

---

# Vandremusling

## – en ”ny” spiller i danske søer!

---

Vandremuslinger er langt fra et særsyn i danske søer og åer i dag, hvor den invasive art efter knapt 200 år har spredt sig fra de Københavnske kanaler til en lang række lokaliteter i hele landet. Det er næppe muligt at udrydde den og ret tvivlsomt om yderligere spredning kan forhindres. Så med frasen ”If you can't beat them – join them” kunne artens tilstedeværelse måske udnyttes!

---

KIRSTEN S. CHRISTOFFERSEN

---

### Indledning

Vandremuslingen (*Dreissena polymorpha*) – eller Zebramusling, som den også kaldes pga. det karakteristiske stribede look (figur 1) – er blevet et almindeligt syn i danske søer og åer. Vandremuslingen blev første gang set i Danmark i de københavnske kanaler i 1843 og antages at være indslæbt via skibe, hvor muslinger kan have siddet på skroget eller som frit svømmende larver i ballastvandet /1/. Siden er den spredt til andre områder sandsynligvis ved egen kraft og via fugle og mennesker.

Tilstedeværelsen af vandremuslinger har været kendt fra flere sjællandske søer gennem de sidste 100 år. Det mest velkendte eksempel er Furesøen, hvor den oprådte allerede i 1915 og i Esrum sø, hvor arten har været kendt siden 1926 og tilmed studeret indgående /f.eks. 2/. I Jylland er arten fundet i Jels søerne for ca. 30 år siden, i Fårup sø for ca. 20 år siden og efterfølgende i andre søer i Midt- og Sydjylland. Arten er ligeledes veletableret i en række åer, herunder Gudenå-systemet.

Vandremuslingen betegnes som en ”økosystem ingeniør” fordi dens tilstedeværelse påvirker det miljø, den lever i på forskellige måder. Det mest interessante aspekt set i forhold til sørestaurering er, at muslingen er en meget effektiv filtratør, der ved sin filtrering

af vandet fjerner partikler, så sigtbarheden øges til gavn for vækst af vandplanter og bedre vandkvalitet i det hele taget /3, 4, 5/.

I CLEAR blev det besluttet at inddrage studier af vandremuslingen for bl.a. at få viden om artens udbredelse, tæthed, vækst og indvirkning på andre elementer i økosystemet samt på om det kunne sandsynliggøres, at muslingen vil være relevant at bruge i restaureringsøjemed, som det har været overvejet i lande omkring os (bl.a. Sverige og Holland).

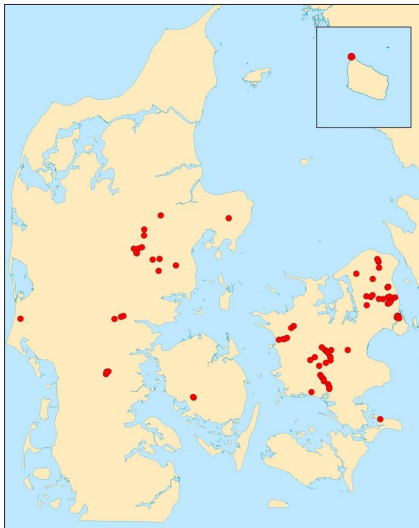
### Udbredelse og tætheder

I dag findes der vandremuslinger på mange

slokaliteter (figur 2) og nye kommer til hvert år. Blandt de seneste observationer er Søbo Sø (Fyn), Lynges grusgrav og Arresø (begge i Nordsjælland). Vandremuslinger formerer sig hurtigt da hver voksen hun kan producere flere millioner æg pr. år og har et stort spredningspotentiale gennem en svømmende veligerlarver. Larverne lever i de frie vandmasser i flere uger før de fæstner sig til et passende substrat vha. byssustråde og lever resten af deres tilværelse som fasthæftede muslinger. Uheldigvis kan et egnet substrat udmærket være skallen af de hjemhørende store muslingearter som maler- og dammus-



Figur 1. Vandremuslinger (*Dreissena polymorpha*). Foto: K. S. Christoffersen.



Figur 2. Oversigt af lokaliteter med vandremuslinger baseret på litteraturen, Naturstyrelsens oversigt af invasive arter, borgerindræportering fra Fugle og Natur@ samt egne observationer.

ling (figur 3). Det er naturligvis til skade for disse arter. I modsætning til de fleste andre ferskvandsmuslinger, har vandremuslingen ikke brug for fisk som mellemværter for larvernes udvikling, hvilket giver dem yderligere en konkurrencemæssig fordel i forhold til hjemmehørende muslingearter. Det pelagiske larvestadium effektiviserer artens naturlige spredning med vandstrømme, men muslingen spredes i vid udstrækning på grund af menneskelige aktiviteter, f.eks. fasthæftet på både og fiskeudstyr.

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram af søer har muslingelarver i visse tilfælde indgået i zooplankontællingerne over en årrække. Det kan bruges til at give et billede af udviklingen og tætheden af larver og dermed for potentialet af fasthæftede muslinger. To eksempler er fra Bastrup Sø og Fårup Sø, hvor muslinger har været registreret siden hhv. 1995 og 1998 (figur 4). Antallet af larver i planktonet er lavt i starten men stiger efter



Figur 3. Vandremuslinger fra Knudsø, hvor muslingen blev opdaget i 2006. Også i denne sø fasthæfter vandremuslingerne sig på skaller af de oprindelige muslingearter. Foto: K. S. Christoffersen.

nogle år. I Bastrup Sø topper tætheden omkring år 2000 med 3-400 larver per liter, mens den i Fårup sø accelerer gennem alle årene og når op på mange hundrede individer. I Bastrup sø klinger antallet af i de efterfølgende år, hvilket er forventeligt for en invasiv art, hvor der i startfasen er gode substratmuligheder og rigeligt med føde, men hvor der over tid opstår trængsel og samtidig sker en regulering fra prædatorer. I Fårup sø sker dette dog ikke i den periode, hvor der er data fra. Der er i øvrigt også store fluktuationer indenfor det enkelte år og det indikerer, at larverne næppe er jævnt fordelt i vandsøjlen og måske at klækningen af æg ikke er synkroniseret.

Tætheden af de fasthæftede muslinger er interessant at kende, da det kan sige noget om det filtreringspotentiale, som muslinger kan bidrage med. I CLEAR-sammenhæng har vi undersøgt tætheden af voksne muslinger i Frederiksborg Slotssø og i Haraldsted sø. Teknikken er simpel men tidskrævende! En dykker placerer en mini-surber (figur 5) på bunden, registrerer substrattype og dybde samt skraber muslingerne indenfor rammen ind i

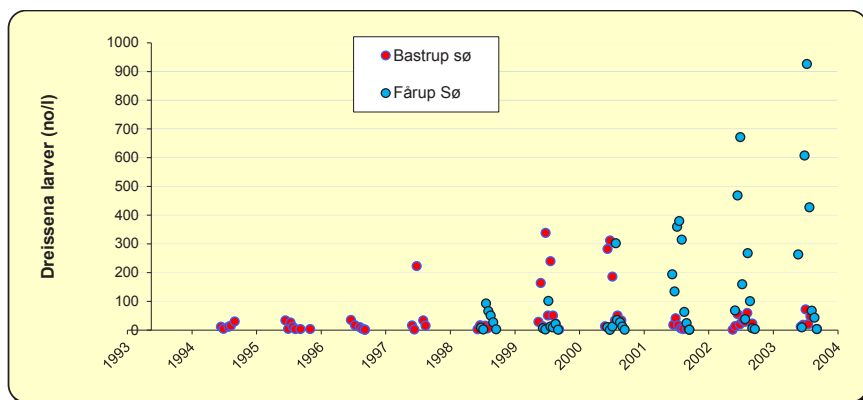
nettet og bringer det til overfladen. Vha. dybdekort, GPS og dybdemåler sikres det, at der tages prøver i et repræsentativt udsnit af søen. Efterfølgende tælles og måles de levende muslinger. Dermed kan der laves populationsestimater og biomasse. Det sidste kræver at der etableres længde-vægt relationer, så det er også gjort.

Undersøgelsen fra Haraldsted sø (figur 6) er fra 2014 og viser, at der helt som forventet er flest muslinger på faste substrater som skrænter og sten, færre på sand/grus og ingen på blød bund. Muslingerne er helt fraværende på vanddybder fra 0 til 2 meter. Der kan være flere årsager til dette. En oplagt er, at prædationen fra vandfugle (dykænder, blishøs) er mest effektiv på lavere dybder. En anden medvirkende forklaring er, at der i vinteren før (2013-14) var en lang periode med islægning og hvor istykkelsen har været 30-40 cm. Indefrysning og meget lave vandtemperaturer kombineret med ringe partikelforekomst i vandfasen pga. stillestående vand har nok været for hård kost.

De gennemsnitlige muslingetætheder i Frederiksborg Slotssø og i Haraldsted Sø har vist sig at være temmelig forskellige. I den eutrofe nordsjællandske sø er der over 1000 individer per kvadratmeter (hvor der er muslinger) mens der i den sydsjællandske sø er et par hundrede per kvadratmeter. Den resulterende biomasse afhænger af antallet og størrelsen af muslingerne. Overordnet set er muslingetætheden styret af substratforhold, prædatorer (fisk og fugle) og fødeudbud, men søens morfometri, opblandingsforhold og vejr spiller også en rolle.

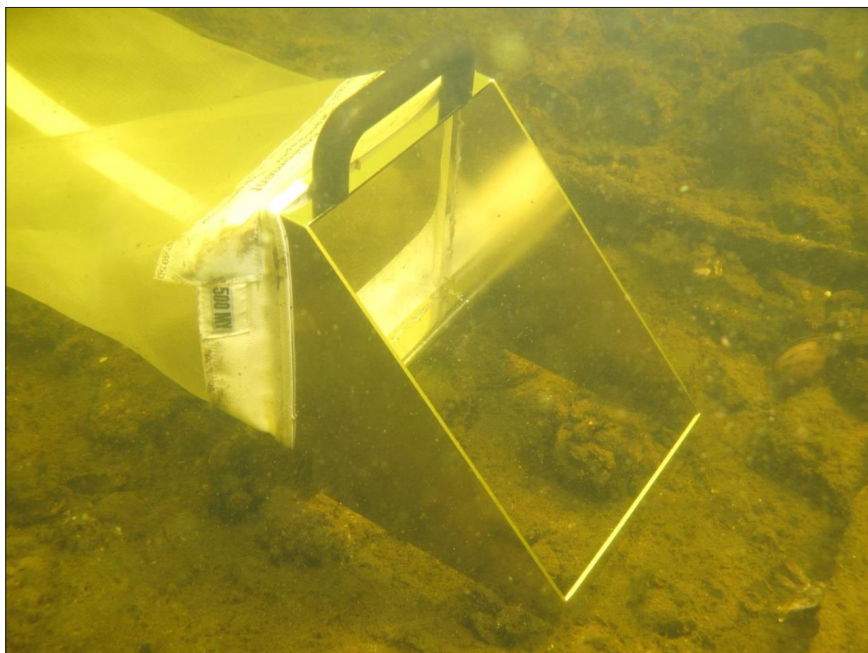
### Vækstrater

For at få et indblik i hvordan muslingerne vokser i naturen har vi udført en række in



Figur 4. Eksempel på forekomst af veligerlarver af vandremuslinger i de frie vandmasser fra Bastrup sø (Sjælland) og Fårup sø (Midtjylland). Data er udtrukket fra STOQ databasen.

situ forsøg i Esrum sø og Frederiksborg sø. Konceptet har været det samme og bestået i langtidsinkubationer af muslinger i gennemstrømningskamre, som har hængt i de øvre vandmasser. Denne type eksperimenter har fordele og ulemper, men pointen i denne sammenhæng har været at få målt væksten under så naturlige forhold som muligt. Eksempler på resultaterne demonstreres i det følgende. Et parallelt forsøg i Esrum sø og Frederiksborg sø fra midten af maj til slutningen af juli, hvor muslingeren var placeret enkeltvis i meget små kamre (10 ml) viste, at muslingens vækstrate var større i den eutrofe Frederiksborg Slotssø end i den mesotrofe Esrum sø (figur 7). Dette er direkte relateret til forskelle i fødemængden. Men da klorofyl koncentrationen var på sit højeste i Frederiksborg Slotssø og var domineret af blågrønner som *Anabaena* og *Aphanizomenon*, medførte det en reduktion i muslingens vækstrate. Dette indikerer, at blågrønnerne har begrænset værdi som fødeemne for vandremuslinger. Om det alene skyldes føde kvalitet eller om det også har haft en betydning at mange blågrønnerarter producerer toksiner, kunne ikke afklares. I et andet forsøg udført i Frederiksborg Slotssø blev der anvendt store kamre (2 liter), hvor hvert kammer indeholdte 12 muslinger, som hver havde en unik farvekode og derfor kunne genkendes gennem hele perioden. Der blev målt længdevækst på små og store muslinger over 7 måneder (figur 8). De små muslinger voksede som forventet hurtigere end de store muslinger, men for begge størrelser toppede væksten allerede i juni som en konsekvens af blågrønner dominans i juli til oktober.



Figur 5. En mini-surber er anvendt til at lave bestandsopgørelser af muslinger. Foto: Ole Pedersen.

Det er værd at bemærke, at ved sammenligning af muslingernes vækstrater, målt som længdevækst i de to søer, stod det klart, at der var stedspecifikke forskelle i ydre morfologi og i opbygningen af skaller og bløddele. Det betyder, at sammenligninger af vækstrater både her og med andre studier kan vise sig mindre pålidelige.

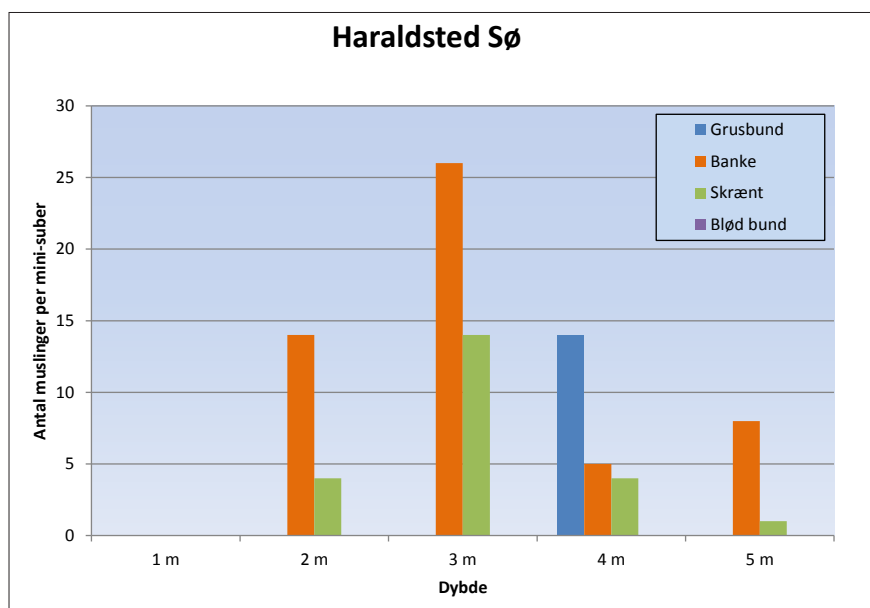
### Kan vandremuslingen bruges i sø-restaurering?

I de midtjyske søer ser det ud til at vandremuslingen har haft samme positive effekt på vandets klarhed, som det har været vist i f.eks. Holland og USA /5/. Det er uden tvivl godt

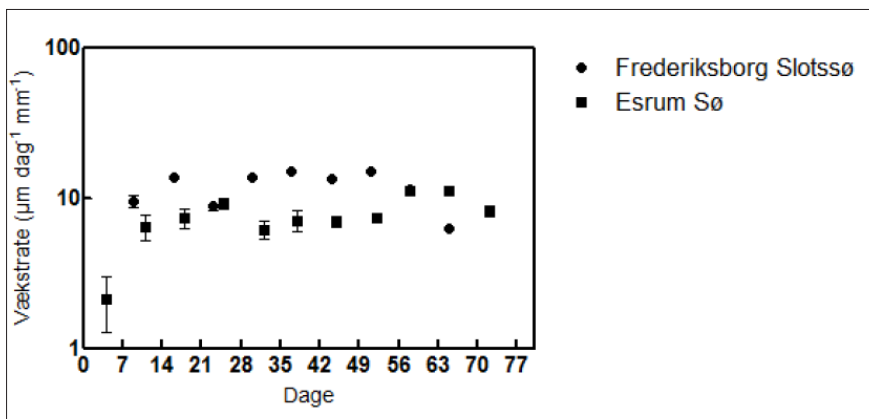
for vandplanter, fiskeyngel og iltforhold ved bunden, men malurten i bægre er, at vandremuslingen er en invasiv art, som vi gerne så var blevet i Sortehavet, hvor den stammer fra. Ved sin effektive filtrering fjernes en del af fødegrundlaget for zooplanton og bunddyr. Vandremuslingen karakteriseres oven i købet som en aggressiv invasiv art og er blandt de 100 mest problematiske invasive arter /5/. Pga. de store økonomiske omkostninger som dens invasion har haft især i USA er arten og dens rolle ganske velundersøgt. I et nyligt litteraturstudie indgik 1932 videnskabelige afhandlinger, bøger og rapporter om emnet /7/.

Flertallet af de danske søer lever ikke op til kravet om en god økologisk tilstand som krævet i Vandrammedirektivet. Overordnet set er de danske søer næringsrige, enten fordi den eksterne tilførsel stadig er for høj, eller fordi der frigives fosfor fra sedimentet (den interne fosforbelastning) mange årtier efter en belastningsreduktion. Biomanipulation af fiskebestanden anvendes hyppigt i restaureringsøjemed for så at sige at "sparke systemet" på plads efter en næringsstoffreduktion. Metoden er velundersøgt men har sine begrænsninger.

Det er derfor nærliggende at overveje, om der kunne være andre måder at biomanipulere på. I Holland har man også vandremuslinger som invasiv art og har været åben for at bruge muslingerne aktivt til at fjerne alger og næringsstoffer fra vandfasen i stærkt eutrofe søer /3/. Her til lands er det ikke accepteret at anvende vandremuslinger aktivt, men vi har meget klare eksempler på deres kapacitet i de søer, hvor de har etableret sig. Om man kan



Figur 6. Tætheder af vandremuslinger på fire forskellige substrattyper i Haraldsted Sø. Data: Christoffersen upubliceret.



Figur 7. Vækstrater af vandremusling som in situ forsøg i små individuelle kamre i Frederiksborg Slotssø og Esrum Sø over 75 dage. Forsøget startede medio-maj. For at gøre de to søers data sammenlignelige er væksten udtrykt som længdetilvækst per dag per startlængde. Vækstraterne er angivet med SE ( $n=24$ ). Data fra /8/.

udnytte dette potentiale på en fornuftigt måde skal afvejes i forhold til at vandremuslinger kan udkonkurrere "indfødte" arter og dermed have en negativ effekt på biodiversiteten. Et led i sådanne overvejelser er at skaffe viden om langtidseffekterne på sø-økosystemer af vandremuslinger, hvor de har etableret sig og at få et bedre kendskab til deres spredningsmekanismer.

I et samarbejde mellem Ringsted Kommune og Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet, undersøges i disse år om der er potentiale for at anvende dyrkning af muslinger på line som biomanipulationskon-

cept i Haraldsted Sø /6/. Biomanipulation med muslinger har ikke tidligere været anvendt i søer i Danmark, men Ringsted Kommune er interesseret i at vurdere, om metoden kan anvendes som led i den fremadrettede miljøadministration af søen. Vandremuslingen er i forvejen i Haraldsted Sø i stort antal (se ovenfor). De lever på bunden, hvor føden fortrinsvis består af døde alger. Muslinger kan dyrkes på bændler, der fungerer som fasthæftningssubstrat for larverne, og hvor muslingerne efterfølgende kan vokse sig store. Ved at dyrke muslinger i de frie vandmasser i Haraldsted sø vil føden hovedsagelig bestå af levende alger,

hvorved algerne vækst og biomasse reduceres. Derudover kan der fjernes fosfor fra søen ved høst af muslingerne og de kan bruges til f.eks. dyrefoder.

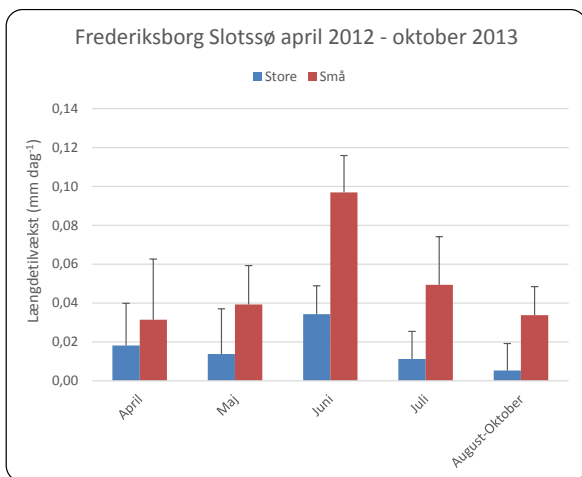
#### Note:

Følgende personer har bidraget væsentligt undervejs: Christian Winther (specialeprojekt om muslingevækst), Casper A. Pedersen og Pauli H. Norfoss (fagprojekt om bestandstætheder i Haraldsted sø). Desuden har Ole Pedersen og Lars Båstrup Spohr bistået med dykkerassistance ved flere lejligheder. Eilif Byrnak (Ringsted Kommune) og Finn Lystrup (Ringsted Produktionsskole) har bidraget med lokalkendskab og logistik. Trine W. Perlt har assisteret med dataudtræk, analyser af fytoplankton og med litteratursøgning.

KIRSTEN CHRISTOFFERSEN er professor ved Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Biologisk Institut, Københavns Universitet

#### Referencer

- /1/ Birnbaum, C. 2011: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – Dreissena polymorpha. – From: Online Database of the European Network on Invasive Alien Species. NOBANIS [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org)
- /2/ Dall, P. C. og Hamburger, K.: 1996. Recruitment and growth of Dreissena polymorpha in Lake Esrom, Denmark. *Limnologia* 26, 27–37.
- /3/ Gulati, R., Dionisiopires, L. og van Donk, E. 2008: Lake restoration studies: Failures, bottlenecks and prospects of new ecotechnological measures. *Limnologia - Ecology and Management of Inland Waters* 38, 233-247.
- /4/ Jørgensen, T. B., Andersen, P., og Larsen, S. E. 2012: Vandremuslingens effekt på de biologiske forhold i søer og ferskvandssystemer. Rapport til Miljøstyrelsen, pp. 59.
- /5/ Naturstyrelsen, online information, april 2016: <http://naturstyrelsen.dk/naturbeskyttelse/artsleksikon/dyr/bloeddyr/muslinger/vandremusling/>
- /6/ Perlt, T. W., Christoffersen, K. S. og Hjuler, H. 2014: Dyrkning af muslinger i Haraldsted sø – en vurdering af potentialer og komplikationer. Rapport til Ringsted kommune, pp. 33.
- /7/ Schloesser, D. W. og Schmuckal, C. 2012: Bibliography of Dreissena polymorpha (Zebra Mussels) and Dreissena rostriformis Bugensis (QUAGGA Mussels): 1989 to 2011. *Journal of Shellfish Research* 31, 1205-1263.
- /8/ Winther, C. 2012: Beskrivelse af vækst af Dreissena polymorpha samt calcium påvirkning af vækst – og filtrationsrater. Specialrapport, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet, pp. 57.



Figur 8. Vækstrater for to størrelsesgrupper af vandremusling målt i store kamre (2 liter) udhængt i Frederiksborg Slotssø i 7 måneder. Hvert kammer indeholdt 12 muslinger, som vha. en unik farvekode kunne genkendes (foto th.). Vækstraterne er angivet med SE ( $n=27$ ). Data fra Christoffersen upubliceret. Foto: K. S. Christoffersen.