

Bilaga 5.4. Fiskinformation/Målarter

Den kunskap som behövs om målarterna omfattar när under året fiskarna vandrar, vilka storleksklasser som vandrar, vilken simkapacitet de har i relation till storleken, vilket utrymme de behöver för att kunna/vilja simma i en ”trång” konstgjord passage jämfört med i ett naturligt vattendrag, vilken riktning de vandrar. Det är många olika egenskaper hos en fisk som är av betydelse för utformningen av en passagelösning.

Vandringstider

Vandringstider varierar mellan arter och livsstadier. Till exempel leker de flesta arter av karpfiskar och abborrfiskar under våren medan laxfiskar (undantag harr) leker på hösten (Tabell 1). Vårlekande fisk som harr och mört till exempel kan ha behov av att vandra uppströms i vattendragen för lek under våren och sedan tillbaka till födoområdena nedströms. För lax kan lekvandrande vuxen fisk börjar vandra uppströms redan i samband med vårfloden och sedan pågår vandringen ända fram till hösten och leken sker i okt–nov. Den utlekta laxen kan sedan vandra tillbaka till havet direkt efter lek eller välja att övervintra och vandra ut på våren. För smolten (lax- eller öringungar) sker nedströmsvandringen vanligtvis under våren. Smoltvandring har även observerats under andra perioder men det är oklart hur behovet ser ut av passagemöjlighet vid icke-traditionella vandringstider och det kan troligtvis skilja sig åt mellan populationer. För arter som är beroende av att vandra för att fullfölja sin livscykel, är vandringstiderna ofta synkroniserade. För andra vandringsbenägna arter (men som inte är beroende av att vandra för att fullfölja sin livscykel) kan rörelser däremot förekomma sporadiskt under större delen av året, förutom när det gäller kända lekvandringar som även i dessa fall är synkroniserade ([DWA 2014](#)).

Tabell 1. Vandringsstider för 23 vandringsbenägna arter baserat på [Näslund m. fl. 2013a](#) och [Artfakta](#). Vandringsbenägenhet definierat utifrån HVMFS 2013:19^{1,2}. Vandringsbeteendet kan variera mellan populationer av samma art och ibland även inom populationer.

Art	Familj	Lekvandring (vanligtvis uppströms)	Annan uppströmsvandring	Vandringstid nedströms	Övrig info
Abborre (<i>Perca fluviatilis</i>) ¹	Percidae	vår	höst för övervintring		
Asp (<i>Aspius aspius</i>) ²	Cyprinidae	tidig vår för lek i april		tillbaka efter lek	
Benlöja (<i>Alburnus alburnus</i>) ¹	Cyprinidae				
Elritsa (<i>Phoxinus phoxinus</i>) ¹	Cyprinidae	vår		tillbaka efter lek	
Faren (<i>Abramis ballerus</i>) ¹	Cyprinidae	vår			
Flodnejonöga (<i>Lampetra fluviatilis</i>) ²	Petromyzontidae	höst eller vår (lek vår- sommar)			
Färna (<i>Squalius cephalus</i>) ¹	Cyprinidae	vår			
Gädda (<i>Esox lucius</i>) ¹	Esocidae	vår	kortare rörelser under hela året	vår borde vandra tillbaka rätt snart efter lek, kortare rörelser under hela året	
Gärs (<i>Gymnocephalus cernuus</i>) ¹	Percidae	April – maj, "tendens till uppströmsvandring under våren"			Oftast stationär
Gös (<i>Sander lucioperca</i>) ²	Percidae	vår	vår i Gudenån i Danmark	borde återvända efter lek, hösten i Gudenån i Danmark	Lever vanligtvis i lugnvatten,

Art	Familj	Lekvandring (vanligtvis uppströms)	Annan uppströmsvandring	Vandringstid nedströms	Övrig info
					svagt strömmande
Harr (<i>Thymallus thymallus</i>) ¹	Salmonidae	april–maj	förflyttningar observerats under hela året	lekvandring kan även ske nedströms till utloppsvattendrag, borde återvända efter lek rätt omgående, förflyttningar har observerats under hela året	
Art	Familj i Näslund m. fl. 2013a	Vandringstid uppströms för lek	Annan uppströmsvandring	Vandringstid nedströms	Övrig info
Havsnejonöga (<i>Petromyzon marinus</i>) ²	Petromyzontidae	höst eller vår (lek vår- sommar)			
Id (<i>Leuciscus idus</i>) ¹	Cyprinidae	Höst med över- vintring eller vår, leker mars-april		april-juni	
Lake (<i>Lota lota</i>) ¹	Lotidae	sen höst – vinter	höst och vår	vinter – tidig vår	
Lax (<i>Salmo salar</i>) ²	Salmonidae	sommar - höst		senhöst efter lek, vår (både smolt och utlekt fisk)	Anadrom

Art	Familj	Lekvandring (vanligtvis uppströms)	Annan uppströmsvandring	Vandringstid nedströms	Övrig info
Mal (<i>Silurus glanis</i>) ¹	Siluridae	rätt okänt	rätt okänt	rätt okänt	Bestånd i Emåns system, Båven samt Möckeln
Mört (<i>Rutilus rutilus</i>) ¹	Cyprinidae	vår	höst för övervintring	till estuarier för övervintring	
Sik (<i>Coregonus lavaretus</i>) ¹	Coregonidae	hösten men kan starta redan under sommaren		yngel drifrar i maj, återvandring av lekfiskarna troligtvis strax efter lek	
Skärkniv (<i>Pelecus cultratus</i>) ²	Cyprinidae	leker i maj–juni			
Stäm (<i>Leuciscus leuciscus</i>) ¹	Cyprinidae	vår (mars–maj)			
Vimma (<i>Vimba vimba</i>) ²	Cyprinidae	vår			
Ål (<i>Anguilla anguilla</i>) ²	Anguillidae			Vår–höst, huvudsakligen inom intervallet 8–20 °C	Katadrom
Öring (<i>Salmo trutta</i>) ¹	Salmonidae	sommar - höst	vårvandring vars drivkraft inte är helt utredd, försommaren för födosök	vår för smolt och fisk som övervintrat, höst från sjöar nedströmslekande, senhöst för återvandring efter födosök, höst för övervintring	Fackultativ anadrom

¹) "Om konnektivitetsbehovet anges som att arten vandrar om naturliga möjligheter finns, innebär detta att arten kan vara stationär om det förekommer naturliga barriärer, men om det förekommer fria vandringsvägar kommer arter att förflytta sig inom eller mellan ytvattenförekomster."

²) "I det fall konnektivitetsbehovet anges som behov av konnektivitet mellan sjö och vattendrag eller mellan vattendrag och kust under livscykeln betyder det att arten måste ha fria vandringsvägar för att kunna genomföra hela livscykeln."

Art	Familj	Lekvandring (vanligtvis uppströms)	Annan uppströmsvandring	Vandringstid nedströms	Övrig info
-----	--------	--	----------------------------	------------------------	------------

Källa: HVMFS 2013:19, sida 135.

Vandringstider skiljer sig åt mellan olika zoner i Sverige för en och samma fiskart eftersom vandring och lek vanligen sker inom ett specifikt temperaturintervall. I Nybroån, Skåne, vandrar havsöringen vanligtvis upp för lek ända fram till januari månad medan lekvandringen upphör i början av oktober i Byskeälven, Västerbotten (data från fiskräknare). Det är därför viktigt att utreda vilka vandringstider som gäller för målarterna på den specifika platsen. Om man avser att stänga passagen under lågintensiva vandringsperioder, exempelvis under vintern, bör dessa perioder definieras med hänsyn till samtliga målarters vandringstider. Med enstaka undantag gäller dock att fisk har låg vandringsbenägenhet vid låga vattentemperaturer på grund av att fiskens ämnesomsättning och simkapacitet följer temperaturen. Ett undantag gäller lake, som leker under vintermånaderna. Trots att ålen framhålls som en art som företrädesvis vandrar under den mörka perioden av året sker den mesta vandringen vid temperaturer över 8–10 °C ([Leonardsson m. fl. 2017, Lucas and Baras, 2007](#)).

En fiskpassage bör anpassas för att fungera optimalt för de förhållanden som råder under de viktigaste vandringsperioderna för målarterna. Flödes- och nivådata behöver därför analyseras med avseende på olika vandringsperioder.

Utrymmesbehov

För att en fisk ska simma in i en passage måste djup och bredd vara tillräckligt för att fisken ska kunna manövrera och känna sig trygg under de förutsättningar som råder. Utrymmesbehovet varierar mellan arter, framförallt som en följd av storleksvariation och simbeteende. Några tumregler är att djupet inte ska understiga 2,5 gånger fiskens höjd, bredden ska vara minst 9 gånger fiskens bredd och längden minst 3 gånger fiskens längd (DWA 2014). Vid kortare partier och vid övergångar mellan olika delar av en passage, kan mindre utrymmen tolereras. För detaljer kring detta se bilaga b, avsnitt om stigränna och generell dimensionering. För mått på olika fiskars storlek hänvisas till artdatabanken och artfakta (<https://artfakta.se/artbestamning>). För flertalet arter gäller att bredden är ungefär en tiondel av längden och höjden är ungefär två tiondelar av längden, med undantag av braxenliknande arter där höjden är betydligt mer än en tiondel av längden.

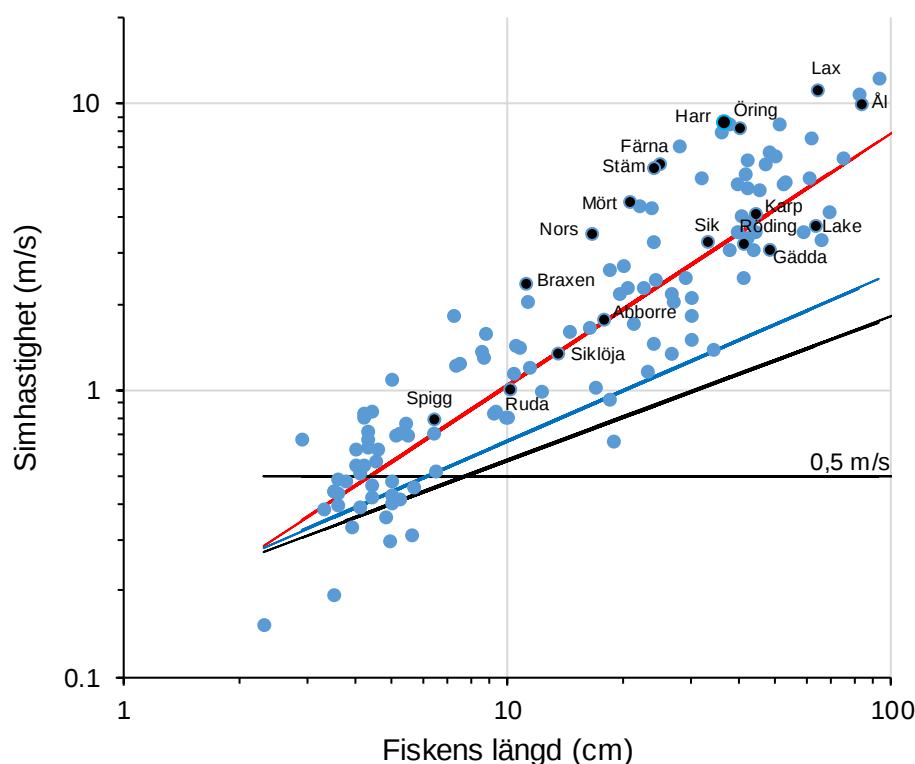
Simkapacitet

Simkapaciteten varierar mellan arter och beror också i stor utsträckning av storlek på fisken. Det är därför vanligt att simhastighet uttrycks i antal kroppslängder per sekund men i vägledningen används m/s då detta enklare översätts till strömhastigheter i en fiskpassage. Fiskens simhastighet definieras ofta utifrån hur länge fisken kan upprätthålla en viss hastighet innan den blir utmattad: "marschhastighet" är den simhastighet fisken kan upprätthålla i mer än 200 minuter, "förhöjd hastighet" är den hastighet fisken kan upprätthålla i mellan 20 s och 200 minuter innan utmattning, "sprinthastighet" är den hastighet fisken kan upprätthålla i upp till 20 s innan utmattning (BMLFUW

2012). Ett begrepp som även används är kritisk simhastighet, vilket motsvarar den hastighet när fisken avbryter simningen mot strömmen i försök där vattnets strömhastighet ökas successivt. Eftersom den kritiska simhastigheten uppnås efter ett mera utdraget simmande jämfört med vid sprintförsök behöver fiskens muskler syre. Den kritiska simhastigheten är därför beroende av hjärtats kapacitet att försörja kroppen med syrerikt blod och av den anledningen blir även den kritiska simhastigheten temperaturberoende (Brett 1967). Vid korta rusningar vid vilka sprinthastigheten nås hinner kroppen inte försörja musklerna med syre, vilket är en av anledningarna till att sambandet mellan sprinthastighet och temperatur är mycket svagare än för uthålligt simmande.

Katopodis och Gervais (2016) har sammanställt en databas med 127 fiskarters simkapacitet. De flesta arter är nordamerikanska, men 18 av dem finns även i Sverige. Den stora variationen av arter ger en bra bild av vilka strömhastigheter som inte bör överskridas i en fiskpassage om målarter med olika egenskaper ska kunna passera. Generellt har arter med lax eller mörtliknande form bättre simkapacitet än arter som har en något tillplattad kroppsform som lake och simpor. En sammanställning av kritiska simhastigheter från [Katopodis och Gervais \(2016\)](#) visas i Figur 1. I figuren redovisas även [Azumas \(1992\)](#) samband mellan fiskars sprinthastighet, marchhastighet och längd.

Baserat på data från [Katopodis och Gervais \(2016\)](#) är den kritiska simhastigheten ca. 10 % lägre vid 10 °C jämfört med vid 15 °C och ca. 20 % lägre vid 5 °C jämfört med vid 15 °C. Vid dimensioneringen av fiskpassagen bör man alltså inte utgå från en fisks simkapacitet vid höga temperaturer om fiskvandringen sker när vattnet är kallare (exempelvis sent på hösten eller tidigt på våren).



Figur 1. Uppmätt maximal kritisk simhastighet för 127 fiskarter (främst nordamerikanska, Katopodis och Gervais, 2016) visas med punkter. Svenska arter har markerats med svarta symboler intill artnamnet. Den ljusblå linjen visar den genomsnittliga kritiska simhastigheten. Röd linje visar sambandet mellan sprinthastighet och längd som redovisas i Azuma (1992). Den svarta tjocka linjen visar Azumas samband mellan fiskens längd och marschhastighet. Temperaturintervallet i experimenten med de svenska arterna var 10-16,5 grader, median=12,3 grader. Att arter som röding, sik och siklöja hamnat lågt jämfört med andra likformiga arter beror delvis på att temperaturen var lägre i experimenten med dessa arter.

Karpfiskar, abborrfiskar, laxfiskar m. fl. rör sig framåt genom att röra på stjärtfenan och simhastigheten beror till stor del på frekvensen på stjärtfenans rörelser. Äl och flodnejonögon tar sig framåt genom att svänga med hela kroppen ("åla sig fram") vilket gör att de uppvisar betydligt lägre maxhastighet (DWA 2014).

Målarter med speciella behov

Tack vare sin starka simförmåga och höga motivation kan lax passera många olika typer av passager (Bunt m. fl. 2012), men för effektiv passage krävs höga vattenhastigheter och tillräckligt utrymme. För god attraktion av uppströmsvandrande lax behövs vattenhastigheter på 2–2,4 m/s (Larinier 2002b). I sammanställningen av Noonan m. fl. (2012) anges att passageeffektivitet i uppströmsriktning ökar för laxfiskar med ökad vattenhastighet i passagen: vid en vattenhastighet på 0,5 m/s varierade passageeffektiviteten mellan 15–35 % och vid en vattenhastighet på 2,5 m/s var passageeffektiviteten 95–100 % i två studier och ca 40 % i en tredje. I

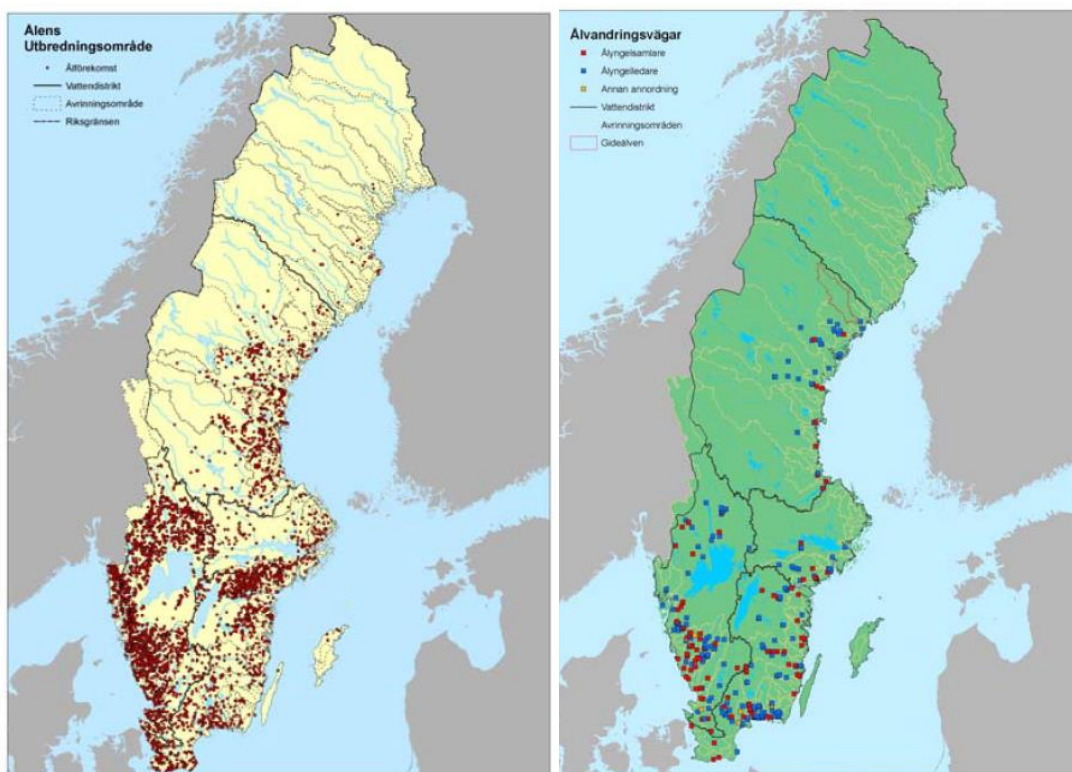
vattendrag där lax är en av många målarter kan passager av olika typ vara en möjlighet för att tillgodose behov hos både lax och svagsimmande arter. Detta kräver dock mer vatten för att basfunktion i båda passagerna ska upprätthållas.

En art som bör visas extra hänsyn är ålen. Den är den enda fisk som nyttjar sötvatten som uppväxtområden, som är listad som akut hotad i den svenska rödlistan. I den nationella förvaltningsplanen för ål är målet satt utifrån ett tänkt tillstånd där inte antropogena faktorer har påverkat beståndet, och den utvandring som isåfall skulle ha funnits. Målet är att minst 40 % av denna mängd utvandrande ålar idag ska ha stor sannolikhet att nå havet (Anonym 2008). Detta mål är inte uppnått ([HaV 2015](#)) och i de fall ål förekommer i vattendraget eller det finns historiska förekomster av ål (Figur 2), bör ålen vara aktuell som mållart.

Ålens krav på passagelösningar skiljer sig från de flesta andra arter: de vandrar t.ex. uppströms som unga, tillväxer i sötvatten, och vandrar sedan nedströms som vuxna. Den unga ålen tar sig uppströms med hjälp av struktur på botten och den låga hastighet som råder där, då ålens simkapacitet är låg. Speciella ålyngelledare eller ålyngelsamlare kan anläggas, och har anlagts på många platser, för att möjliggöra ålens uppströmspassage. Dessa är ofta utformade som en smal ränna med någon typ av substrat i botten som hålls fuktigt och möjliggör för ålen att kravla sig uppåt (för mer information om utformning se bilaga 5.5 avsnitt om speciella lösningar för ålyngel).

En vanlig uppfattning är att ålen vandrar djupt på sin väg nedströms men vid en studie med märkta ålar i Motala ström vandrade en stor del av ålarna nära ytan ([Leonardsson m. fl. 2017](#)). För mer detaljerad information kring ålens uppströms- respektive nedströmsvandring hänvisas till [Calles m. fl. 2013a](#) där även passagelösningar beskrivs.

Inom Energiforskningsprojektet Krafttag Ål har ett flertal rapporter tagits fram. Ny teknik såsom skonsam drift med varningssystem har undersökts via litteraturstudier inom projektet ([Jeuthe and Leonardsson 2017](#)). En teoretisk studie har vidare gjorts av möjligheter att anlägga fingaller vid utvalda kraftverk ([Emanuelsson m. fl. 2017](#)). För effektiv skonsam drift krävs pålitliga varningssystem som signalerar när ålen mest troligt är på väg nedströms. Enligt författarna till litteraturstudien saknades dessa system vid tiden för rapporten. De rekommenderade ändå att flödet skulle styras om till mer fiskvänliga turbiner där så var möjligt i Göta älv, och att körningen skall anpassas för att minimera dödlighet vid turbinpassage vid turbiner i Motala ström, vid tidpunkter då traditionellt en stor mängd ålar vandrat nedströms i dessa viktiga älvattendrag ([Jeuthe and Leonardsson 2017](#)). Även inom delprojektet för att anlägga fingaller vid Göta älv (stort kraftverk) identifierades kunskapsluckor vilka enligt författarna skulle kunna orsaka väldigt höga kostnader, och även säkerhetsrisker, om fingaller anlades i Göta älv ([Emanuelsson m. fl. 2017](#)).



Figur 2. Ålens utbredningsområde 2008 (till vänster) och åtgärder för att främja ålens vandring: ålyngelledare, ålyngelsamlare och övriga konstruktioner (till höger). Källa Förvaltningsplanen för ål (Anonym 2008).