



Dikerogammarus villosus (Sowinsky, 1894) – en ny invasiv tangloppeart fundet i Danmark

Peter Wiberg-Larsen¹, Ole Dahlgreen² & Ole Ohm Lundager³

Vi befinder os midt i en global biodiversitetskriser, hvor hastigheden hvormed arter uddør, er stigende. Det betyder et stort fokus på biodiversitet (biologisk mangfoldighed). Udgangspunktet er den internationale konvention om samme (United Nations 1992). Dens formål er at sikre en signifikant reduktion af det menneskeskabte tab af biodiversitet. Danmark har som mange andre lande tilsluttet sig konventionen, og biodiversitet er på dagsordenen ved forvaltningen af vores land- og vandareal.

En stor og væsentlig del af biodiversiteten omfatter artsrigdom, dvs. antallet af arter. Den danske rødliste indeholder et stort antal udryddelsestruede arter (17,2% af samtlige vurderede arter) (Moeslund m.fl. 2023). Samtidig er 3,5% af de oprindeligt hjemmehørende arter blandt 37 grupper af planter og dyr forsvundet inden for de seneste ca. 100-200 år (Wiberg-Larsen & Sand-Jensen 2023). Situationen er ikke mindst beskrevet som alvorlig i vores ferske vande (Ejrnæs m.fl. 2021, Biodiversitetsrådet 2022).

De danske vandløb er inden for de seneste ca. 150 år for ca. 90%’s vedkommende ændret fysisk ved rørlægning, udretning, uddybning og opstemning. Dertil har vandløbene været forstyrrede af grødeskæring og oprensning af bunden. Mange har også været stærkt forurenet med stoffer fra husholdninger, industri, landbrug og skovbrug (fx spildevand, ensilagesaft, ajle, pesticider). Tilstanden er dog forbedret inden for de seneste 30 år med fremgang for artsrigdommen af smådyr (Wiberg-Larsen m.fl. 2012). Haase m.fl. (2023) har tilsvarende vist, at der over 50 år er sket en øgning af biodiversiteten af smådyr i 22 europæiske lande, deriblandt Danmark, men at forbedringen er standset bl.a. som følge af nye forurenende stoffer, klimaforandringer og invasive arter.

Vores søer har ligeledes været udsat for negative ændringer gennem en lang årrække. Mest betydende er eutrofiering (overgødskning med næringsstoffer), som bl.a. har medført øget planktonalgevækst, reduceret klarhed af søvandet, forsvinden af undervandsplanter og tilbagegang for rovfisk. Og selvom tilførslerne af fosfor

(og kvælstof) er formindsket ret betydeligt de seneste årtier, har reduktionen ikke været tilstrækkelig til at forbedre søernes tilstand og dermed biodiversitet (Johansson m.fl. 2023). Også indvandring af vandremuslingen (*Dreissena polymorpha*) har ændret søers tilstand, med klarere vand som resultat. Det er bl.a. sket i Silkeborg søerne efter artens indvandring i 2006 (Gudenåkomitéen 2024).

Selv om biodiversiteten i Danmark er under pres, hvor arter forsvinder nationalt, regionalt og lokalt, er der for flere grupper (fx planter) sket en betydelig indvandring af nye, ikke-hjemmehørende arter (se fx Sand-Jensen & Schou 2022). I de ferske vande er der primært tale om en indvandring af smådyrarter fra den Ponto-Kaspiske region gennem de seneste fem årtier (Soto m.fl. 2023).

Der har været anvendt en omfangsrig og forvirrende samling ord og begreber for disse nye arter. Derfor foreslår Soto m.fl. (2024) en simpel og standardiseret terminologi. Denne omfatter (oversat fra engelsk): (i) ikke-hjemmehørende arter

Summary

Dikerogammarus villosus (Sowinsky, 1894) – a new invasive gammarid recorded in Denmark

Globally, the immigration of non-native species has especially been high during the last fifty years. In lakes and streams, for the last five decades species from the Ponto-Caspian region have attracted special attention. One of these species is *Dikerogammarus villosus*, popularly known as the “killer shrimp” due to its predatory feeding and impact on the invaded macroinvertebrate communities. Spreading fast through the European network of navigated streams and canals, it was approaching the Danish territory, and therefore expected to show up here.

We report the first Danish records of the species in the river Gudenå catchment. A survey in March-April 2024 showed that

the species occurs in the lakes Brassø, Borre Sø and Julsø, and the stream Remstrup Å that drains these lakes. We found *D. villosus* in sites with hard bottoms (cobbles, gravel), and large amounts of large pieces of dead submerged wood. In the occupied lakes sites, the species seems to have outnumbered its native relatives, *Gammarus pulex* and *G. lacustris*. Where, when, and how *D. villosus* was introduced to the now occupied sites is cryptic. However, we suppose that it was spread by yachts presumably with biofouling by *Dreissena* mussel conglomerates in which *D. villosus* may hide, but also fishing gear, and that introduction likely took place in Julsø at least 10 years ago.

Keywords:

Dikerogammarus villosus, invasive species, first record, Denmark.

¹ Ecoscience, Aarhus Universitet, C.F. Møllers Allé 4-8, DK-8000 Aarhus C. E-mail: pwl@ecos.au.dk

² Årsvejen 7, 8800 Viborg. E-mail: odahlgreen@gmail.com

³ Lilleøvej 50, Sejs-Svejbæk, 8600 Silkeborg. E-mail: lundager@mail.dk

(transporteret ud over deres biogeografisk naturlige udbredelse); (ii) etablerede ikke-hjemmehørende arter (dvs. danner bæredygtige populationer i deres nye naturlige levesteder); (iii) invasive ikke-hjemmehørende arter (dvs. som for nyligt er spredt og fortsat spredes hurtigt inden for de invaderede områder, enten aktivt eller passivt med eller uden menneskers medvirken). Derudover foreslås en protokol til klassificering af populationerne baseret på: (1) spredningsmekanisme; (2) arternes oprindelse; (3) populationens status; (4) påvirkning. Disse elementer er anvendt i denne artikel.

Ferskvandstangloppen *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky 1894) regnes blandt de 100 værste ikke-hjemmehørende invasive arter i Europa (Nentwig m.fl. 2018). Den er primært knyttet til søer og vandløb, men forekommer også i brakvandsområder, idet den tolererer saltholdigheder op til ca. 20‰ (VLIZ 2024). Arten er hjemmehørende i den Ponto-Kaspiske region. Her findes den især i de nedre dele af store floder som Donau, Dnepr, Dniester, Don og Volga, men også i kystlaguner til Sortehavet, Kaspiske Hav og Azov Havet (Rewiez m.fl. 2014). Den har derfra spredt sig til Vesteuropa efter åbning af en kanal fra Donau til Rhinen i 1992. Spredningen gennem netværket af floder og kanaler er sket både aktivt og passivt via skibstrafik (bl.a. til stede i ballastvand). På grund af artens voldsomme spredning var det forventeligt, at den før eller siden ville indvandre til danske søer og vandløb (Strandberg m.fl. 2023). Denne artikel beskriver de første danske fund af arten.

METODE OG MATERIALER

Ole Ohm Lundager (OOL) lagde 1. oktober 2023 et foto af en formodet *Gammarus pulex* (tangloppe) op på Naturbasen. Dyret var fundet i Borre Sø ved Holten (Figur 1). Fundet blev 10. december 2023 kommenteret af Ole Dahlgreen (OD), som foreslog, at



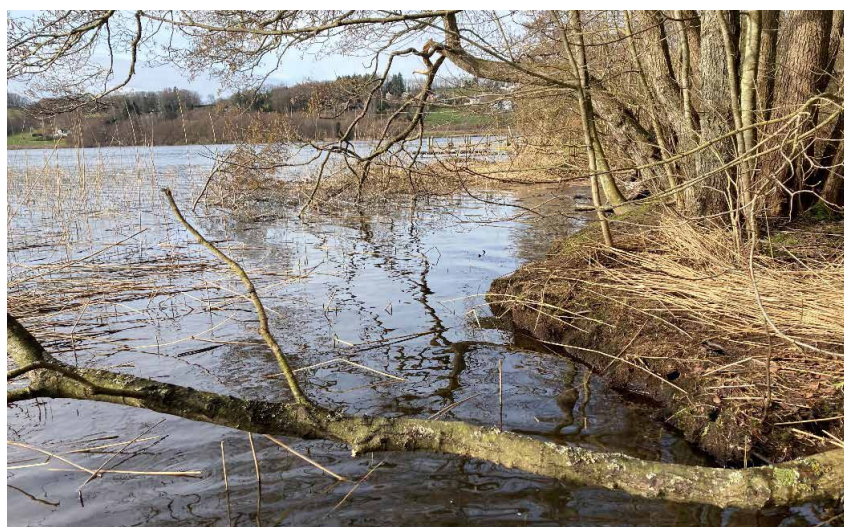
Figur 1. Stedet i Borre Sø, hvor det første danske fund af *Dikerogammarus villosus* blev gjort (24. november 2021). Arten forekom under flydebroen skjult mellem vandremuslinger. Foto: Ole Ohm Lundager.

*The site in Borre Sø with the first Danish record of *Dikerogammarus villosus* (24 November 2021). The species occurred beneath the pontoon hiding among attached *Dreissena* mussels.*



Figur 2. Kort over undersøgte lokaliteter med (fyldte cirkler) og uden (åbne cirkler) forekomst af *Dikerogammarus villosus*.

*Map showing the surveyed localities with presence (filled circles) and absence (open circles) of *Dikerogammarus villosus*.*



Figur 3. Østbredden af Julsø, hvor *Dikerogammarus villosus* forekom på lavt vand, knyttet til dødt, vanddækket ved og stenet bund. Foto: Peter Wiberg-Larsen.

*East coast of Julsø, where *Dikerogammarus villosus* occurred in shallow water, inhabiting submerged dead wood and stony bottom.*

det kunne være *Gammarus lacustris*. Han indsamlede 9. marts 2024 supplerende individer af arten på sydsiden af Borre Sø (stik nord for Kongestolen). Desuden besluttede han 10. marts 2024 at skrive kommandoen 'kan ikke godkende' om OOLs fund på Naturbasen. Det så Peter Wiberg-Larsen,

som dagen efter kommenterede, at arten var *Dikerogammarus villosus*.

Herefter iværksatte vi forfattere til denne artikel en kortlægning af artens udbredelse i flere af Gudenåsystemets søer samt Remstrup Å og Gudenå (Figur 2). Undersøgel-

serne blev foretaget i perioden 14. marts til 3. april 2024.

Vi undersøgte fortrinsvis lokaliteter, som potentielt kunne være levested for arten, nemlig vindeksponerede steder med 'hård' bund, men også steder med store mængder

Tabel 1. Lokaliteter i Gudenåsystemets søer og vandløb undersøgt for forekomst af *Dikerogammarus villosus* (Dv) og *Gammarus* arter (Gsp). *Lake and stream localities in the Gudena lake district, surveyed for presence of Dikerogammarus villosus (Dv) and Gammarus spp. (Gsp).*

Sø/vandløb (<i>lake/stream</i>)	Lokalitet (<i>locality</i>)	UTM_E	UTM_N	Legit	Datoer (<i>dates</i>)	Antal (Number) Dv/Gsp	Længde (<i>Length</i>) Dv (mm)
Borre Sø	Udløb af Millinge Bæk	538078	6220312	OD	9., 14. & 17.iii.2024	33/0	13,5-17
Borre Sø	Holten	539281	6220666	OOL	24.xi.2021, 1.x.2023, 16.iii.2024	3/0	
Brassø	Snævringen, ladeplads	537228	6221491	PWL	17.iii.2024	15/0	10,5-13
Brassø	N.f. Hattenæs	535811	6222774	PWL	17.iii.2024	13/1	8-17
Julso	Nedre Bakbo	542761	6220095	PWL, OD	17.iii.2024	31/1	9,5-17
Julso	Bryggebjerg	544365	6219486	PWL, OD	17.iii.2024	12/0	12,5-16,5
Julso	Snaggårdsholt	539738	6220395	OD	14.iii.2024	11/0	
Gudenå	Kanoplads Alling Vest	544873	6218125	OD	14.iii.2024	0/0	
Birksom	Ry Roklub	546616	6216939	PWL, OD	20. & 26.iii.2024	0/4	
Birksom	Ry Roklub, vest for	546369	6216817	PWL	20.iii.2024	(0/4)	
Remstrup Å	Papirfabrikken, broen	535055	6223870	PWL	20.iii.2024	4/3	8,5-11,5
Remstrup Å	Papirfabrikken	534510	6224729	PWL	20.iii.2024	(4/3)	(8,5-11,5)
Gudenå	Resenbro	539814	6226493	PWL	20.iii.2024	0/31	
Remstrup Å	v. kolonihaver	535055	6223870	PWL	20.iii.2024	4/6	9-19
Knudso	Sdr. Ege	547418	6217430	PWL	20.iii.2024	0/0	
Knudso	østbred	548777	6217518	PWL	20.iii.2024	0/0	
Knudso	Birkhede Camping	546382	6217569	OD	26.iii.2024	0/0	
Birksom	Ry Mølle	546826	6216583	OD	26.iii.2024	0/0	
Thorsø Badet	Thorsøvænget 10 B	534657	6220488	OD	26.iii.2024	0/0	
Gravbæk	Virklund Skolesti	534738	6220555	OD	26.iii.2024	0/0	
Gravbæk	udløb	536274	6220281	OD	26.iii.2024	0/0	
Borre Sø	Nord for udløb	536274	6220346	OD	26.iii.2024	0/0	
Silkeborg Langsø	Remstrup Ås udløb	534510	6225623	OD	26.iii.2024	0/0	
Almind Sø	Ved afløb	534449	6222851	OOL	30.iii.2024	0/2	
Almind Sø	Vest for afløb	534163	6222900	OOL	30.iii.2024	0/2	
Vejlsø	ved udløb af Fårbæk	534535	6222909	PWL	3.iv.2024	0/1	
Fårbæk	30 m NS Almind Sø	534507	6222876	PWL	3.iv.2024	0/30	
Millinge Bæk	40 m NS Slænsø	538100	6220243	PWL	3.iv.2024	0/23	
Millinge Bæk	50 m før Borre Sø	538150	6220202	PWL, OD	3.iv.2024	4/9	
Borre Sø/Julso	Snævringen	539614	6220243	PWL, OD	3.iv.2024	76/1	7-18

Note: Tal i parentes gælder samme lokalitet som umiddelbart ovenfor.

dødt ved (Figur 3). På 'vadbare' dybder indsamlede vi store døde grene, som blev placeret på et stykke fiberduk, hvorefter vi 10 - 15 minutter senere opsamlede tanglopper fra denne. Desuden blev der ketsjet på stenet/gruset bund. Vi anvendte såkaldt 'kick sampling' med sigteketsjer eller stangnet. Herved hvirvles bunden op med foden, og det ophvirvlede materiale opsamles. Materialet blev overført til hvide fotobakker, hvorefter et større antal tanglopper blev taget fra. Samtlige disse blev konserveret i 80% ethanol og hjemtaget til identifikation og evt. optælling. Der blev ved hver lokalitet anvendt 30 - 45 minutter til eftersøgningen.

RESULTATER

D. villosus blev påvist i tre af Gudenåsystemets søer: Brassø, Borre Sø og Julsø (Figur 2, tabel 1). Desuden blev den fundet i Remstrup Å, som forbinder Brassø med Silkeborg Langsø. Arten blev også fundet i et vandløb, som havde udløb i søerne: Milling Bæk, som forbinder Slænsø med Borre Sø. Her forekom den umiddelbart

før udløbet i Borre Sø, hvor bunden var sandet med en del dødt ved, men ikke umiddelbart neden for stemmeværket ved afløbet fra Slænsø, hvor bunden var stenet og strømmen stærk. Arten blev ikke fundet i Fårbæk, som forbinder Almind Sø med Vejslø (der har forbindelse til Borre Sø).

Hyppigheden af *D. villosus* var, hvor arten blev fundet i søerne, markant større end hyppigheden af *G. pulex* eller *G. lacustris* eller helt enerådende (*G. pulex* var i øvrigt generelt langt hyppigere end *G. lacustris*). I Remstrup Å blev der dog stort set fundet samme antal af *D. villosus* og *G. pulex*.

Langt den største hyppighed af *D. villosus* blev fundet ved Skyttehuset Outdoor Camp, beliggende i Snævringen mellem Borre Sø og Julsø.

Vi fandt individer af *D. villosus* på stenet/sandet bund mellem skaller og levende individer af vandre- og quaggamuslinger (*Dreissena rostriformis bugensis*), samt på store vanddækkede døde grene og træstykker, især hvis disse havde sprækker,

løs bark og lignende, hvor individerne gemte sig (Figur 4). *G. pulex* forekom på samme type substrater, men med en større præference for sandet bund (fx i Gudenå ved Resenbro).

Der blev observeret individer i parringsstilling (hvor den større han fastholder den mindre hun) hos både *D. villosus* (Figur 5) og *G. pulex*.

DISKUSSION

Dikerogammarus villosus – er ligesom andre arter af slægten – genkendelig på en tydelig dorsal udvækst midtvejs på hvert af urosomets (halens) to første led (Figur 6). Det er denne karakter, som slægtsnavnet, *Dikerogammarus* (dikero = to horn) refererer til (Stepping 1899). Udvæksterne er i spidsen forsynet med 3-5 korte torne. Arten kan ved karakterer angivet i Eggers & Martens (2001) og Dobson (2012) adskilles fra to andre repræsentanter for slægten, *D. haemobaphes* (Eichwald 1841) og *D. bispinosus* Martynov 1925, af hvilke førstnævnte er vidt udbredt i Holland, Nordtyskland

Figur 4. *Dikerogammarus villosus* skjulende sig i sprækker på et stykke dødt ved (træ). Foto: Ole Dahlgreen. *Dikerogammarus villosus* hiding in crevices of a piece of dead wood.



Figur 5. *Dikerogammarus villosus* i parringsposition. Den større han holder om den mindre, parringsmodne hun. Den bruger sine ben og især kraftige gnathopoder (klosakse) til formålet. Selve parringen foregår umiddelbart, efter at hunnen har skiftet hud. Foto: Ole Ohm Lundager.

Figure 5. *Dikerogammarus villosus* in mating position. The larger male firmly holds the smaller, receptive female, using its legs and most of all strong gnathopods. Mating itself takes place just after the female has molted.



og nordlige Polen. *D. haemobaphes* har få, korte børster på antenne II og gnathopoder (klosakse), *D. bispinosus* har tætsiddende, lange børster på alle led af antenne II, mens *D. villosus* kun har tætsiddende, lange børster på yderste led af antenne II.

Slægten *Dikerogammarus* kan desuden kendes fra *Gammarus*-arter ved sine meget større, kraftige gnathopoder, som anvendes til fangst af bytte. Dertil angives *D. villosus* at kunne blive større (op til 30 mm) end *G. pulex* (op til 16 og 13 mm for hhv. hanner og hunner) og *G. lacustris* (op til 23 og 21 mm for hhv. hanner og hunner), der er vores to almindeligste arter i ferskvand. Endelig er individerne af *D. villosus* ofte spættede eller stribede, men findes også i en ensfarvet udgave.

Vores undersøgelser viser, at *D. villosus* forekommer i tre af Gudenå-systemets søer, Brassø, Borre Sø og Julsø, samt i Remstrup Å. Derimod har den tilsyneladende endnu ikke spredt sig til hverken Silkeborg Langsø, Birksø, Knudsø, Thorsø og Almind Sø.

De interessante spørgsmål er naturligvis hvornår, hvordan og hvor arten indvandrede.

Søerne i Gudenåsystemet er tidligere undersøgt, bl.a. via NOVANA, det landsdækkende program til overvågning af vand og natur, og før da af det i 2007 nedlagte

Aarhus Amt. Borre Sø og Julsø, hvor *D. villosus* nu er påvist, er senest undersøgt i 1985 uden fund af arten. Andre undersøgte søer er: Almind Sø (1994-1995), Mossø (1988), Slænsø (2012), Thorsø (2013), Ørnsø (1985, 2023), Knudsø (2022), også uden påvisning af arten.

Det må betragtes som sikkert, at *D. villosus* i 1980'erne og 1990'erne ikke forekom i de søer, hvori den nu er påvist. Uden senere undersøgelser er det ikke muligt at fastlægge, hvornår arten er indvandret til disse søer. Det tidligste dokumenterede fund er gjort af OOL (jf. dennes fotoarkiv) i Borre Sø ved Holten 24. november 2021, men skønmæssigt må arten have indfundet sig for mindst 10 år siden (se nedenfor).

Det er her på sin plads at påpege, at arten let kan være overset. Simplethen fordi de, som bearbejder udtagne faunaprøver, ikke er tilstrækkelig opmærksomme på artens ellers meget markante karakterer. Hvad man ikke forventer, overses let. Og selv specialister kan overse arten blandt de 'sædvanlige' talmæssigt dominerende *G. pulex* (eller sjældnere forekommende *G. lacustris*). *D. villosus* blev i øvrigt ikke identificeret korrekt ved en interkalibrering blandt konsulenter og medarbejdere ved Miljøstyrelsen (Wiberg-Larsen & Rasmussen 2019). Det kan derfor ikke afvises, at arten forekommer andre steder end i Gudenåsystemet.

Det næste spørgsmål er, hvordan arten er introduceret til Gudenåsystemet. Det er helt sikkert, at den ikke er indvandret af sig selv. Den er sandsynligvis kommet med mennesker, mens transport med vandfugle efter vores vurdering er usandsynlig, om end teoretisk mulig. Oplagte muligheder for menneskeskabt introduktion er transport via lystbåde, spande med agnfisk (småfisk anvendt til fangst af større fisk) og fiskegrej (fx Rewicz m.fl. 2014, Minchin m.fl. 2019, Dettloff m.fl. 2024, VLIZ 2024). Området får hvert år besøg af mange turister (sejlere, sportsfiskere), bl.a. fra områder syd for os (Holland, Belgien, Tyskland), hvor *D. villosus* er vidt udbredt. Andre arter som vandremusling og senest quaggamusling er utvivlsomt indslæbt på denne måde (Van Dorssen 2020, Strandberg m.fl. 2023, Dahlgreen 2024, Haubrock m.fl. 2024).

Endelig er der spørgsmålet om, hvor introduktionen af *D. villosus* er foregået. Hypothetisk af arten på lokaliteterne, hvor arten er påvist, samt hvor arten er næsten enerådende i forhold til *G. pulex* (og *G. lacustris*), peger på en introduktion i Brassø, Borre Sø eller Julsø. Under mistanke er lystbådehavnen i Julsø ved Snaggårdsholt. Stedet ligger ca. midtvejs i artens nuværende udbredelsesområde. En anden oplagt mulighed er Skyttehusets Outdoor Camp, som ligger på modsatte bred af Julsø, og hvor der også er let adgang til udsætning af både. Her blev også fundet den største

Figur 6. Habitus (A) og morfologiske detaljer (B: gnathopoder; C: urosom) hos *Dikerogammarus villosus*. Foto: Ole Ohm Lundager. *Habitus (A) and morphological details (B: gnathopods; C: urosom) of Dikerogammarus villosus.*



tæthed af individer. Vi finder det som nævnt sandsynligt, at introduktionen er sket for mindst 10 år siden, fordi arten nu er så udbredt. Det kan være sket samtidig med introduktionen af quaggamuslingen (Van Dorssen 2020); ganske vist blev arten ved DNA-undersøgelser af 252 formodede vandremuslinger fra Gudenåsystemet kun påvist i Remstrup Å, ikke Julsø, men kan sagtens have været til stede i sidstnævnte, uden at have indgået i analyserne.

Litteraturen om *D. villosus* er særdeles omfattende og omhandler stort set alle forhold af dens biologi og økologi (Rewicz m.fl. 2014). Mastitsky (2009) har givet en nem og oversigtlig indgang til alle aspekter om arten og dens betydning.

Artens spredning

Det er vel dokumenteret, at arten i de seneste årtier hurtigt har spredt sig gennem de europæiske indvande og Østersøen, godt hjulpet på vej af kanaler, som er gravet for at forbinde de naturlige vandløb (fx Cuthbert m.fl. 2020). Desuden har menneskers aktiviteter (ikke mindst bådsejlsads gennem vandsystemerne) bidraget til spredningen.

Ifølge Rewicz m.fl. (2014) er *D. villosus* fra den Ponto Kaspiske Region spredt ad en sydlig, central og nordlig rute. Spredningen ad den sydlige rute startede allerede 1926, mens den i den centrale rute først tog fart efter 1992 (ved åbning af en sluseforbindelse). Spredning via den nordlige rute skete senere.

Soto m.fl. (2023) har ved brug af tidsserier fra 96 vandløbslokaliteter, fordelt på 6 lande, analyseret artens spredning gennem Europa inden for perioden 1994-2019. Deres konklusion er, at den nu er generelt veletableret, samt at dens spredning har fulgt et velkendt mønster. Først en lag-fase, dvs. tiden mellem introduktion til et nyt område og starten på en ekspansion, herefter eksponentiel spredning, som til sidst aftager i en ligevægtsfase (Haubrock m.fl. 2022). Selve lag-fasen er beregnet til i gennemsnit 28 år (Soto m.fl. 2023). Både

Rewicz m.fl. (2014) og Soto m.fl. (2023) angiver, at tidspunkt og vektor for introduktion af *D. villosus* til nye områder har været 'kryptisk'. Det er fx tilfældet i U.K., hvor arten første gang blev påvist i 2010.

I følge Minchin m.fl. (2019) havde *D. villosus* i 2016 invaderet Østersøområdet omkring Kaliningrad, Letland, og Litauen, og det er forventet, at den vil nå bugterne ved Riga og Finland og søge op i de større vandløb.

Rewicz m.fl. (2014) har ved et omfattende litteraturstudie grundigt beskrevet, hvorfor *D. villosus* er den perfekte 'erobrer' af vandområder. Adfærdsmæssigt går den let i drift, dvs. lader sig drive med strømmen ned gennem vandløb. Dertil kommer, at *D. villosus* foretager opstrøms vandringer (Josens m.fl. 2005). Desuden gemmer individer af *D. villosus* sig gerne blandt levende og døde vandremuslinger, som fx kan sidde fast på både (Rewicz m.fl. 2014); tanglopperne kan endda overleve transport over land i op til 6 dage. Det gælder også når muslingerne sidder på dykkerudstyr. Spredning kan som nævnt også tænkes at foregå via sportsfiskerudstyr (spande med agnfisk).

På den baggrund er der grund til at forvente, at arten vil blive spredt til andre danske søer og vandløb. Risikoen kan dog mindskes ved indførel af passende restriktioner (rensning af både og udstyr).

Biologien hos *D. villosus* er grundigt beskrevet af Rewicz m.fl. (2014), hvortil henvises for specifikke referencer. Den har en lang række egenskaber, som gør den konkurrencedygtig i forhold til hjemmehørende ferskvandstanglopper. Således producerer hunnerne større kuld, flere æg pr. ægmasse, modner æg og unger hurtigere, samt får flere kuld om året end hjemmehørende slægtninge. Endvidere bliver *D. villosus* tidligere kønsmoden, ligesom dens reproduktionsperiode er længere end hos *Gammarus*-arter. Pöckl (2009) konkluderer derfor, at der kun skal 1-2 befrugtede

hunner af *D. villosus* til at grundlægge en levedygtig population.

Artens levesteder

D. villosus angives fortrinsvis at foretrække 'hårde' substrater (Sidagyte m.fl. 2017). Det kan være alt fra grus, sten, blokke, støbte konstruktioner og trærodde til kolonier af *Dreissena*, hvorimod den undgår bund med sand og silt (Devin m.fl. 2003, Kley & Maier 2005, Boets m.fl. 2010, MacNeil m.fl. 2012). Især større vandløb med områder med sten (i størrelsen 5-25 cm) og træer langs bredderne huser høje tætheder af arten (Devin m.fl. 2003). Vores egne undersøgelser bekræfter dette, idet vi også fandt en tydelig tilknytning til store stykker dødt ved med mange gode gemmesteder (Figur 4). Kley & Maier (2005) fandt den i floder på større dybder med grus og sten end andre gammarider, som levede i vandplanter nærmere bredden. *D. villosus* udviser desuden en meget stærk afhængighed af tilstedeværelsen af vandremuslinger (Devin m.fl. 2003). Endelig er der fundet en positiv sammenhæng mellem størrelsen af substratpartikler og tangloppers størrelse (Devin m.fl. 2003). Det begrænser den interne konkurrence mellem individerne, men fremmer samtidig formeringen.

På grund af *D. villosus*' relativt brede præference for substratyper, som arten kan kolonisere, udgør den en trussel i stort set alle typer af ferskvandsøkosystemer (Devin m.fl. 2003). Boets m.fl. (2010) finder, at disse økosystemer omfatter store vandløb, reservoirer, søer, laguner og kysterne i østlige del af Østersøen, hvorimod den undgår mindre, hurtigt strømmende vandløb. På den anden side betyder nicheadskillelsen mellem arten og andre tanglopper, at en vis sameksistens er mulig, og det jo mere komplekst levestedet er (Kley & Maier 2005).

Effekter på andre arter

D. villosus er ligesom sine slægtninge, fx *Gammarus*-arterne, såkaldt omnivor, dvs. udnytter mange forskellige typer føde. Hvilke fødetyper, der især foretrækkes, afspejles i munddelenes bygning og tekstur.



Figur 7. Stemmeværket i Milling Bæk, umiddelbart nedstrøms for Slåen Sø. Til højre ses det lovpligtige ålepas. Dette er en mulig adgangsvej til søen for *D. villosus*.

Foto: Peter Wiberg-Larsen.

*The weir in Milling Brook just downstream Lake Slåen. The legally required eel pass is located to the right. It might be a transport route to the lake for *D. villosus*.*

Fx er munddelene hos *Gammarus roeselii* særlig velegnede til findeling af groft, dødt plantemateriale, mens dette ikke er tilfældet hos *D. villosus* (Mayer m.fl. 2009). Sidstnævnte er derimod tilpasset til fangst af bytte, hvilket også ses af dens meget kraftige 'klosakse'. Men på grund af 2. antennes mange tætsiddende børster angives arten også at være god til at filtrere mindre fødeemner (Mayer m.fl. 2009).

Overordnet har *D. villosus* i sin egenskab af rovdyr stor indflydelse på de ferske økosystemer. Således udkonkurrerede den i brakvandsområderne Markermeer og IJsselmeer (Holland) på rekordtid både den hjemmehørende *Gammarus duebeni* og ikke-hjemmehørende *Gammarus tigrinus* (Dick & Platvoet 2000). Det er

ikke tilfældigt, at den populært kaldes for "killer shrimp" i engelsksproget litteratur. Som rovdyr er *D. villosus* mere effektiv end *G. pulex* (når disse er af samme størrelse), ligesom førstnævnte har større fødeoptagelse (Dodd m.fl. 2014). Den er også mere bredspektret m.h.t. bytte, især jo større den bliver. Således æder arten æg og nyklækkede larver hos hunner af krebs, endda selvom æggene potentielt er godt beskyttet fasthæftet på hunnernes underside (Roje m.fl. 2021). Warren m.fl. (2021) har desuden fundet, at *D. villosus* som rovdyr har større påvirkning af paddepopulationer end *G. pulex*.

Arten som byttedyr

D. villosus er selv potentielt bytte for større rovdyr. Imidlertid har den egenskaber, som

gør den mindre udsat for prædation end andre tanglopper (Jermacz & Kobak 2018). Den har et relativt hårdere ydre skelet, ligesom den er bedre til at gemme sig. Dertil kommer evnen til at sanse duftstoffer fra potentielle rovdyr. Det samme kan fx *G. pulex*, men *D. villosus*' sanseapparat er mere bredspektret. Ydermere anvender sidstnævnte rovdyrenes duftstoffer som et slags fødesignal; den kan dermed følge disses fødesøgning og derved selv komme i kontakt med muligt bytte. De nævnte egenskaber udgør en yderligere konkurrencemæssig fordel, der begunstiger den som invasiv art.

Andre forhold

Miljøtilstanden i søer og vandløb bedømmes bl.a. ved brug af indices baseret på sammensætningen af "bundlevende makroinvertebrater". Sådan er det i landene inden for EU, og dermed også i Danmark (Miljøstyrelsen 1998; Wiberg-Larsen 2024, Wiberg-Larsen & Rasmussen 2020). Indices er 'opfundet' for at kunne vise graden af miljøpåvirkninger. I vandløb er der tale om dels let-nedbrydeligt organisk stof, dels fysiske forhold, og i søer primært fosfor. I U.K., hvor *D. villosus* er indvandret for nylig, angives den imidlertid at 'underminere' de nationalt anvendte makroinvertebratindices (MacNeil m.fl. 2012). Når arten dramatisk ændrer samfundene af makroinvertebrater, vil de anvendte indices ikke længere afspejle de miljøpåvirkninger, der er forudsat i de pågældende indices. Det er problematisk, hvor arten får fodfæste. Noget lignende kan meget vel ske hos os.

Artens fremtid i Danmark

Vi forudser, at *D. villosus* af egen drift vil sprede sig yderligere i Gudenåsystemet. Den forventes at 'erobre' nedre Gudenå (nedstrøms for Silkeborg Langsø), muligvis også den øvre del (ovenfor Ry Mølle), og dertil de mange større tilløb. Derudover burde den uhindret kunne indvandre til nogle af vores reneste søer, først og fremmest Almind Sø (via Vejlsø og Fårbæk), som huser Danmarks i særklasse artsrigeste smådyrsfauna (Wiberg-Larsen &

Rasmussen 2020). Det er uheldigt, ikke mindst fordi søens økosystem i forvejen er under pres som følge af intensiv udnyttelse som badesø. Derudover vil den true den smådyr-artsrige Thorsø via indvandring gennem Gravbæk. Til gengæld er Slåensø, en af landets reneste og mest smådyr-artsrige søer, umiddelbart bedre beskyttet mod indvandring. Opstemningen af Milling Bæk (4 m høj), som forbinder søen med Borresø (Figur 7), kan ikke umiddelbart forceres af arten. Der er dog et ålepas, som hvis det fungerer, teoretisk kan fungere som adgangsvej. Vores undersøgelser viser dog, at *D. villosus* forekommer i nedre del af Milling Bæk, men endnu ikke havde spredt sig til den øvre stærkt strømmende del nærmest stemmeværket, muligvis fordi levestedet her er uegnet. Det skal her nævnes, at OD den 30. juli 2024 fandt *D. villosus* umiddelbart nedstrøms for stemmeværket.

Alt i alt er der næppe et mere uheldigt sted for introduktion af *D. villosus* end Gudenåsystemet, der er Danmarks største, og som huser en efter danske forhold enestående biodiversitet af smådyr, vandplanter og fisk.

Dansk navn

Som nævnt omtales *D. villosus* på engelsk som "killer shrimp", der på dansk direkte kan oversættes til "dræberreje". Der er givetvis megen appel i navnet; det er nemt at huske og refererer til artens store indflydelse på lokale økosystemer. Vi synes imidlertid, at der er gået inflation og sensation i brugen af ordet 'dræber': Dræbersnegl, dræbergoble, dræbermyg, osv. Og frem for alt er der tale om et slangudtryk.

En fordansket udgave af artens latinske navn er håret (villus = hår), to-hornet (= dikero) tangloppe. Ikke ligefrem mundret, ligesom arten ikke er specielt håret sammenlignet med den ene af de to *Dikerogammarus*-arter, som måske også vil indvandre til Danmark. Til gengæld er den væsentlig større end disse, ligesom den er et udpræget rovdyr. Vi foreslår derfor som dansk navn: Stor rovtangloppe.

TAK

Biolog Inge Christensen, Miljøstyrelsen Østjylland, takkes for oplysninger om NOVANA overvågningen af Gudenå-systemets mange søer. Desuden takker vi fagfællebedømmere og redaktionen for konstruktive forslag til forbedringer af manuskriptet.

CITERET LITTERATUR

- Biodiversitetsrådet (2022) Fra tab til fremgang - beskyttet natur i Danmark i et internationalt perspektiv. Biodiversitetsrådet, 168 s.
- Boets, P, Lock K, Messiaen M, Goethals, PLM (2010). Combining data-driven methods and lab studies to analyse the ecology of *Dikerogammarus villosus*. Ecological Informatics 5: 133-139.
- Cuthbert RN, Kotronaki SG, Dick JT & Briski E (2020) Salinity tolerance and geographical origin predict global alien amphipod invasions. Biology Letters 16: 20200354.
- Dahlgreen O (2024) Quaggamusling (*Dreissena rostriformis bugensis*), artsbeskrivelse. Naturbasen, <https://www.naturbasen.dk/art?id=45469> (tilgået 18. marts 2024).
- Dettloff K, Núñez G, Baker E, Fusaro AJ & Bartos A (2024) *Dikerogammarus villosus* (Sowinsky, 1894). U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, and NOAA Great Lakes Aquatic Nonindigenous Species Information System, Ann Arbor, MI. https://nas.er.usgs.gov/queries/greatlakes/FactSheet.aspx?Species_ID=3609&Potential=Y&Type=2 (tilgået april 2024).
- Devin S, Piscart C, Beisel J-N & Moreteau JC (2003) Ecological traits of the amphipod invader *Dikerogammarus villosus* on a mesohabitat scale. Archiv für Hydrobiologie 158: 43-56.
- Dick JTA & Platvoet D (2000) Invading predatory crustacean *Dikerogammarus villosus* eliminates both native and exotic species. Proceedings of the Royal Society of London, series B 267: 977-983.
- Dobson M (2012) Identifying Invasive Freshwater Shrimps and Isopods. Freshwater Biological Association, 29 s.
- Dodd JA, Bick JTA, Alexander ME, MacNeil C, Dunn AM & Aldridge DC (2014) Predicting the ecological impacts of a new freshwater invader: functional responses and prey selectivity of the 'killer shrimp', *Dikerogammarus villosus*, compared to the native *Gammarus pulex*. Freshwater Biology 59: 337-352.
- Eggers TO & Martens A (2001) A key to the freshwater Amphipods (*Crustacea*) of Germany. Lauterbornia 42: 1-68.
- Ejrnæs R, Nygaard B, Kjær C, Baatrup-Pedersen A, Brunbjerg AK, Clausen K, Fløjgaard C, Hansen JLS, Hansen MDD, Holm TE, Johnsen TJ, Johansson LS, Moeslund JE, Sterup J, Hansen RR, Strandberg B, Søndergaard M & Wiberg-Larsen P (2021) Danmarks biodiversitet 2020 – tilstand og udvikling. 270 s. Videnskabelig rapport nr. 465. NOVANA, Aarhus Universitet Institut for Ecoscience, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- Gudenåkomitéen (2024) Vandremuslinger – godt eller skidt. Gudenåkomitéen. <https://videnomgudenaen.silkeborg.dk/aaens-dynamik/vandremuslinger-godt-eller-skidt> (tilgået juni 2024).
- Haase P, Bowler DE, Baker NJ, Bonada N, Domisch S, Marquez JRG, Heino J, Hering D, Jähnig JC m.fl. (2023) The recovery of European freshwater biodiversity has come to a halt. Nature, 9. August 2023 (<https://doi.org/10.1038/s41586-023-06400-1>).
- Haubrock PJ, Ahmed DA, Cuthbert RN, Stubbington R, Domisch S, Marquez JRG, Beidas A, Amatulli G, Kiesel, J, Shen LQ, Soto I m.fl. (2022) Invasion impacts and dynamics of a European-wide introduced species. Global Change Biology 28: 4620-4632.
- Haubrock PJ, Soto I, Kourantidou M, Ahmed DA, Serhan Tarkan A, Balzani P, Bego K, Kouba A, Aksu S, Briski E, m.fl. (2024) Understanding the complex dynamics of zebra mussel invasions over several decades in European rivers:

- drivers, impacts and predictions. *Oikos* 2024: e10283. <https://doi.org/10.1111/oik.10283>
- Jermacz L & Kobak J (2018) The Braveheart amphipod: a review of responses of invasive *Dikerogammarus villosus* to predation signals. *PeerJ* 6: e5311 (DOI 10.7717/peerj.5311)
- Johansson LS, Søndergaard M, Andersen PM & Sørensen PB (2023) Søer 2021. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi No. 528 (<https://dce2.au.dk/pub/SR528.pdf>).
- Josens G, Bij de Vaate A, Usseglio-Polatera P, Cammaerts R, Chérot F, Grisez F, Verboonen P & Vanden Bossche J-P (2005) Native and exotic Amphipoda and other Peracarida in the River Meuse: new assemblages emerge from a fast-changing fauna. *Hydrobiologia* 542: 203-220.
- Kley A & Maier G (2005) An example of niche partitioning between *Dikerogammarus villosus* and other invasive and native gammarids: a field study. *J. Limnol.* 64 (1), 85-88, <http://dx.doi.org/10.4081/jlimnol.2005.85>.
- Mayer G, Maier G, Maas A & Waloszek D (2009) Mouthpart morphology of *Gammarus roeselii* compared to a successful invader, *Dikerogammarus villosus* (Amphipoda). *Journal of Crustacean Biology* 29: 161-174.
- MacNeil C, Boets P & Platvoet D (2012) "Killer shrimps", dangerous experiments and misguided introductions: how freshwater shrimp (Crustacea: Amphipoda) invasions threaten biological water quality monitoring in the British Isles. *Freshwater Reviews* 5: 21-35.
- Mastitsky S (2009) *Dikerogammarus villosus* (killer shrimp). *CABI Compendium* (<https://doi.org/10.1079/cabicompdiu.108309>).
- Miljøstyrelsen (1998) Biologisk bedømmelse af vandløbskvalitet. Vejledning fra Miljøstyrelsen nr. 5, 42 s.
- Minchin D, Arbačiauskas K, Daunys D, Ezhova E, Grudule N, Kotta J, Molchanova N, Olenin S, Višinskienė G & Strake S (2019) Rapid expansion and facilitating factors of the Ponto-Caspian invader *Dikerogammarus villosus* within the eastern Baltic Sea. *Aquatic Invasions* 14: 165-181 (<https://doi.org/10.3391/ai.2019.14.2.02>)
- Moeslund JE, Nygaard B, Ejrnæs R, Alstrup V, Baagøe HJ, Bell N, Bruun LD, Bygebjerg R, Carl H, Christensen M, Damgaard J, Dylmer E, Elmeros M, Flensted K, Fog K, Goldberg I, Gøngø H, Heilmann-Clausen J, Helsing F, Holm ME, Holmen M, Jørgensen GP, Jørum P, Karsholt O, Larsen MN, Lissner J, Læssøe T, Madsen HB, Martin O, Misser J, Møller PR, Nielsen OF, Olsen K, Sterup J, Schmidt HT, Søchting U, Teilmann J, Thomsen PF, Tølsgaard S, Vedel-Smith C, Vesterholt J, Wiberg-Larsen P & Wind P (2023) Den Danske Rødliste. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. (www.redlist.au.dk).
- Nentwig W, Bacher S, Kumschick S, Pyšek P & Vilà M (2018) More than "100 worst" alien species in Europe. *Biological Invasions* 20: 1611-1621.
- Pöckl M (2009) Success of the invasive Ponto-Caspian amphipod *Dikerogammarus villosus* by life history traits and reproductive capacity. *Biological Invasions* 11: 2021-2041.
- Rewicz T, Grabowski M, MacNeil C & Bączela-Spychalska K (2014) The profile of a 'perfect' invader - the case of killer shrimp, *Dikerogammarus villosus*. *Aquatic Invasions* 9: 267-288.
- Roje S, Švagrová K, Veselý L, Sentis A, Kouba A & Buřič M (2021) Pilferer, murderer of innocents or prey? The potential impact of killer shrimp (*Dikerogammarus villosus*) on crayfish. *Aquatic Sciences* 83, 5. <https://doi.org/10.1007/s00027-020-00762-8>
- Sand-Jensen L & Schou JC (2022) Danmarks biodiversitet - før, nu og i morgen. Gads Forlag, 239 s.
- Šidagytė E, Solovjova S, Šniaukštaitė V, Šiaulyš A, Olenin S & Arbačiauskas K (2017) The killer shrimp *Dikerogammarus villosus* (Crustacea, Amphipoda) invades Lithuanian waters, South-Eastern Baltic Sea. *Oceanologia* 59: 85-91.
- Soto I, Cuthbert RN, Ricciardi A, Ahmed DA, Altermatt F, Schäfer RB, ArchambaudSuard G, Bonada N, Cañedo-Argüelles M, Csabai Z m.fl. (2023) The faunal Ponto-Caspianization of central and western European waterways. *Biological Invasions* 25: 2613-2629. <https://doi.org/10.1007/s10530-023-03060-0>
- Soto I, Balzani P, Carneiro L, Cuthbert RN, Macêdo R, Tarkan AS, Ahmed DA, Bang A, Baccala-Spychalska K, Bailey SA, Baudry m.fl. (2024) Taming the terminological tempest in invasion science. *Biological Reviews* (2024) 1357-1390.
- Stebbing TRR (1899) Amphipoda from the Copenhagen Museum and other sources, part II. *The Transactions of the Linnean Society of London: Zoology.* (ser 2) 8: 395-432, Pls 30-35.
- Strandberg B, Andersen P, Bruhn A, Buur H, Carl H, Elmeros M, Fox A, Holmstrup M, Kjær C, Kristensen HV, Slotsbo S, Strandberg MT & Wiberg-Larsen P (2023) Konsensus omkring vurdering af ikke-hjemmehørende arter i Danmark I. Aarhus Universitet, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Teknisk rapport nr. 271, 48 s. (<http://dce2.au.dk/pub/TR271.pdf>)
- United Nations (1992) Convention on biological diversity, 28 s. (<https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-en.pdf>)
- Van Dorssen M (2020) Invasion history of the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas) in the Gudenå River system in Denmark. MS thesis, Section for Genetics, Ecology and Evolution, Department of Bioscience, Aarhus University, 50 s.
- VLIZ (2024) *Dikerogammarus villosus* - Killer shrimp. Non-Indigenous species in the Belgium part of the North Sea and the Scheldt-Estuary. Website (<https://www.vliz.be/niet-inheemse-soorten/en/dikerogammarus-villosus>) (tilgået marts 2024).
- Warren DA, Bradbeer SJ & Dunn AM (2021) Superior predatory ability and abundance predicts potential ecological impact towards early-stage anurans by invasive 'Killer Shrimp' (*Dikerogammarus villosus*). *Nature Portfolio, Scientific Reports* 11:4570 (<https://doi.org/10.1038/s41598-021-82630-5>)
- Wiberg-Larsen P (2024) Makroinvertebrater (smådyr) i vandløb. Teknisk anvisning V07, version 2.6, DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet, 26 s.
- Wiberg-Larsen P, Friberg N, Baattrup-Pedersen A & Kristensen EA (2012) Er miljøkvaliteten i vore vandløb forbedret? *Vand & Jord* 19: 62-65.
- Wiberg-Larsen P & Rasmussen JJ (2019) Interkalibrering af bearbejdning af DVFI prøver (basis & udvidet niveau). Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, 20 s.
- Wiberg-Larsen P & Rasmussen JJ (2020) Revised Danish macroinvertebrate index for lakes - a method to assess ecological quality. Aarhus University, DCE - Danish Centre for Environment and Energy, Scientific Report No. 373, 42 s. (<http://dce2.au.dk/pub/SR373.pdf>)
- Wiberg-Larsen P & Sand-Jensen K (2023) Arters forsvinden fra Danmark i nyere tid. *Flora og Fauna* 128: 45-56.