



Sportfiskarna

METODBESKRIVNING FÖR ÅTERINTRODUKTION AV FLODPÄRLMUSSLA

EN FRAMGÅNGSSAGA FRÅN LÄRJEÅN





Sportfiskarna

Text & foto: Niklas Wengström & Mathias Arnham

Tel: 0721 827 297

E-post: niklas.wengstrom@sportfiskarna.se

Postadress: Sportfiskarna, Sjölyckan 6, 416 55
Göteborg

Hemsida: www.sportfiskarna.se

Granskare: Mattias Larsson

INNEHÅLL

| | |
|---|----|
| Sammanfattning | 5 |
| Bakgrund | 6 |
| Beskrivning av arten | 6 |
| Reproduktionen | 6 |
| Hotbilden | 7 |
| Distributionen och statusen i Sverige | 7 |
| Studieområdet | 8 |
| Metod och material | 9 |
| Resultat | 14 |
| Diskussion | 17 |
| Erkännande | 19 |
| Referenser | 20 |

SAMMANFATTNING

I här rapporten beskrivs det första svenska försöket med artificiell infektion med larver från flodpärlmusslor på laxartad fisk och hur Sportfiskarna arbetat med att förfinas metoden. Rapporten beskriver hur artificiell infektion genomförs och vilka resultat man kan förvänta sig. I föreliggande rapport används Lärjeån och dess biflöde som ett framgångsrikt exempel. Lärjeån rinner genom Lerum- och Göteborgs kommuner. Historiskt har det funnits flodpärlmussla i båda kommunerna men 1950-talet verkar det som att musslorna började minska, framför allt i Lerum. Frågar man folk som bott utmed Lärjeån så förstår man att runt 1950-talet så var ån full av flodpärlmusslor. Nu är beståndet endast en spillra och vill man att de ska fortleva i ån med biflöden så krävs det att åtgärder sätts in innan det är för sent. Det har Sportfiskarna gjort med bra resultat. Numera finns det flera årsklasser av flodpärlmussla i Kvarnabäcken, ett levande biflöde till Lärjeån.

BAKGRUND

BESKRIVNING AV ARTEN

Flodpärlmusslan (FPM) *Margaritifera margaritifera* är en sötvattenlevande mussla som förekommer i Centraleuropa och i de nordöstra delarna av Nordamerika (Young, Cosgrove, & Hastie, 2001). Det är den enda arten som finns i både den gamla och nya världen. Arten hittas i många olika miljöer men det vanligaste är förmodligen ett strömmande och kalkfattigt vattendrag (Henrikson & Söderberg, 2020). Det finns uppgifter från Norge att arten har hittats i sjöar vilket inte har observerats i Sverige (Tamario & Degerman, 2017).



Figur 1. Ett exempel och beskrivning av färgen på en juvenil flodpärlmussla.

Arten är långlivad och kan bli långt över 100 år, i Sverige har en ålder av 280 år uppmätts i en skalanalys (Thielen, 2011). Som juvenil (<50mm) är färgen gul med svarta inslag (Figur 1). Den vuxna (adult) flodpärlmusslan (FPM) är mörkbrun till svart och oftast har den ett njurformat skal. Framsidan på en mussla är den sida där grävuskeln sitter vilken är den delen av musslan som är nergrävd. Baksidan är där musslan tar in och pumpar ut vatten (sifoner). En FPM filtrerar cirka 50 liter per dygn genom sina organ, vilket är en ekosystemtjänst som gynnar såväl djur i vattendragen som djur på land som dricker vattnet.

REPRODUKTIONEN

Flodpärlmusslor är skildkönade vilket betyder att det finns både hanar och honor. I mitten av sommaren blir honorna befruktade av hanarnas spermier. Spermierna sugas in via inströmnings-sifonen och befruktar äggen som bärs av honorna i speciella strukturer på gälarna (Marsupier). I små populationer förekommer det att arten självbefruktar sig. En hona bär mellan 2—4 miljoner glochidier som hon släpper ut på sensommaren. Det syns tydligt när en hona är gravid, då ändras gälarna till en annan form och färg. En gravid honas gälar är svullna och vita till gula. Gälarna på en hona som inte är gravid är tunna och grå till bruna.

Flodpärlmusslan har en fascinerande reproduktionscykel som innehåller ett ägg-, larv- (glochidie), och musselstadium. Glochidiestadiumet är parasitisk och glochidien måste fästa in sig på en fisk, och det kan inte vara vilken fiskart som helst. Glochidiens vidareutveckling är bara möjlig på de laxartade arterna, lax

Salmo trutta och öring *S. trutta*. Utan detta parasitiska beteende blir det inte några nya FPM. Glochiderna fäster in på fiskens gälar och sitter där från och med augusti – september och sitter fast på värdfisken till och med till nästa försommar. Efter ungefär 10 månader ramlar de juvenila musslor av värdfisken varefter de juvenila musslorna gräver ned sig i bottensubstratet och stannar där i några år. Hypotesen är att de ligger nedgrävda i 5 – 10 år innan de tar sig upp ur gruset.

HOTBILDEN

Arten är utrotningshotad i hela sitt utbredningsområde och påverkansfaktorerna är många och påföljden och resultaten leder ofta till en utebliven förnygring som i sig leder till en utarmning av populationerna (Henrikson & Söderberg, 2020). Detta fenomen att djur inte kan reproducera sig utan leder till en utrotning kallas funktionell utrotning (Bogan, 1993). Vanliga hot för musslor som leder till en funktionell utrotning är, vandringshinder som hindrar värdfisken att nå musslan, förstörda habitat genom mänsklig påverkan, pärlfiske, invasiva arter och föroreningar (Bogan, 1993). På sista tiden har även sjukdomar dykt upp som ett uppenbart rejäla hot för arten (Alfjorden, o.a., 2024).

DISTRIBUTIONEN OCH STATUSEN I SVERIGE

I Sverige finns arten i över 600 vattendrag, 2024 var det kända antalet vattendrag 679. I ungefär hälften av dessa vattendrag går det att hitta juvenila musslor (346). Utebliven nyrekrytering är ett fenomen som har varit känt sedan de första inverteringarna startade i början av 1980-talet. En juvenil rekrytering är ett viktigt verktyg i bedömningen av miljömålet levande sjöar och vattendrag och att vattendraget är friskt med en fungerande ekologi. Ett exempel på hur illa det gått för arten är att den försvunnit från Kronobergs-, Södermanlands-, Stockholms-, och Uppsalas län (Henrikson & Söderberg, 2020; von Proschwitz & Wengström, 2020). I dessa län har sannolikt problem med nyrekryteringen av små musslor spelat en viktig roll, men även i andra län är situationen besvärlig.. Sannolikt är situationen värst i Götaland och Svealand, jämfört den i Norrland där det fortfarande finns livskraftiga populationer.

I Västra Götalands län finns det närmare 60 populationer och statusen på populationerna är att de är *ej livskraftiga* eller *minskande*, och orsaken beror av den uteblivna förnygringen (Wengström, Gudmundson, Andersson, Bark, & Helsén, 2020). Det finns många orsaker till problemen med utebliven nyrekrytering men de faktorer som fått mycket uppmärksamhet i Sverige på senare år är sedimentering och grumling (Österling, Arvidsson, & Greenberg, 2010). Både grumling och sedimentering kan leda till sämre syreförhållanden i bottensubstratet där juvenila flodpärlmusslor uppehåller sig en längre tid, upp till 10 år (Hyvärinen, Sjöberg, Marjomäki, & Taskinen, 2022). I Västra Götalands län upptäcktes försurningen av forskare redan på 1960 och det har varit ett problem sedan dess (Wengström & Höjesjö, 2021). Om vi lägger till sjukdomar, försurningsproblemen och alla vandringshinder som finns, samt förstörda habitat och sist men inte minst ett förändrat klimat så blir hotbilden mer nyanserad och komplex. Många av hoten är blandade tillsammans vilket gör det svårt att peka ut en faktor som utgör det värsta hotet.

STUDIEOMRÅDET

Lärjeån tillhör Göta älvs huvudavrinningsområde och den rinner genom Lerums- och Göteborgs kommuner och ansluter till Göta älv i norra Göteborgs stad. I ån finns ett litet bestånd av flodpärlmussla utan föryngring. På 1950-talet var beståndet förmodligen mycket stort (muntlig uppgift av boende i Gunnelse).

Populationen har undersökts 1994, 2002, 2008 och 2021 och beståndet består av cirka 100–300 musslor. Antalet musslor har minskat och vid den senaste bedömningen av statusen så bedömdes populationen som snart försvunnen.

Historien bakom tillbakagången i Lärjeån och dess biflöden beror till stor del av att stora delar av populationen fiskades bort på 1950-talet i Kvarnabäcken (biflöde till Lärjeån) och att två definitiva vandringshinder långt ned i vattendraget minskat tillgången på värdfiskar. I slutet av 1980-talet åtgärdades vandringshindren och det byggdes två bassängtrappor. De fungerade inte särskilt bra beroende av vilken vattenföringen som rådde för stunden, när den ena fungerade var den andra inte funktionell. Men de båda bassängtrapporna var i alla fall bättre än när ån var helt stängd för fiskvandring. I det pågående EU projektet Improve aquatic LIFE kommer nya fiskvägar byggas på de två platserna där bassängtrapporna står idag.

Med anledning av den dåliga statusen i Lärjeån så startade Sportfiskarna ett projekt 2010 med syfte att hjälpa flodpärlmusslorna att överleva i Lärjeåns avrinningsområde. Genom alla år har projektet finansierats av statliga medel och Naturskyddsföreningens Bra miljövalsfond.

Fokus har lagts på biflödena Mölnebacken och Kvarnabäcken där merparten av insatserna har gjorts i det sistnämnda. Projektet har pågått mellan 2010 och 2024, men det kommer sannolikt fortsätta tills vi ser ett naturligt reproducerande bestånd i bäcken.

Till en början fokuserades arbetet på de två biflöden Mölnebacken och Kvarnabäcken. År 2012 upptäckte att det fanns FPM i Mölnebacken och projektet fortsattes endast i Kvarnabäcken. År 2013 flyttades 150 FPM från Slereboån, ett biflöde till Göta älv, till Kvarnabäcken. De 150 FPM delades upp på tre olika platser i bäcken och metoden artificiell infektion upphörde. Infektionsgraden blev inte så hög som vi önskade oss, och metoden med artificiell infektion startades upp igen efter 1 – 2 år.



Figur 2. Bilden visar hur vi släpper ut infekterade öringar i bäcken från de sumpar vi använder när öringen skall infekteras.

METOD OCH MATERIAL

Sportfiskarna har använt sig av en metod inspirerad av ett tyskt och ett norskt försök där utövarna utsatte öring för glochidier med syfte att stärka populationer av flodpärlmusslor i de olika åarna. I projektet har endast vild öring fångats i studieområdet som använts, till skillnad från de tidigare försöken i Tyskland och Norge där odlad fisk har nyttjats. I den tyska ån Lütter finns det belägg för att metoden fungerar, numera består populationen av mer juvenila musslor än adulta FPM (Altmüller & Dettmer, 2006), det norska projektet har inte blivit sammanställt ännu.

Materialet som används är sumpar tillverkade av plastkar. Karen är av fabrikatet Smartstore Classic 50 och med måtten (cm) 50 x 39 x 41 och med en volym av 52 liter (Figur 5). På karens gavlar borrar 165 hål på vardera sida. Hålens diameter är 6 mm. När karen sätts i vattendraget har de förberetts med 5 – 10 cm bottensubstrat (sand, grus, och sten) som musslorna kan gräva ned sig i. Karen sätts på platser där det inte finns någon risk för uttorkning och de säkras genom att knytas fast i träd. Om man är säker på att man kommer att hitta gravida FPM är det en fördel att förbereda karen innan man letar gravida FPM.

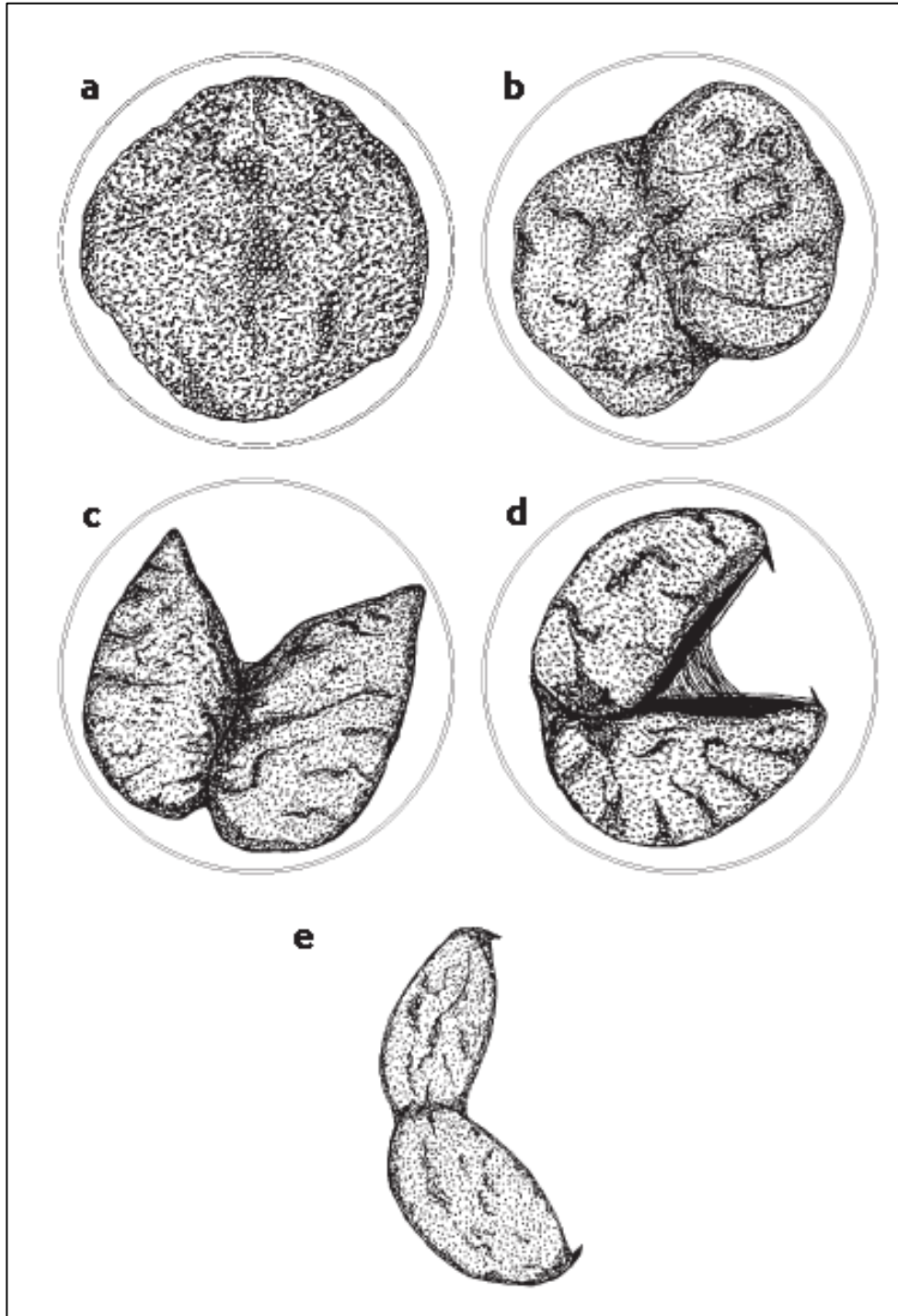
För att undersöka graviditeten används en specialtillverkad tång som öppnar sig när man trycker ihop handtaget (Figur 3). Till undersökningen av larvmognaden behöver man ett instrument som gör det möjligt att ta lite larvmassa från gälarna, utan att skada gälarna. I projektet används ett gem som böjts till så det har en liten ögla i en av ändarna, därefter tejpas den andra änden med eltejp för att få ett bättre grepp om gemet. Larvmassan undersöks med hjälp av en stereolupp. Det krävs bra ljus för att se vilket stadium glochidierna är i (Figur 4). Nyttja gärna solen om det är tillräckligt soligt, annars använd starka ficklampor.



Figur 3. En tång man öppnar musslor med. Tången är tillverkad av en plåtfirma.

Värdfisken fiskas upp med hjälp av ett elfiske. Med fördel använd ett batteriaggregat (Smith & Rooth eller Terek) som ger en bättre rörlighet i fält och möjligheten att täcka längre sträckor än ett aggregat med sladd, ex. Lugab.

Metoden startar alltid med att undersöka graviditet med jämna mellanrum, med start i början av juli tills de visar tecken på graviditet. Det är viktigt att börja undersöka graviditeten tidigt eftersom fönstret, några veckor, är litet och missar man det får man vänta till nästa år. Musslan öppnas försiktigt med en tång (Figur 3), <5mm, och gälarna undersöks. Det är på gälarna larverna sitter i speciella kamrar (marsupier) Graviditeten syns tydligt när gälarna ändrar färg och form, från att vara grå och tunna till att vara vita till gula och svullna. När larvmassan är mörkt gul är det ett tecken på att larverna närmar sig full mognad och möjligheten att infektera en öring. Larven har en utvecklingsperiod som kan delas in i fem stadier (Thielen, 2011) (Figur 4). När larverna är i stadie C – D då är det dags att förbereda sumparna (Figur 5) med bottensubstrat och lägga i gravida musslor, elfiska upp värdfisk och sätta dem i sumparna tillsammans med musslorna. Att vänta så länge som till stadie D – E är dock riskfyllt om man inte är erfaren, då är det bättre att vara på den säkra sidan och lägga ihop fisk och FPM när de är i stadie C (Figur 4).



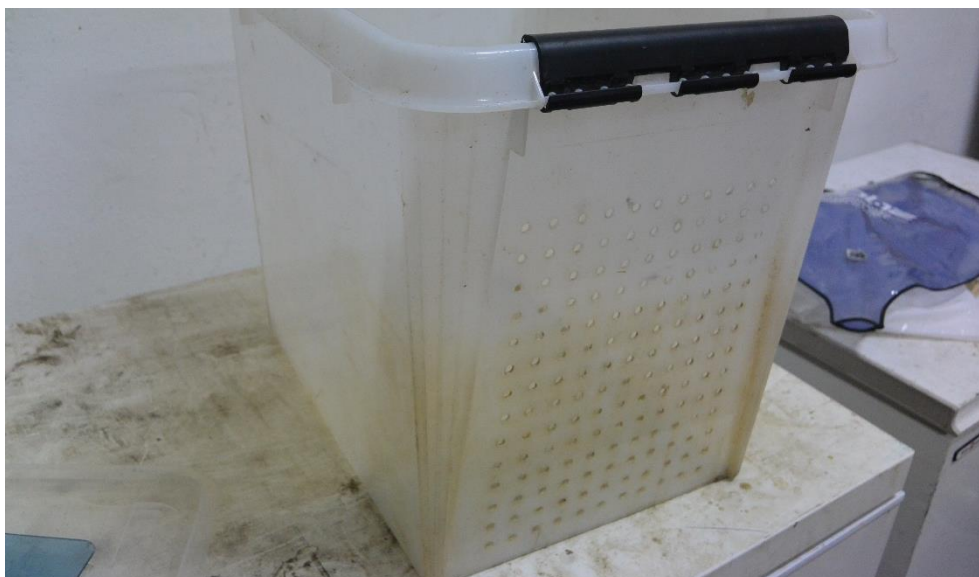
Figur 4. Larvens fem distinkta utvecklingsfaser. Det är bara i fas e larven kan infektera en fisk eftersom då är skalet runt larven borta. (Thielen, 2011).

Öringen fångas med hjälp av ett elfiske, som är en icke dödlig metod om den utförs på rätt sätt. Det krävs dock flera tillstånd för att fiska med el, markägarens-, Länsstyrelsens-, och etiskt tillstånd. Årsklasser separeras på grund av aggressivitet mellan 0+ och >0+. Målsättningen är 30 fiskar av varje årsklass i varje sump. Det minsta antalet öring bör vara 25, med mindre antal öring blir aggressiviteten allt för hög och man riskerar att bara ha en öring kvar i karet.

Karen (Figur 5) som används placeras i bäcken och binds fast i ett träd.

Infektionen av öring skedde de första åren (2010 – 2012) på Sportfiskarnas lokaler i Delsjöområdet (Sjölyckan). Öringen hämtades från de biflöden där vi ville återintroduktion av musslor skulle ske. Övriga år har infektionerna genomförts i fält då överlevnaden av värdfisken har visat sig vara högre i genomströmningskar i vattendragen. Förutom genomströmningskar används även en metod där FPM får spruta ut sina glochidier i en hink med vatten. Metoden kräver noggrann planering och kunskap om i vilken fas glochidierna är.

Metoden kallas för uppvärmningsmetoden och kräver att honor har fullt mogna glochidier i marsupierna eller i klass D (Figur 4). Är FPM glochidierna i stadie D eller E kan man lägga de gravida honorna i en hink med lite vatten som man ställer i solen, då kommer FPM spruta ut glochidier efter några minuter eller upp till några timmar. När det skett elfiskar man upp värdfiskar och infekterar dem i en hink, där de får vara under omrörning i 20 – 30 minuter. Det är dock viktigt att inte överdosera fisken med för många glochidier, då kan värdfisken dö. Utifrån erfarenhet rekommenderas en dos av 100 000 glochidier/l vatten, då överlever värdfisken och det blir hög infektionsintensitet av glochidier på fisken. Efter infektionsbadet sumpas fisken i några timmar eller över natten för att se hur glochidierna har fäst in på fiskens gälar. När det är gjort släpps fisken ut i vattendraget. Metoden är kostnadseffektiv eftersom man inte behöver åka ut och sköta om fisken i karen i flera veckor.



Figur 5. Bilden visar den typ av sumpar som vi använder.

Det exakta antalet glochidier på fiskarna är svårt att mäta utan att döda öringarna, därför används en skala som inte är vetenskapligt testad men den ger ändå en hygglig bild över hur försöket lyckats. Det är dock svårt att se glochidierna på fiskens gälar då de är mycket små. Efter några månader då glochidierna har vuxit är det mycket lättare att se dem på fiskens gälarna.

Glochidieklassen har en fyrgradig skala (0 – 3).

- 0 = 0 glochidier
- 1 = <10 glochidier
- 2 = $\geq 10 \leq 100$ glochidier
- 3 = >100 glochidier

Med hjälp av glochidieklassen kan man sedan räkna ut ett viktat medelvärde som kan anta ett värde mellan 0 – 3. Värden över 2 är bra då det indikerar att många värd fiskar var i klass 2 - 3.

2023 upprättades två *enkel status* lokaler i Kvarnabäcken som gör det möjligt att följa utvecklingen av populationen, dvs. minskning eller ökning av individer, tillväxt och nyrekrytering.

Längden på musslorna på de olika lokalerna anges som medelvärden med standard error som felstaplar.

På båda lokalerna antecknas hur många musslor som var <20mm, <50mm, och <80mm.

RESULTAT

Graviditeten har undersökts mellan åren 2013 – 2024, och den har varierat med tidigast datum 13 augusti och det senaste 2021 då hittades gravida musslor den 24 augusti (Tabell 1). Flera av åren saknar data för att perioden för graviditet har missats (Tabell 1).

Tabell 1. Årtal och datum för de undersökning som genomförts i Kvarnabäcken. Det fattas tyvärr data för åren 2013 – 2018 och 2022 – 2024.

| Årtal | Datum för glochidie utloppsläpp | Antal undersökta musslor (gravida) |
|-------|---------------------------------|------------------------------------|
| 2010 | 23 – 30 augusti | 13 (12) |
| 2011 | 26 augusti | 13 (11) |
| 2012 | Ingen data | Ingen data |
| 2013 | Ingen data | Ingen data |
| 2014 | Ingen data | Ingen data |
| 2015 | Ingen data | Ingen data |
| 2016 | Ingen data | Ingen data |
| 2017 | Ingen data | Ingen data |
| 2018 | Ingen data | Ingen data |
| 2019 | 13 augusti | Ingen data |
| 2020 | 20 augusti | (4) |
| 2021 | 24 augusti | (6) |
| 2022 | Ingen data | Ingen data |
| 2023 | Ingen data | Ingen data |
| 2024 | Ingen data | Ingen data |

Totalt har 448 öring undersöks under de åren data varit tillgänglig (Tabell 2). Under alla år med data har alla fiskar haft en hög glochidieklass (>2), förutom 2023 som hade en mycket låg klass (0,26) (Tabell 2).

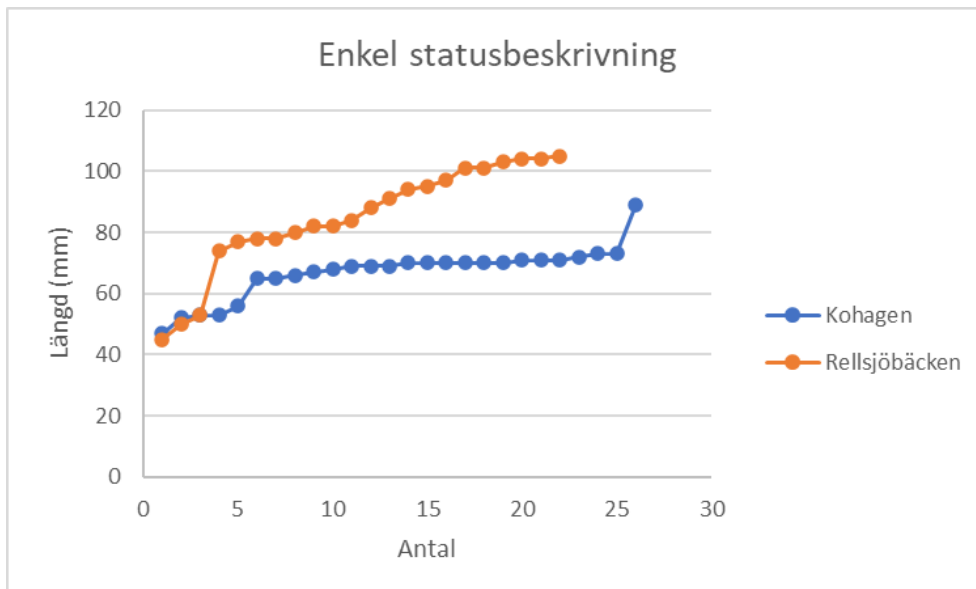
Tabell 2. Årtal och antal fångade fiskar som var infekterade med glochidier samt glochidieklass.

| Årtal | Antal fisk | Glochidieklass (medel) |
|-------|------------|------------------------|
| 2011 | 28 | 3 |
| 2012 | 0 | Ingen data |
| 2013 | 60 | Ingen data |
| 2014 | 142 | Ingen data |
| 2015 | 0 | Ingen data |
| 2016 | 0 | Ingen data |
| 2017 | 0 | Ingen data |
| 2018 | 0 | Ingen data |
| 2019 | 81 | Ingen data |
| 2020 | 61 | 2,07 |
| 2021 | 33 | 2,55 |
| 2022 | 24 | 2 |
| 2023 | 19 | 0,26 |
| 2024 | Ingen data | Ingen data |



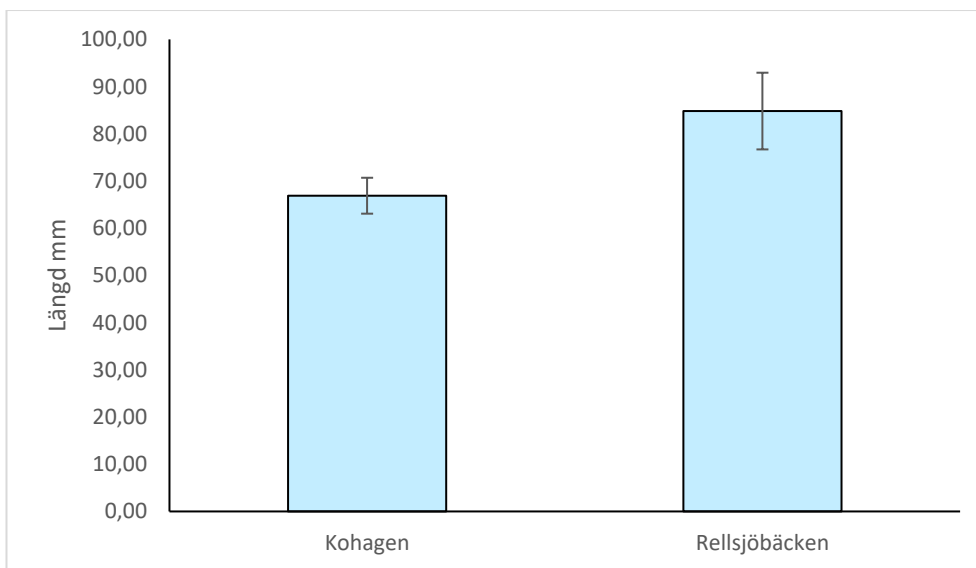
Figur 6. Juvenil flodpärlmussla från Kvarnabäcken. Bilden är tagen 2024.

Två lokaler (Kohagen och Rellsjöbäcken) undersöktes 2023-09-07 med metoden enkel statusbeskrivning. På lokalen *Kohagen* hittades 26 musslor och på *Rellsjöbäcken* hittades 22 musslor. Det hittades två juvenila musslor, en på varje lokal (Figur 6). På lokalen *Rellsjöbäcken* var längden på musslorna högre än på lokalen *Kohagen* (Figur 7).



Figur 7. Resultaten från de två enkel statuslokaler i Kvarnabäcken.

Längderna på FPM på respektive lokal skiljer sig med 17mm och skillnaden är signifikant (Figur 8).



Figur 8. Medelvärden från de två lokalerna i Kvarnabäcken. Felstaplarna visar standard error.

Ett sätt att följa utvecklingen i ett bestånd undersökt med *enkel statusbeskrivning* är att undersöka hur många musslor som är mindre 20mm, 50mm och 80mm (Tabell 3).

Tabell 3. Jämförelse mellan lokalerna Kohagen och Rellsjöbäcken.

| | Antal <20mm | Antal <50 | antal <80 | Totalt |
|----------------------|----------------|--------------|-----------|--------|
| Kohagen | 0 | 1 | 24 | 26 |
| Rellsjöbäcken | 0 | 1 | 6 | 22 |

DISKUSSION

Arbetet i Lärjeån och biflödet Kvarnabäcken har varit ett projekt där vi har lärt oss hur metoden fungerar på bästa sätt och vilka resultat man kan förvänta sig. Det viktigast med metoden är att man kan stärka ett bestånd. Det finns naturligtvis svårigheter, exempelvis att inte missa det korta fönstret som graviteten innebär. Missar man det får man vänta till nästa år. Med erfarenhet av hur en gravid mussla ser ut, så är metoden inte svår att utföra.

Efter 12 år såg vi de första resultaten av vårt arbete i form av juvenila musslor, de minsta var 25 - 30mm. I området där det hittades flest juvenila musslor hade vattendraget restaurerats 2011. Vi hittade även juvenila och äldre musslor i närheten av de restaurerade lokalerna. Musslorna satt på mycket grunt vatten. Vid tillfället när det hittades juvenila musslor var vattennivån högre än vanligt vilket gjorde att var lättare att se musslorna. Det vanligtvis grunda vattnet kan vara en anledning till att vi inte sett dem tidigare.

På de platser där vi upprättade *enkel statusbeskrivnings* lokaler såg vi att musselpopulationen bestod av flera årsklasser, vilket betyder att våra försök förmodligen har fungerat olika år (Figur 9). Det betyder också att vår ansträngning under alla dessa år med ovisshet och oro att våra finansiärer skulle tappa tålamodet, varit obefogad. Nu när vi vet att metoden fungerar är det lättare för oss att berätta för finansiärer och sakägare om vad vi gör och hur metoden fungerar, och att den fungerar.



Figur 9. Bilden visar flera årsklasser av flodpärlmusslor från lokalen Rellsjöbäcken. Foto: Mathias Arnhem.

Det är stort fokus på arten i Europa där flera odlingar har startat upp för att säkerställa att arten finns kvar även i framtiden. I Sverige har musslor också svårt att förny sig, så det är bra att vi också har en metod för att hjälpa musslorna. Detta är det första svenska försöket med att artificiellt infektera öring med glochidier från flodpärlmusslor. Till skillnad från de europeiska odlingarna har vi arbetat i mycket mindre skala. Trots det så har projektet haft framgångar i Lärjeåns

avrinningsområde, och speciellt i biflödet Kvarnabäcken. Metoden har även testats i Björkån, ett biflöde till Ångermanälven, med bra resultat.

Flodpärlmusslan är en utrotnings art inom hela sitt utbredningsområde (EN – Endangered). Arten förekommer i Ryssland, Skandinavien, Central Europa, och Östra Nordamerika.

Sverige har vi fortfarande stora bestånd av musslor och vattenkvalitén är tillräckligt bra för att bestånden kan överleva, men här finns det också många bestånd utan föryngring. Förutsättningarna i Sverige att genomföra den här typen av åtgärder är bra, och chanserna att lyckas är goda, även om bestånden är små.

Med den här berättelsen, om hur ett fiskevårdsprojekt lyckas få en utrotningshotad art att komma tillbaka till ett vattendrag, hoppas vi att flera vågar sig på liknande projekt.



Figur 10. En juvenil FPM från Kvarnabäcken, ett gott tecken att metoden att infektera värdfiskar fungerar för att stärka bestånd av flodpärlmussla.

ERKÄNNANDE

Jag vill tacka alla kollegor som hjälpt till att förverkliga detta projekt, Jonatan Johansson, Ragnar Berg, Carl Netterberg, Mattias Larsson, Daniel Wendesten, Jonathan Bark Lott, Tobias Helsén, Kim Loob Almbratt, Ida Vartia och Lisa Carlsson. Ett särskilt tack till Per-Erik Jacobsen som var den på Sportfiskarna som lät mig gå in i stormusselvärlden. Ett stort tack till Länsstyrelsen i Västra Götalands län och Naturskyddsföreningen för de medel Sportfiskarna fått genom åren för att genomföra detta projekt. Sist men inte minst, alla markägare som gett oss deras tillstånd att jobba på deras mark.

REFERENSER

- Alfjorden, A., Onut-Brännström, I., Wengström, N., Kristmundsson, A., Jamy, M., Persson, D. B., & Burki, F. (2024). Identification of a new gregarine parasite associated with massmortality events of freshwater pearl mussels (Margaritifera margaritifera) in Sweden. *Eukaryotic Microbiology*.
- Altmüller, R., & Dettmer, R. (2006). *Successful species protection measures for the Freshwater Pearl Mussel (Margaritifera margaritifera) through the reduction of unnaturally high loading of silt and sand in running waters*. Naturschutz Niedersachs.
- Atkinson, C. L., Hopper, G. W., Kreger, D. A., Lopez, J. W., Maine, A. N., Sansom, B. J., . . . Vaughn, C. C. (2023). GAINS AND GAPS IN KNOWLEDGE SURROUNDING FRESHWATER MOLLUSK ECOSYSTEM SERVICES. *Freshwater Mollusk Biology and Conservation*, 30 - 31.
- Bogan, A. E. (1993). Freshwater Bivalve Extinctions (Mollusca: Unionoida): A Search for Causes. *American zoology*, 599 - 609.
- Henrikson, L., & Söderberg, H. (2020). *Åtgärdsprogram för flodpärlmussla*. Göteborg: Havs- och vattenmyndigheten.
- Hyvärinen, H. S., Sjöberg, T., Marjomäki, T. J., & Taskinen, J. (2022). Effect of low dissolved oxygen on the viability of juvenile Margaritifera margaritifera: Hypoxia tolerance ex situ. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1-8.
- Moorkens, E., Cordeiro, J., Seddon, M., von Proschwitz, T., & Woolnough, D. (2018). *IUCN Red list*. Hämtat från Freshwater Pearl Mussel: <https://www.iucnredlist.org/species/12799/128686456>
- Tamario, C., & Degerman, E. (2017). *Flodpärlmusslan i landskapet. Spatials faktorer inverkan på utbredning och rekrytering*. Lysekil Öregrund: Aqua reports 2017:14. Institutionen för akvatiska resurser, Sveriges lantbruksuniversitet Drottningholm.
- Thielen, F. (2011). Rearing of unionoid mussels (with special emphasis on the Freshwater pearl mussel Margaritifera margaritifera). *Ferrantia* 64, 66.
- von Proschwitz, T., & Wengström, N. (den 8 July 2020). Zoogeography, ecology, and conservation status of the large freshwater mussels in Sweden. *Hydrobiologia*, ss. 2869 -2890.
- Wengström, N., & Höjesjö, J. (2021). *Effekter av kalkning på flodpärlmussla (Margaritifera margaritifera) - Status och trender*. Göteborg: Havs och Vattenmyndigheten.
- Wengström, N., Gudmundson, A., Andersson, J., Bark, J., & Helsén, T. (2020). *Flodpärlmusslans status i Västra Götalands län - Inventering av 12 musselvattendrag 2019*. Göteborg: Länsstyrelsen i Västra Götalands län, Vattenavdelningen.

- Young, M. R., Cosgrove, P. J., & Hastie, L. C. (2001). *The extent of, and causes for, the decline of a highly threatened naiad: Margaritifera margaritifera*. In: Bauer G, Wächtler K, eds. *Ecology and evolution of the freshwater mussels unionoida*. *Ecological Studies* 145 . Berlin: Springer-Verlag, 337–357.
- Österling, M. E., Arvidsson, B. L., & Greenberg, L. A. (2010). Habitat degradation and the decline of the threatened mussel *Margaritifera margaritifera* influence of turbidity and sedimentation on the mussel and its host. *Journal of applied ecology*, 759–768.

