ca 11–15 % av den ål som satts ut överlever utsättningen och återfångas, vilka i sin tur potentiellt kan bidra till lek om de har möjlighet och förmågan att vandra till Sargassohavet.

## 5. Referenser

- Beckman, D. W. & Schulz, R. G. (1996). A Simple Method for Marking Fish Otoliths with Alizarin Compounds, *Transactions of the American Fisheries Society*, 125:1, 146-149, [doi: 10.1577/1548-8659\(1996\)125<0146:ASMFMF>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8659(1996)125<0146:ASMFMF>2.3.CO;2)
- Bolland, J. D., Cowx, I. G., & Lucas, M. C. (2009). Evaluation of VIE and PIT tagging methods for juvenile cyprinid fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 25(4), 381–386. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01261.x>
- Briand, C., & Legrand, M. (2022). stacomIR: Fish migration monitoring. R-package. CRAN: <https://CRAN.R-project.org/package=stacomIR>
- Cailliet, G. M., Smith, W. D., Mollet, H. F., & Goldman, K. J. (2006). Age and growth studies of chondrichthyan fishes: the need for consistency in terminology, verification, validation, and growth function fitting. *Environmental Biology of Fishes*, 77, 211–228. <https://doi.org/10.1007/s10641-006-9105-5>
- Deelder, C.L. (1976). The problem of the supernumary zones in otoliths of the European eel (*Anguilla anguilla* (Linnaeus, 1758)); A suggestion to cope with it. *Aquaculture*, 9, 373-379.
- Dekker, W. (2003). On the distribution of the European eel (*Anguilla anguilla*) and its fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 60(7): 787-799. <https://doi.org/10.1139/f03-066>
- Dekker, W., & Beaulaton, L. (2016). Faire mieux que la nature? The History of Eel Restocking in Europe. *Environment and History*, 22(2), 255–300. <https://doi.org/10.3197/096734016X14574329314407>
- Durif C, Dufour S, Elie P. (2005). The silvering process of *Anguilla anguilla*: a new classification from the yellow resident to the silver migrating stage. *Journal of Fish Biology*, 66, 1025–1043. <https://doi.org/10.1111/j.0022-1112.2005.00662.x>
- Durif, C., Guibert, A., Elie, P. (2009). Morphological discrimination of the silvering stages of the European eel. *American Fisheries Society Symposium*, 58, 103–111.
- Enbody, E. D., Pettersson, M. E., Sprehn, C. G., Palm, S., Wickström, H., & Andersson, L. (2021). Ecological adaptation in European eels is based on phenotypic plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(4), e2022620118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2022620118>
- Félix, P. M., Costa, J. L., Quintella, B. R., Almeida, P. R., Monteiro, R., Santos, J., ... & Domingos, I. (2021). Early settlement and growth of stocked European glass eels in a fragmented watercourse. *Fisheries Management and Ecology*, 28(1), 91–100. <https://doi.org/10.1111/fme.12461>

- FIFS 2004:36 Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2004:37) om fiske i sötvattnsområdena. Havs & Vattenmyndighetens författningssamling.
- FIFS 2004:37 Fiskeriverkets föreskrifter (FIFS 2004:36) om fiske i Skagerrak, Kattegatt och Östersjön. Havs & Vattenmyndighetens författningssamling.
- Förvaltningsplan för ål. (2008). Förvaltningsplan för ål [Management plan for eel]. Bilaga till regeringsbeslut 2008-12-11 Nr 21 2008-12-09 Jo2008/3901 Jordbruksdepartementet.
- Hirt-Chabbert, J.A. & Young, O.A. (2012), Effects of surgically implanted PIT tags on growth, survival and tag retention of yellow shortfin eels *Anguilla australis* under laboratory conditions. Journal of Fish Biology, 81: 314–319. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2012.03289.x>
- Holmgren, K. (1996). Otolith growth scaling of the eel, *Anguilla anguilla* (L.), and back-calculation errors revealed from alizarin labelled otoliths. Nordic Journal of Freshwater Research, 71–79.
- ICES (2011). Report of the Workshop on Age Reading of European and American Eel (WKAREA2). 22–24 March 2011, Bordeaux, France. ICES CM 2011/ACOM:43.
- ICES 2016. Report of the Workshop on Eel Stocking (WKSTOCKEEL). CM 2016/SSGEPD:21.
- ICES (2023a). European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. ICES Advice: Recurrent Advice. Report. <https://doi.org/10.17895/ices.advice.21907860.v2>
- ICES (2023b). Report of the Joint EIFAAC/ICES/GFCM Working Group on Eels (WGEEL). ICES Scientific Reports. 05:98. 138 pp. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.24420868>
- Iglesias, J. & Rodriguez-Ojea, G. (1997), The use of alizarin complexone for immersion marking of the otoliths of embryos and larvae of the turbot, *Scophthalmus maximus* (L.): dosage and treatment time. Fisheries Management and Ecology, 4: 405–417. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2400.1997.00052.x>
- Jacobson, B., Wickström, H., Strömquist, J., Persson, J. (2023a). Ål-märkningsprojekt i sjön Ymsen – sammanställning över data från 1998 – 2022. Aqua note. Uppsala: Institutionen för Akvatiska resurser. I tryck
- Jacobson, P., Wickström, H., Tärnlund, S., Reizenstein, M., & Sundin, J. (2023b). Ålen i Fardume träsk – en sammanställning över data 1980–2022. Aqua notes 2023:2. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.523991dqvh>
- Jacoby, D. & Gollock, M. 2014. *Anguilla anguilla*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T60344A45833138. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T60344A45833138.en>
- Le Cren, E.D. (1951). The length–weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). Journal of Animal Ecology, 20, 201–219. <https://doi.org/10.2307/1540>
- Lundberg, R., (1899). Om svenska insjöfiskarnas utbredning. Medd. Kongl. Landtbruksstyrelsen. 58 (10): 1–87.
- Matondo, B. N., Benitez, J. P., Dierckx, A., Renardy, S., Rollin, X., Colson, D., & Ovidio, M. (2021). What are the best upland river characteristics for glass eel restocking practice? Science of the Total Environment, 784, 147042. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.147042>

- Matondo, B. N., Delrez, N., Bardonnnet, A., Vanderplasschen, A., Joaquim-Justo, C., Rives, J. & Ovidio, M. (2022). A complete check-up of European eel after eight years of restocking in an upland river: Trends in growth, lipid content, sex ratio and health status. *Science of the Total Environment*, 807, 151020. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151020>
- Matondo, B. N., Backory, L., Dupuy, G., Amoussou, G., Oumarou, A. A., Gelder, J., ... & Ovidio, M. (2023). Space and Time Use of European Eel Restocked in Upland Continental Freshwaters, a Long-Term Telemetry Study. *Fishes*, 8(3), 137. <https://doi.org/10.3390/fishes8030137>
- Moriarty, C. & Dekker, W. (1997). Management of the European Eel. *Fisheries Bulletin (Dublin)* 15. 1–155.
- Myrenås, E. (2022). Utvärdering av ålyngelutsättningar - Svenska väst- och sydkustområden. *Aqua notes* 2022:4. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. <https://doi.org/10.54612/a.11hagsqss7>
- Myrenås, E. (2023). Utvärdering av ålyngelutsättningar – Svenska väst- och sydkustområden – uppdatering. *Aqua note*. Uppsala: Institutionen för akvatiska resurser. I tryck
- Myrenås, E., Näslund, J., Persson, J., & Sundin, J. (2023). Effects of the invasive swim bladder parasite *Anguillicola crassus* on health and condition indicators in the European eel. *Journal of Fish Diseases*. <https://doi.org/10.1111/jfd.13822>
- Navarro, D. (2015). Learning statistics with R: A tutorial for psychology students and other beginners. (Version 0.5). University of Adelaide. <https://CRAN.R-project.org/package=lsr>
- Ogle, D.H., Doll, J.C., Wheeler, A.P., & Dinno, A. (2023). FSA: Simple Fisheries Stock Assessment Methods. R package version 0.9.5. <https://CRAN.R-project.org/package=FSA>.
- Ovidio, M., Tarrago-Bes, F., & Matondo, B. N. (2015). Short-term responses of glass eels transported from UK to small Belgian streams. In *Annales de Limnologie-International Journal of Limnology* (Vol. 51, No. 3, pp. 219–226). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/limn/2015016>
- Pedersen, M. I. (2000). Long-term survival and growth of stocked eel, *Anguilla anguilla* (L.), in a small eutrophic lake. *Dana*, 12, 71–76.
- Piper, A. T., Rosewarne, P. J., Wright, R. M., & Kemp, P. S. (2020). Using ‘trap and transport’ to facilitate seaward migration of landlocked European eel (*Anguilla anguilla*) from lakes and reservoirs. *Fisheries Research*, 228, 105567. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105567>
- R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>
- Simon, J. (2013). A correction factor for the shrinkage of total length and weight of European eels during freezing. *Journal of Applied Ichthyology*, 29(4), 909-911. <https://doi.org/10.1111/jai.12104>
- Simon, J. (2023). Do glass eels restocked in winter have a lower survival rate than glass eels restocked in spring? *Fisheries Research*, 266, 106784. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2023.106784>
- Sjöberg, N. B., Wickström, H., Asp, A., & Petersson, E. (2017). Migration of eels tagged in the Baltic Sea and Lake Mälaren—in the context of the stocking question. *Ecology of Freshwater Fish*, 26(4), 517–532. <https://doi.org/10.1111/eff.12296>

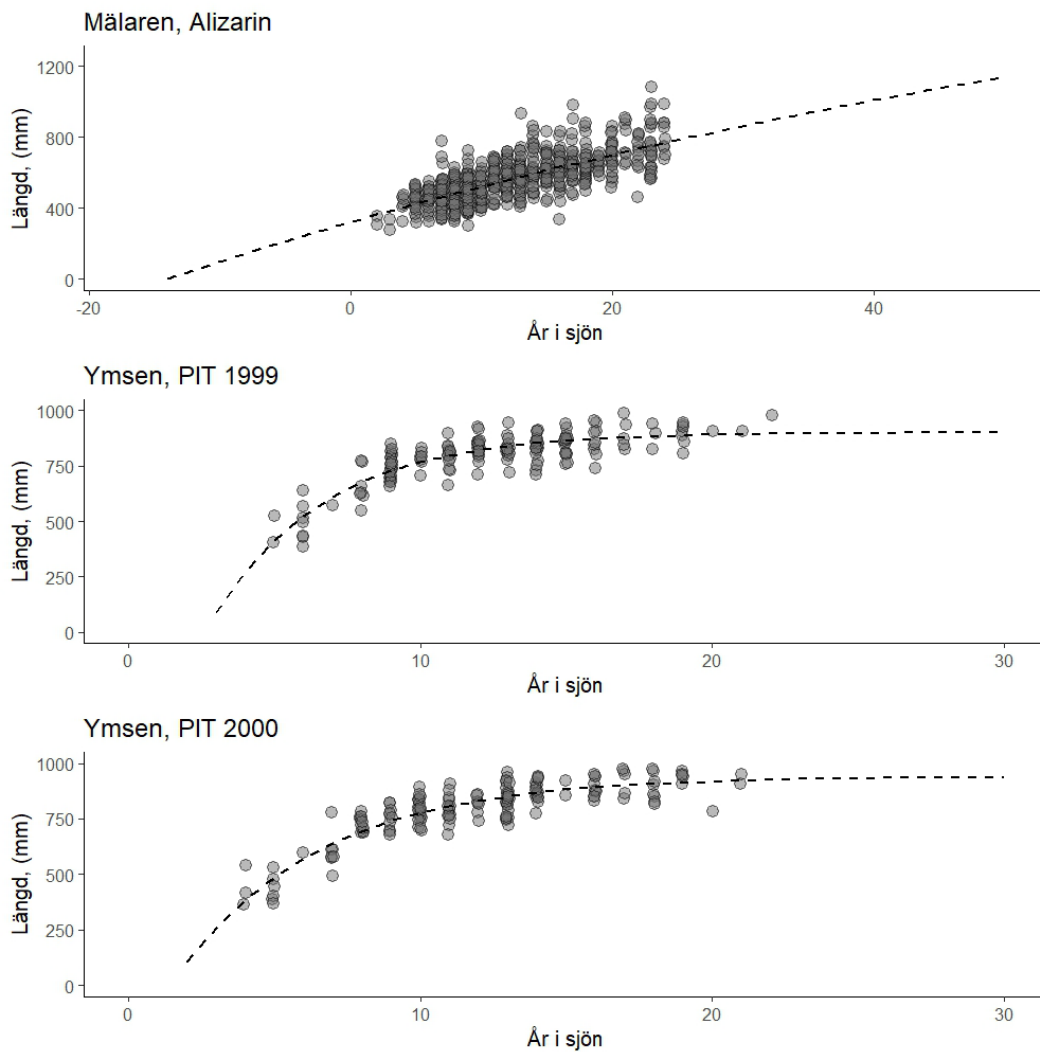
- Svedäng, H., Wickström, H., Reizenstein, M., Holmgren, K., & Florenius, P. (1998). Accuracy and precision in eel age estimation, using otoliths of known and unknown age. *Journal of Fish Biology*, 53(2), 456–464. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1998.tb00994.x>
- Svärdson, G. (1976). The decline of the Baltic eel population, Report of the Institute for Freshwater Research, 1976, vol. 143, Drottningholm (Sweden), pg. 136–143.
- Tesch, F.-W. 1977. The eel. Biology and management of anguillid eels. Engl. ed. ed. by P.H. Greenwood rev. and extended by J.W. Henderson. 434 p.: ill., tab. ISBN: 0-412-14370-4. Chapman and Hall, London.
- VISS (2023a). Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42884377>
- VISS (2023b). Vatteninformationssystem Sverige. <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE657596-161702>
- Wickström, H. (1982). European Inland Fisheries Advisory Commission 1984. Documents presented at the Symposium on stock enhancement in the management of fresh water fisheries. Vol. 1. Stocking. Held in Budapest, Hungary, 31 May – 2 June, 1982 in conjunction with the Twelfth session of EIFAC. Tech. Pap./Doc. (42) Suppl. Vol.1: 281
- Wickström, H. (2015). Ålen utanför Drottningholms slott – en jämförande studie med provfisken 2013 och 2014. Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Akvatiska resurser, Dnr.SLU.2015.5.5-193
- Wickström, H., Westin, L., & Clevestam, P. (1996). The biological and economic yield from a long-term eel-stocking experiment. *Ecology of Freshwater Fish*, 5(3), 140-147. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.1996.tb00046.x>
- Wickström, H., & Sjöberg, N. B. (2014). Traceability of stocked eels—the Swedish approach. *Ecology of Freshwater Fish*, 23(1), 33–39.



# Tack

Tack till Josefin Sundin för projektledning och vetenskaplig rådgivning. Tack till Håkan Wickström för information om experimentutsättningarna. Tack till yrkesfiskaren i Ymsen som hjälpt till med PIT-avläsning av ål under alla år. Sist men inte minst vill vi rikta ett tack till all personal på Fiskeriverket och SLU Aqua, i synnerhet Jennie Strömquist och John Persson, som under årens gång samlat in data och genomfört biologiska analyser.

# Supplement



Figur S1. Plot över längd-åldersdata med tillväxtkurva beräknad med von Bertalanffy's tillväxtfunktion för alizarinmärkta ålar i Mälaren utsatta 1997 (översta panelen), strontium och Passive Integrated Transponder, PIT, märkt ål i Ymsen utsatt 1999 (mittensta panelen) och 2000 (nedersta panelen).

Tabell S1. Parametrar från von Bertalanffy's tillväxtfunktion för utsättningar i Mälaren och Ymsen (alizarinmärkt ål i Mälaren 1997, bariummärkta i Mälaren 2011, Sr och Passive Integrated Transponder, PIT, märkt i Ymsen 1999 och 2000).

Utsättning	Linf	K	t0
Mälaren, alizarin	2303	0,01	-14
Mälaren, barium	Na	Na	Na
Ymsen, Sr och PIT 1999	900	0,26	2,60
Ymsen, Sr och PIT 2000	940	0,20	1,41