ISSN 1211-8788 *Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae*
110(1–2): 59–75, 2025

Příspěvek k rozšíření a ekologii vznášivky slanomilné (*Arctodiaptomus bacillifer*, Copepoda: Calanoida) na území Česka

[Contributions to the distribution and ecology of *Arctodiaptomus bacillifer* (Copepoda: Calanoida) in Czechia]

Dominik Pliska[1*], Alžbeta Devánová[1], Ivo Přikryl[2]

[1]*Ústav botaniky a zoologie, Přírodovědecká fakulta, Masarykova univerzita, Kotlářská 2, 611 37 Brno, Česko; email: dominikpliska@gmail.com (* corresponding author)*
[2]*Enki, o. p. s, Dukelská 135, 37901 Třeboň, Česko*

Pliska D., Devánová A., Přikryl I. 2025: Contributions to the distribution and ecology of *Arctodiaptomus bacillifer* (Copepoda: Calanoida) in Czechia. *Acta Musei Moraviae, Scientie biologicae* **110(1–2):** 59–75. – This article presents new records of the calanoid species *Arctodiaptomus bacillifer* in Czechia, outside Lednice fishponds. All of the new sites are located in lowlands where former salt marshes occurred. Furthermore, we found that the sites where the species occurred were characterized by significantly higher amounts of nutrients (TP and TN) and higher concentrations of chloride and potassium ions compared to sites in southern Moravia, where the species was not found. We also observed large intraspecific variation in the P5 legs of males, a crucial feature commonly used in the identification of Calanoid species.

Keywords. crustaceans, Copepoda, Calanoida, salt marshes, Lednické fishponds, newly built pools, intraspecific variability

Úvod

Vznášivky rodu *Arctodiaptomus* Kiefer, 1932 se vyskytují převážně na území západního Palearktu, kterou osidluje celkem 40 druhů (Kiefer 1978), přičemž celá řada z nich obývá malé areály jako například *A. stephanidesi* (Pesta, 1935) a *A. steindachneri* (Richard, 1897). Zajímavostí jsou dva endemické druhy, konkrétně *A. fischeri* (Rylov, 1992) vyskytující se v pohoří Kavkazu (Borutzky *et al.* 1991) a *A. belgrati* Mann, 1940 popsaný z území Turecka (Mann 1940), avšak současně doložen pouze z několika lokalit v Rumunsku (Demeter & Marrone 2009). Donedávna patřil mezi endemické druhy i *A. piliger* (Brehm, 1955), jehož jediným nálezem byla lokalita popisu na Krétě (Brehm 1955), avšak po důkladné revizi (Marrone *et al.* 2019) je současně tento druh synonymizován s *A. alpinus* (Imhof, 1885). Centrum výskytu rodu *Arctodiaptomus* se nachází ve východní a jižní Evropě (Błędzki & Rybak 2016), tedy v oblastech s nejvyšší diverzitou čeledi Diaptomidae v Evropě (Marrone *et al.* 2017), avšak areály některých druhů zasahují až do centrální a severní Asie (Kiefer 1978). Historicky se na území Česka vyskytovaly dva druhy tohoto rodu (Hrabě *et al.* 1954, Šrámek-Hušek 1953), konkrétně vznášivka Wierzejského (*A. wierzejskii* Richard, 1888) a vznášivka slanomilná (*A. bacillifer* (Koelbel, 1885)). V současné době je z našeho území potvrzen pouze výskyt vznášivky slanomilné, zatímco poslední nálezy vznášivky Wierzejského jsou uvedeny

v práci Hrabě *et al.* (1954), kde autoři uvádějí hojný výskyt tohoto druhu na Moravě a místy v Čechách.

V druhé polovině 20. století byla vyjasněna taxonomie vznášivky slanomilné (Kiefer 1971), kdy se z tohoto druhu vyčlenilo hned několik dalších, včetně *A. alpinus* nebo *A. laticeps* (Sars, 1862). Z pohledu studovaného území můžeme tvrdit, že u všech níže zmíněných historických nálezů se s největší pravděpodobností jednalo o druh *Arctodiaptomus bacillifer* s. str., který se od ostatních liší jak morfologicky, tak především svými ekologickými nároky. Populace vznášivky slanomilné v Panonské nížině obývají zejména menší vysychavé biotopy nižších poloh vyznačující se vysokou salinitou (Brtek 1977, Gaviria 1998, Tóth *et al.* 2014, Gavrilović *et al.* 2018), a také rozsáhlá slaná jezera jako je Neziderské jezero nebo jezero Velence (Gaviria 1998, Vadadi-Fülöp *et al.* 2008), zatímco zaměnitelný druh *A. alpinus* obývá stojaté vody vyšších poloh (Błędzki & Rybak 2016).

Vznášivka slanomilná má v současnosti na jižní Moravě západní hranici svého areálu, přičemž je převážně rozšířená ve stojatých vodách stepí východní Evropy (Samychyshyna 2008) a dále přes Rusko (např. Kirova & Oydup 2022), Kazachstán (např. Krupa & Aubakirova 2021) až do Mongolska (např. Sheveleva *et al.* 2023). Ostrůvkovitě se vyskytuje i v jiných evropských státech například na Krétě (Marrone *et al.* 2019). Zajímavostí je odlišná preference biotopů, kdy ve východní části areálu preferuje chladné oligotrofní vody s nízkými koncentracemi iontů (Krupa & Kenzheyeva 2025).

Výskyt na území ČR byl historicky vázán především na soustavu Lednických rybníků, jak dokladují první a zároveň i poslední souhrnné studie zabývající se diverzitou zooplanktonu v ČR (Šrámek-Hušek 1953, Hrabě *et al.* 1954). První publikovaný nález tohoto druhu je ze začátku 20. století. Zimmermann (1923) ve své práci popisuje hojný výskyt na rybníce Nesyt, který je součástí soustavy Lednických rybníků. Avšak výskyt této vznášivky zde nebyl o dva roky později potvrzen Soudkem (1929). Ten nepřítomnost diskutoval výměnou druhu ve společenstvu za vznášivku ztepilou (*Eudiaptomus gracilis* Sars, 1863), nebo dokonce jejich záměnou při determinaci. Otazník nad výskytem vznášivky slanomilné u nás byl vyřešen o několik let později v práci Bayer & Bajkov (1929), kde autoři vznášivku opakovaně nalezli na rybníce Nesyt ve vysokých denzitách. Následně byla společenstva zooplanktonu Lednických rybníků studována až mezi lety 1956 a 1962 (Losos & Heteša 1971), tedy již po zvýšení produkce ryb zavedením hnojení a přikrmování na rybnících. Navzdory těmto velkým změnám byla vznášivka slanomilná stále přítomna v rybníce Nesytu s výjimkou krátkých období po jeho vypuštění, kdy ji autoři výše zmíněné práce nalezli na ostatních rybnících v soustavě (Losos & Heteša 1971). Vyjma rybníku Nesyt byla vznášivka slanomilná v tomto období nalezena v několika plůdkových rybnících umístěných na soustavě Lednických rybníků, konkrétně v plůdkových výtažnících Jan, Jaroslav, Bohumír a Matouš (Losos & Heteša 1972). V letech 1973 a 1975 ji Přikryl sbíral v Nesytu, Hlohoveckém a Prostředním (Faina & Přikryl 1994). V následujícím období se vystupňovala intenzita chovu ryb, takže v letech 1994 a 1995 nebyla zjištěna v žádném z rybníků. Ojedinělý nález několika jedinců pochází z rybníku Výtopa u Nesytu ze začátku května roku 1995

Obr. 1. Lokalita výskytu vznášivky slanomilné (ZIMMERMANN 1923) Hofteich na mapě z Císařských otisků z roku 1825.
Fig. 1. Location of occurrence of *Arctodiaptomus bacillifer* (ZIMERMANN 1923) Hofteich on Císařské otisky (map of stable cadastre from 1825).

(FAINA & PŘIKRYL 1995). V 90. letech 20. století došlo na Lednických rybnících k výrazným změnám v hospodaření. Snížení rybích obsádek vedlo k rychlému obnovení populace v Nesytu v roce 1996, v Hlohoveckém rybníku v roce 1997 (FAINA & PŘIKRYL 1997) a následně k rozšíření vznášivky slanomilné do všech ostatních rybníků na soustavě (SYCHRA *et al.* 2008, PŘIKRYL 2023). Rozšíření výskytu mělo pozitivní vliv na zařazení vznášivky slanomilné do kategorií ohroženosti v Červeném seznamu, kdy byla přeřazena z kategorie EN (silně ohrožený, FOTT *et al.* 2005) do kategorie NT (téměř ohrožený, PŘIKRYL 2017). Kromě výskytu na Lednických rybnících publikoval ZIMMERMANN (1923) jeden další záznam o výskytu vznášivky slanomilné, který v průběhu let zapadl. Nalezl ji na dnes již zaniklé lokalitě Hofteich (Obr. 1) poblíž Velkých Němčic, což byl mokřad vyznačující se vysokou salinitou. Cílem této studie

bylo i) zmapovat současný výskyt vznášivky slanomilné (*Arctodiaptomus bacillifer*) na jižní Moravě; ii) vyhodnotit, zda se tento druh vyskytuje ve specifickém typu společenstva zooplanktonu; iii) vyhodnotit, zda je výskyt vznášivky slanomilné ovlivněn specifickými podmínkami prostředí; a iv) popsat variabilitu běžně používaných determinačních znaků ve sledovaných populacích vznášivky slanomilné na jižní Moravě.

Metodika

Studované území

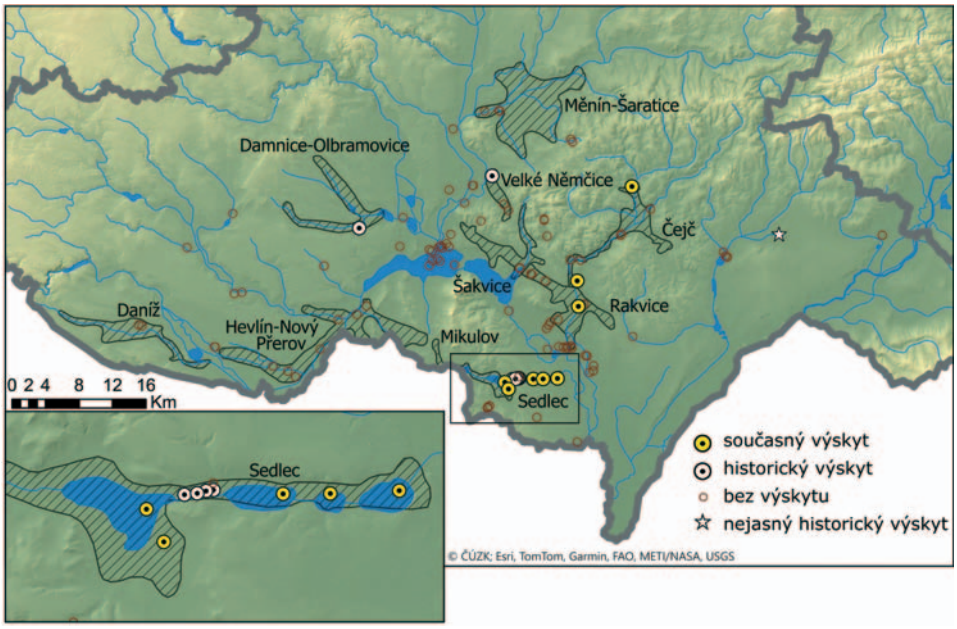
Jižní Morava je převážně nížinné území nacházející se na jihovýchodě Česka, kde částečně zasahuje výběžek biogeografického regionu Panonie. Převážná část jižní Moravy je z geologického hlediska pokryta čtvrtohorními fluviálními sedimenty, které byly deponovány po rozsáhlých erozích na horních tocích řek z důvodu významného odlesnění. Důležitým prvkem krajiny tohoto území byla odnepaměti slaniska, hojně rozšířená v Dyjsko-svrateckém úvalu, dyjské části Dolnomoravského úvalu a údolí Trkmanky. Slaniska se nejčastěji vyskytovala v sezónně zamokřených terénních depresích mimo aluvia velkých řek (například podél drobných vodotečí Daníž, Trkmanka nebo Včelínek), ale také v místech navazujících na slaná jezera (Čejčské, Kobylské a Terezínské), nebo dokonce u některých rybníků v oblasti (Obr. 2). Z hydrochemického hlediska na slaniscích dominují vody s vysokou koncentrací solí, která je způsobena vzlínáním podzemní vody bohaté na minerální látky, především na ionty síry, hořčíku a vápníku.

Lednické rybníky

První písemné zmínky o Lednických rybnících pochází z počátku 15. století. Již tehdy byla soustava tvořena čtyřmi rybníky (Nesyt, Hlohovecký, Prostřední a Mlýnský). V současnosti k nim přibylo osm plůdkových výtažníků nacházejících se mezi Nesytem a Hlohoveckým rybníkem, ale také další rybník Výtopa Nesytu. Od počátku jejich studia autoři upozorňovali na neobvyklý chemismus zdejších rybníků způsobený vysokými koncentracemi chloridů, síranů, ale také iontů vápníku a hořčíku. Zmíněný chemismus na rybnících přetrvává dodnes. Přítomnost podloží bohatého na minerální látky dokladuje také lokalita NPR Slanisko u Nesytu, která na zmíněný rybník přímo navazuje a v současnosti je vnímaná jako jedno z nejzachovalejších slanisek ve studované oblasti.

Odběr vzorků a analýza dat

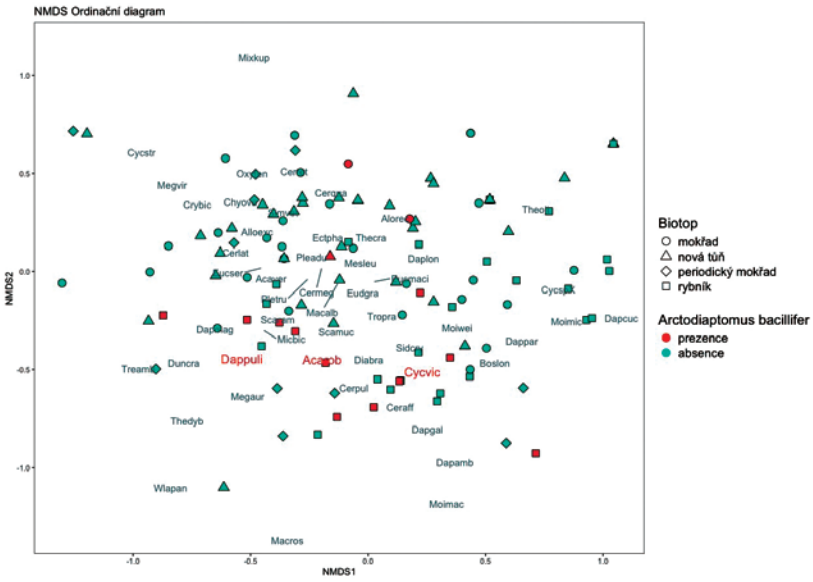
Pro účely vyhodnocení výskytu vznášivky slanomilné byly použity vzorky z celkem 83 lokalit odebraných za účelem vyhodnocení biodiverzity mokřadů v zemědělské krajině jižní Moravy (projekty TAČR SS06010189 a LIFE in Salt Marshes). Všechny lokality se nacházejí v oblastech výskytu historických nebo současných slanisek. Vzorkování probíhalo vždy v měsíci červnu mezi roky 2020 a 2024. Spolu s námi odebranými vzorky bylo analyzováno 18 historických údajů o složení společenstev zooplanktonu z dané oblasti (Zachařová 1959, Sobotková 1970, Losos & Heteša 1972, Přikryl 1976; nepublikované sběry Kořínek 1956, Přikryl 1998). Odběr vzorků zooplanktonu



Obr. 2: Mapa rozšíření vznášivky slanomilné na jižní Moravě, kde jsou vyznačeny oblasti historicky se nacházejících slanisek viz. Danihelka *el al.* 2022.

Fig. 2. Distribution map of *Arctodiaptomus bacillifer* in southern Moravia, where salt marshes historically occurred. They are shown as black areas. The yellow points represent sites with current occurrence of *A. bacillifer*, white points represent sites with historical occurrence (before 2000), brown points sites without its occurrence, and the white star represents a site with uncertain occurrence of *A. bacillifer*.

probíhal vždy standardní metodou, a to pomocí planktonní vrhací sítě o průměru ok 100 µm dle metodiky Přikryl (2006). Následná determinace planktonních korýšů probíhala pod světelným mikroskopem za pomoci klíčů Amoros (1984), Einsle (1993), Kořínek (2005), Přikryl (2022) a Šorf (2020). Data byla zpracována a analyzována v pracovním prostředí programu R (R CORE TEAM 2022) za použití balíčku funkcí vegan (Oksanen *et al.* 2022) a indicspecies (De Caceres & Legendre 2009). Veškeré analýzy byly provedeny na základě presenčně absenčních dat, jelikož nebylo možné získat údaje o denzitách zooplanktonu ze všech historických prací. Pro porovnání skladby společenstev planktonních korýšů na lokalitách s výskytem a bez výskytu vznášivky slanomilné bylo použito nemetrické mnohorozměrné škálování (NMDS) vycházející z matice Jaccardových nepodobností. Z důvodu vysoké hodnoty stresu na prvních dvou osách byla použita k interpretaci výsledků i třetí osa. Ke zjištění druhů indikujících přítomnost vznášivky slanomilné ve společenstvu zooplanktonu dané lokality byla použita analýza indikátorových druhů testovaná permutačním testem za použití 9999 permutací. Do obou analýz vstupovala společenstva zooplanktonu bez přítomnosti vznášivky slanomilné, aby nedocházelo k definici kruhem. Pro zjištění ekologických nároků studovaného druhu



Obr. 3: Ordinační diagram mnohorozměrné analýzy NMDS, kde jsou jednotlivými symboly zobrazeny odlišné typy stojatovodních biotopů. Barvami je vyznačena prezence (červeně) a absence (modře) vznášivky slanomilné. Mimo lokality jsou v ordinačním diagramu promítnuty druhy označené zkratkami. Zkratky byly tvořeny z vědeckých názvů tak, že první tři písmena odpovídají prvním třem písmenům rodového jména a druhé tři písmena odpovídají prvním třem písmenům druhového jména planktonního korýše. Zvýrazněny jsou poté tři druhy, které vyšly v indikátorové analýze druhů jako statisticky významné, tedy indikující přítomnost vznášivky slanomilné ve společenstvu zooplanktonu dané lokality.

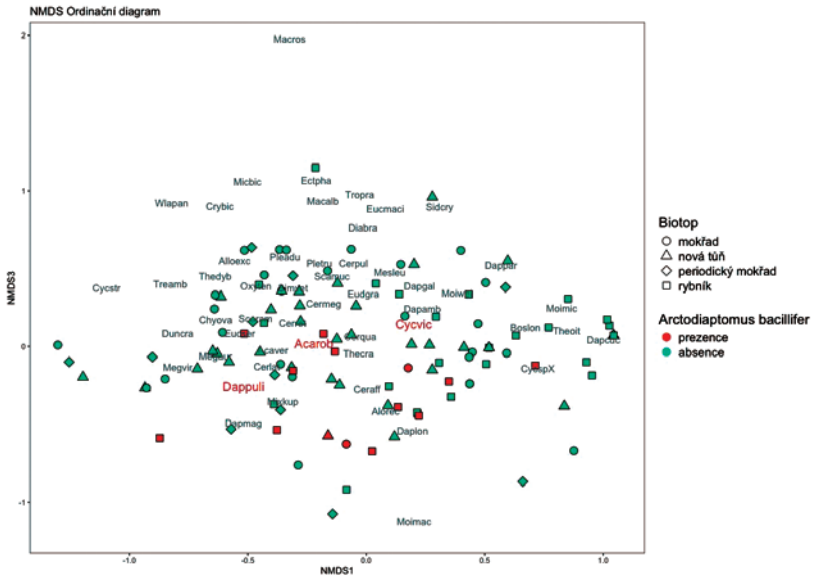
Fig. 3. Ordination diagram as a result of NMDS analysis, where symbols represent the given type of lentic habitat (circle = wetland, triangle = newly built pool, square rotated 90 degrees = ephemeral wetland on arable land, and square = fishpond). Colours indicate the presence (red) or absence (blue) of *Arctodiaptomus bacillifer* in the zooplankton community. Additionally, species marked with abbreviations are displayed in the ordination diagram. The abbreviations were formed so that the first three letters of the abbreviation correspond to the first three letters of the family name, the second three letters of the abbreviation corresponding to the first three letters of the generic name. Three species are highlighted in the ordination diagram because they were identified as significant indicators of the presence of *Arctodiaptomus bacillifer* in zooplankton communities.

byly mezi sebou porovnávány podmínky prostředí na lokalitách s přítomností a bez přítomnosti vznášivky slanomilné pomocí Wilcoxonova neparametrického testu a výsledné p-hodnoty byly upraveny pomocí Bonferroniho korekce pro mnohonásobné porovnání.

Materiál

Nové lokality nálezu vznášivky slanomilné (*Arctodiaptomus bacillifer*)

Moravia mer. (7064), Přírodní památka Troskotovický dolní rybník, Troskotovice, oblast volné vody rybníka, GPS: 48.9221014N, 16.4714925E, 20.5.1998, nižší desítky ind/l, I. Přikryl lgt. et det., coll.



Obr. 4. Ordinační diagram zobrazující první a třetí osu ordinačního prostoru.
Fig. 4. The ordination diagram showing results of NMDS analysis of the first and third axes.

Moravia mer. (7266), Výtopa u Nesytu, Hlohovec, oblast volné vody rybníka, GPS: 48.7666856N, 16.7381558E, 10.5.1995, jednotky ind/l, E. Pecharová lgt., I. Přikryl det., coll.

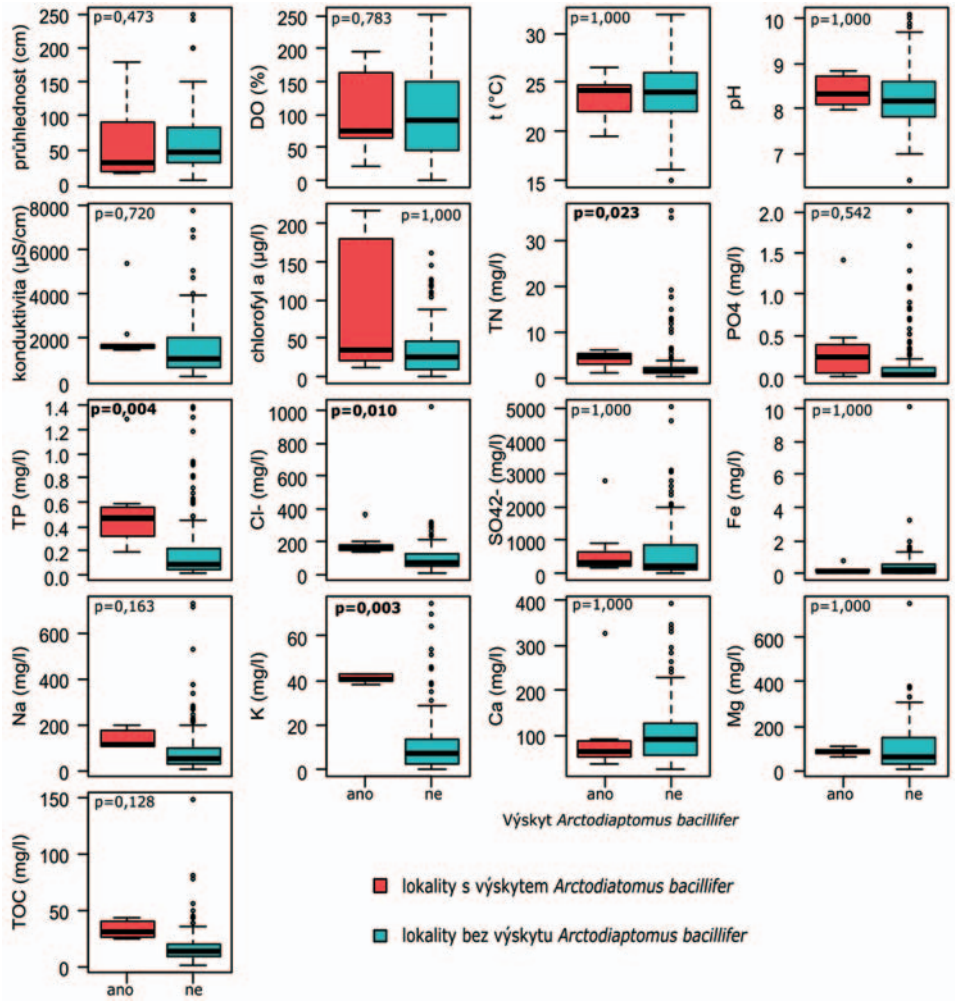
Moravia mer. (7167), vodní nádrž Záblatská, Velké Pavlovice, větší tůň severně od nádrže, GPS: 48.8902978N, 16.8338489E, 10.7.2024, desítky ind/l, D. Pliska & A. Devánová lgt., D. Pliska det., coll. Ústav botaniky a zoologie MU Brno.

Moravia mer. (7167), PP Trkmanec-Rybníčky, Trkmanský Dvůr, malá tůň v centrální části lokality, GPS: 48.8632964N, 16.8401931E, 17.7.2024, desítky ind/l, D. Pliska lgt. et det., coll. Ústav botaniky a zoologie MU Brno.

Moravia mer. (6967), Krumvířský mokřad, Krumvíř, velká tůň umístěna centrálně v lokalitě, GPS: 48.9975014N, 16.9066944E, jednotky ind/l, D. Pliska lgt. et det., coll Ústav botaniky a zoologie MU Brno.

Výsledky

Aktuálně je vznášivka slanomilná doložena ze 14 lokalit na jižní Moravě (Obr. 2), z nichž pouze jediná lokalita Hofteich se nezachovala do současnosti. Nutné je také zmínit, že její výskyt v Troskotovickém rybníce nebyl v současnosti potvrzen a není ani pravděpodobný z důvodu vysokých rybích obsádek. Změna hospodaření na rybníce by v budoucnu mohla vést k obnovení výskytu i zde, jelikož se velmi pravděpodobně na lokalitě nachází trvalá vajíčka uložená ve vaječné bance. Centrum výskytu vznášivky slanomilné se v současnosti stále nachází na soustavě Lednických rybníků. Zde lze vznášivku slanomilnou nalézt ve všech čtyřech velkých rybnících, ale také ve výtopě Nesytu a historicky je výskyt doložen z několika plůdkových rybníků na soustavě



Obr. 5. Porovnání podmínek prostředí na lokalitách s výskytem vznášivky *A. bacillifer* (n=9) a na lokalitách v okolí, kde jeho výskyt nebyl zaznamenán (n=171). Podmínky prostředí byly vždy měřeny v létě (červen anebo začátek července). Rozdíl mezi lokalitami byl testován Wilcoxonovým testem a p-hodnoty byly upraveny pomocí Bonferroniho korekce.

Fig. 5. Comparison of measured variables at sites with *A. bacillifer* occurrence (n=9) and sites nearby, where *A. bacillifer was* not present (n=171). Environmental parameters were measured during the summer period (June or the beginning of July). Differences between localities were tested by the Wilcoxon test, and p-values were corrected by the Bonferroni correction.

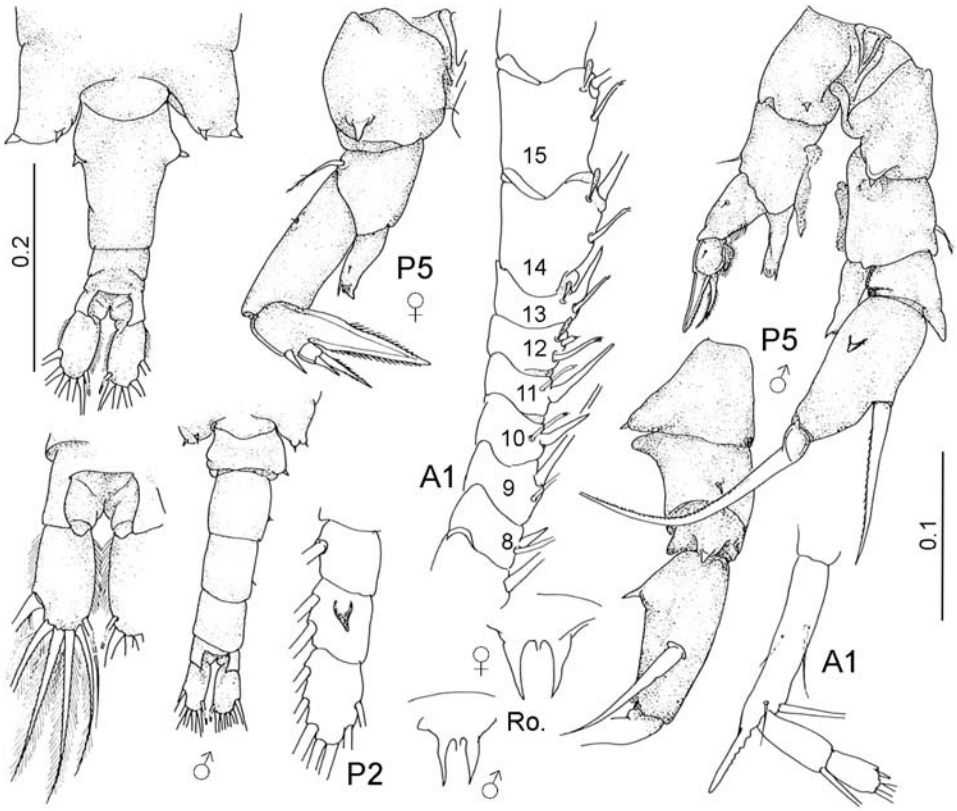
(Obr. 2). Pravděpodobný je též výskyt v blízké lokalitě NPR Slanisko u Nesytu, ale zatím se zde i přes snahu tento druh najít nepodařilo (Přikryl 2021 *in litt.*). Mimo Lednické rybníky se vyskytuje na dvou lokalitách v okolí Velkých Pavlovic a také v mokřadní

lokalitě nedaleko obce Krumvíř (Obr. 2). Významné může být zjištění, že všechny současné, ale i historické lokality výskytu se nacházejí přímo na místě nebo v nejbližším okolí slanisek (Obr. 2).

Jedním z cílů studie bylo vyhodnotit, zda se vznášivka slanomilná vyskytuje ve specifickém typu společenstva zooplanktonu. Za tímto účelem byly vytvořeny ordinační diagramy jakožto výstup mnohorozměrné analýzy NMDS (Obr. 3 a 4). Z diagramů vyplývá, že společenstva planktonních korýšů na lokalitách s výskytem vznášivky slanomilné se od ostatních významně neliší (Obr. 3 a 4). Ordinační diagram s promítnutou první a třetí osou (Obr. 4) pravděpodobně naznačuje širokou toleranci vznášivky slanomilné k predačnímu tlaku ryb, který klesá podél první osy. Výsledek analýzy indikátorových druhů ukazuje, že přítomnost buchanky *Acanthocyclops robustus* (Sars, 1863), hrotnatky rybniční (*Daphnia pulicaria* Forbes, 1893) a buchanky křídlaté (*Cyclops vicinus* Uljamin, 1875) významně indikuje možnou přítomnost vznášivky slanomilné ve společenstvu zooplanktonu. Naopak, pokud ve společenstvu zooplanktonu dominuje buchanka štíhlá (*Thermocyclops oithonoides* Sars, 1863) nebo hrotnatka poříční (*Daphnia curvirostris* Eylmann, 1887), tak není přítomnost vznášivky slanomilné pravděpodobná (tab. 1).

Lokality s výskytem vznášivky *Arctodiaptomus bacillifer* na jižní Moravě se vyznačují významně vyššími koncentracemi chloridových aniontů a draselných kationtů (Obr. 5). Zaznamenali jsme také mírně zvýšenou koncentraci sodných kationtů, avšak rozdíl již nebyl statisticky významný po aplikaci Bonferroniho korekce. Kromě toho byla na těchto lokalitách zjištěna významně vyšší úživnost. Na lokalitách s výskytem tohoto druhu jsme naměřili vyšší koncentrace celkového dusíku a celkového fosforu (Obr. 5).

V námi sledovaných populacích jsme u samců nalezli značnou variabilitu ve znacích, které se běžně používají k determinaci jedinců rodu *Arctodiaptomus*. Na první pohled je patrné rozdílné utváření hyalinní lišty na bazipoditu levé i pravé nohy pátého páru končetin (dále v textu označen jako P5), a to dokonce i u jedinců ze stejné lokality (Obr. 7). V námi odebraných vzorcích jsme pozorovali tři trendy v utváření této lišty. První skupina jedinců byla shodná s popisovaným tvarem (Obr. 6), tedy v proximální části byla lišta mírně vyklenutá a následně vedla úzká linie až ke konci bazipoditu (Obr. 7a). Další jedinci se vyznačovali dvěma navzájem oddělenými kulovitými vyklenutími hyalinní lišty (Obr. 7b). Dokonce se ve vzorcích vyskytovali samci, kteří tuto hyalinní lištu neměli vyvinutou vůbec (Obr. 7c). Jako variabilní se zdá být i výčnělek na prvním exopoditu (EXP1) pravé nohy P5, kdy se ve vzorcích vyskytovali samci se zcela špičatým distálním koncem výběžku (Obr. 7c), ale také úplně zaobleným (Obr. 7a). Taktéž byla pozorována variabilita v délce i tvaru endopoditu pravé P5. U některých samců dosahoval až báze trnu umístěného na EXP2 (Obr. 7b a 7c), avšak u jiných sotva přesahoval EXP1. Odlišnosti byly pozorovány také na levé noze P5 samce (Obr. 8a a 8b). Oproti popisu druhu (Obr. 6) měli všichni jedinci endopodit levé nohy delší než EXP1, u některých dokonce mírně přesahoval EXP2 (Obr. 8b). Lišil se rovněž tvar a velikost hyalinní lišty na bazipoditu levé nohy (Obr. 8a a 8b). Zásadním rozdílem oproti popisu (Obr. 6) je absence chitinózního trnečku v horní polovině zadní plochy EXP2 pravé P5 u některých populací v oblasti, nebo dokonce u některých jedinců v populaci (Obr. 9b a 9c).

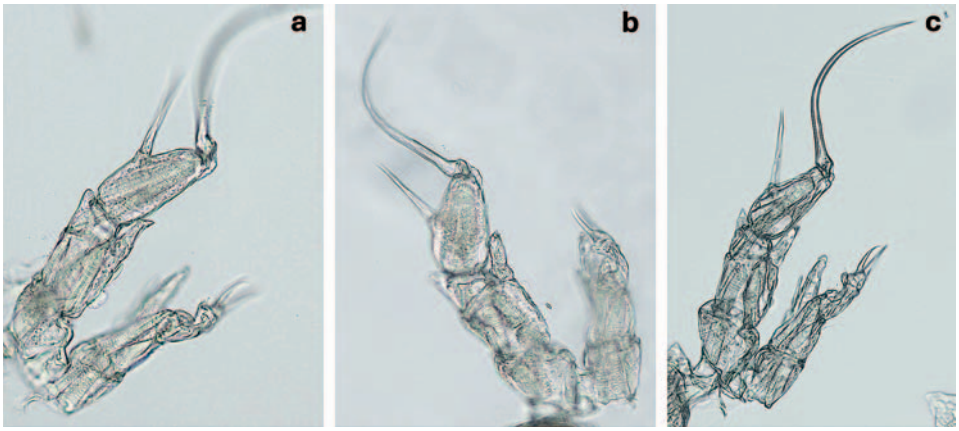


Obr. 6. Obrazová tabule běžně používaných znaků k determinaci vznášivky slanomilné (*A. bacillifer)*. Převzato z publikace Einsle 1993.
Fig. 6. A board of characteristics commonly used for identification (retrieved from Einsle 1993).

U všech námi nalezených jedinců byla pozorována odlišnost ve výběžku vybíhajícího ze třetího článku od konce antenuly samců (Obr. 9a). Tento trneček by měl být vroubkovitě až pilovitě ohraničený, avšak u námi pozorovaných jedinců byl povrch hladký (Obr. 9a).

Diskuze

V současné době se vznášivka slanomilná na jižní Moravě vyskytuje na 12 lokalitách, přičemž tři z nich se nacházejí mimo soustavu Lednických rybníků. Zda dochází k šíření sledovaného druhu nebo byl jeho výskyt pouze přehlížen, nemůžeme s jistotou říci, avšak všechny nové nálezy pochází z lokalit, které leží na místě bývalých rozsáhlých slanisek. Z literatury je známá preference výskytu vznášivky slanomilné na lokalitách s vyšší vodivostí (např. Błędzki & Rybak 2016 nebo Tóth *et al.* 2014), což je v souladu

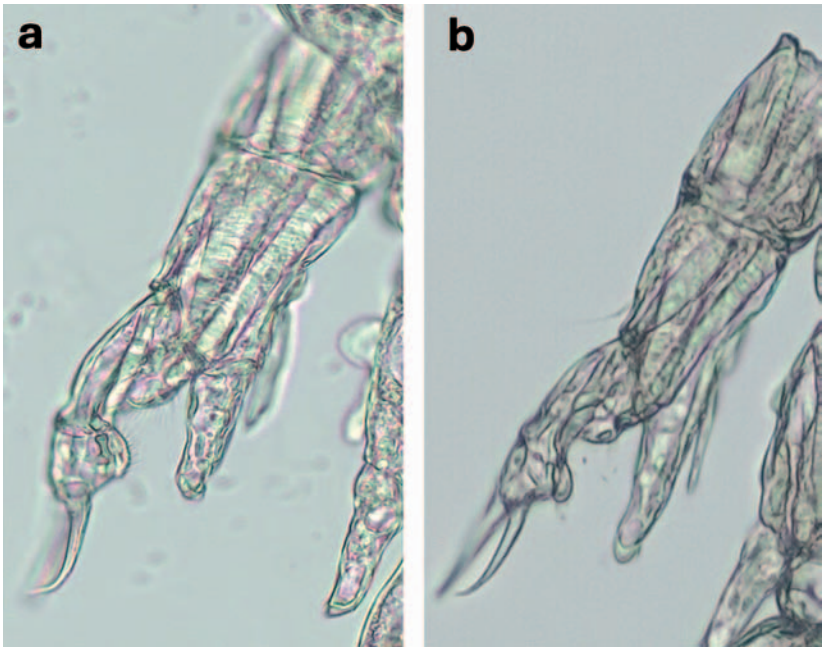


Obr. 7. Variabilita délky a tvaru endopoditu pravé nohy pátého páru končetin (P5) spolu s různým utvářením hyalinní lišty na bazipoditu pravé P5 u samců vznášivky slanomilné (*A. bacillifer*). Taktéž si můžete všimnout různých tvarů háku vycházejícího z distální části druhého exopoditu pravé P5 samců. Jedinci z fotografie a i b jsou z lokality Výtopa u Nesytu, samec na fotografii c z Krumvířského mokřadu.

Fig. 7. Variation in the shape and length of the male endopodite of the right leg of fifth pair of limbs (P5) together with different shape of hyaline membrane on basipodite of right P5. The males in photos a and b are from the site Výtopa u Nesytu, the male in photo c is from the site Kurmvířský wetland.

s našimi pozorováními. Z výsledků vyplývá, že vznášivka slanomilná preferuje více úživné vody, které se zároveň vyznačují vyšší koncentrací aniontů chlóru a draselnými kationty. Z výše uvedených preferencí je možné, že ostrůvkovitě rozmístěné populace sledovaného druhu na zbytcích mokřadů s vyšší salinitou jsou posledními fragmenty výskytu na dříve rozsáhlém území jižní Moravy. Hypotéze by napovídal i zapomenutý nález z lokality Hofteich u Velkých Němčic (Zimmermann 1923) nebo pravděpodobný hojný výskyt v jihomoravských slaných jezerech, který nelze spolehlivě potvrdit. Výskyt vznášivky slanomilné na našem území mimo výběžek Panonské nížiny s přítomnými zbytky slanisek není pravděpodobný.

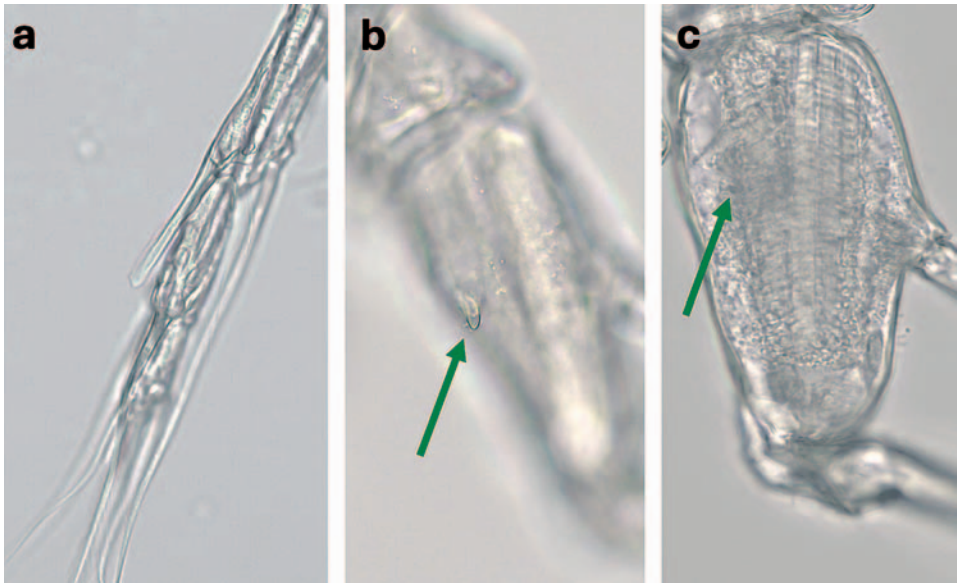
Situace sledovaného druhu se od počátků výzkumu na Lednických rybnících změnila. V současné době ho můžeme nalézt na všech rybnících soustavy a velmi pravděpodobně i v plůdkových rybnících poblíž. Za rozšířením druhu na ostatní rybníky v soustavě mohlo stát zvýšení trofie na ostatních rybnících mezi roky 1971 a 2005, jelikož dle našich výsledků sledovaný druh preferuje více úživné vody. Nové lokality nálezu, konkrétně tůň na lokalitě PP Trkmanec-rybníčky, nově postavená tůň u vodní nádrže Záblatská i Krumvířský mokřad jsou vodní útvary permanentního charakteru, nikoliv vysychavé biotopy nebo velká slaná jezera, ze kterých jsou uváděny nejčastější nálezy tohoto druhu v Panonské nížině (Gaviria 1998, Tóth *et al.* 2014, Gavrilović *et al.* 2018). Je tedy otázkou, zda na okraji areálu vyhledává vznášivka slanomilná jiné biotopy nebo zda jsou malá vodní tělesa v sousedních zemích přehlížena. Zajímavostí je, že i přes snahu nalézt tento druh i v periodických polních mokřadech nebo i jiných typech efemerních biotopů na jižní Moravě se nám to doposud nepodařilo.



Obr. 8. Variabilita endopoditu levé nohy pátého páru končetin (P5) a různých tvarů hyalinní lišty vyrůstající z bazipoditu u samců z Výtopy Nesytu (a) a Krumvířského mokřadu (b).
Fig. 8. Variation in the endopodite of the left leg of the fifth pair of limbs and different shapes of hyaline membrane on the basipodite of females from the sites Výtopa u Nesytu (a) and Krumvířský wetland (b).

V nejnovější studii o rozšíření vznášivky slanomilné autoři (Krupa & Kenzheyeva 2025) vznáší pochybnost o výskytu tohoto druhu v nížinných biotopech s vyšší koncentrací iontů, a tudíž dřívější nálezy z tohoto území pokládají za nutné revidovat. U všech námi uvedených nálezů se podle dostupných determinačních klíčů (včetně klíče přiloženého v publikaci Krupa & Kenzheyeva 2025) jedná o vznášivku slanomilnou (*A. bacillifer*), která minimálně na jižní Moravě skutečně obývá nížinné biotopy s vysokou koncentrací solí a vyšší mírou trofie. Podle aktuálních poznatků jde o velmi variabilní druh vyskytující se v široké škálu biotopů s různou mírou koncentrací solí, rozdílnou trofií i teplotou.

Společenstva planktonních korýšů na lokalitách s výskytem vznášivky slanomilné nejsou významně odlišná od ostatních v námi studované oblasti. Tři druhy zooplanktonu byly vyhodnoceny jako indikátorové pro výskyt vznášivky slanomilné na jižní Moravě. Ve všech případech jde o větší druhy jako jsou buchanky *Cyclops vicinus* a *Acanthocyclops robustus*, ale také perloočka *Daphnia pulicaria*. Neznamená to však, že se vznášivka slanomilná vyskytuje pouze na lokalitách s nízkou mírou rybí predace, což naznačuje výsledek ordinační analýzy, na kterém jsou lokality s jejím výskytem rozprostřeny téměř podél celé první osy pravděpodobně zobrazující gradient rybí



Obr. 9. Trnovitý výběžek (a) na třetím článku od konce antenuly samce. Charakteristický trn (b) v horní polovině zadní plochy druhého exopoditu (EXP2) pravé nohy P5 samce z Výtopy u Nesytu. Zadní plocha EXP2 pravé nohy P5 bez charakteristického trnečku samce taktéž z Výtopy u Nesytu (c; místo, kde by trneček měl být přítomen označeno šipkou).

Fig. 9. Spinous process on the third article from the end of the male antennule (a). Characteristic thorn (b) on the apical surface of the second exopodite (EXP2) of the right leg of P5 male from the site Výtopa u Nesytu. Apical surface of EXP2 of the right leg of P5 without the characteristic spine of a male from the site Výtopa u Nesytu (c; place where the thorn should be present is marked by arrow).

predace. Nebyla nalezena pouze na lokalitách s vysokou intenzitou rybí predace způsobenou střevličkou východní (*Pseudorasbora parva* Temminck & Schlegel, 1846) a karasem stříbřitým (*Carassius gibelio* Bloch, 1782), kde ve společenstvu zooplanktonu převládaly malé druhy zooplanktonu jako nosatička obecná (*Bosmina longirostris* Müller, 1776), buchanka štíhlá (*Thermocyclops oithonoides*), kaluženka malá (*Moina micrura* Kurz, 1875) a hrotnatka jezerní (*Daphnia cuculata* Sars, 1862). Tato hypotéza je podpořena výsledkem indikátorové analýzy, kde buchanka štíhlá indikuje absenci vznášivky slanomilné ve společenstvu zooplanktonu. Druhým indikátorem absence je perloočka hrotnatka poříční (*Daphnia curvirostris*) vyskytující se v malých vodách poblíž aluviích velkých řek. Ve sledovaném území se tyto biotopy nachází mimo oblast výskytu slanisek, a navíc je zde pozorována nízká vodivost, což jsou podmínky prostředí, které vznášivka slanomilná nevyhledává (Samychyshyna 2008).

Ve vzorkovaných populacích sledovaného druhu jsme zaznamenali variabilitu v utváření znaků běžně používaných při determinaci. Oproti popisu druhu byla významně odlišně utvářena hyalinní lišta na bazipoditu levé i pravé nohy pátého páru samců.

Tab. 1. Seznam statisticky významných indikátorových druhů.
Tab. 2. List of indicator species. The first three indicate the presence of *Arctodiaptomus bacillifer* and the others indicate the absence of these species in zooplankton communities.

Druhy indikující přítomnost vznášivky slanomilné

	stat.	**p-hodnota**
Acanthocyclops robustus	0.478	0.0006 ***
Daphnia pulicaria	0.445	0.0013 **
Cyclops vicinus	0.338	0.0239 *

Druhy indikující absenci vznášivky slanomilné

	stat.	**p-hodnota**
Thermocyclops oithonoides	0.601	0.0204 *
Daphnia curvirostris	0.465	0.0427 *

Tab. 2. Porovnání hodnot podmínek prostředí měřených při odběru vzorků, které se statisticky významně lišily mezi lokalitami s výskytem a bez výskytu vznášivky slanomilné.
Tab. 2. Comparison of values of environmental conditions that were statistically significantly different between sites with and without the presence of the *Arctodiaptomus bacillifer*.

	Lokality s výskytem *A. bacillifer*			**Lokality bez výskytu *A. bacillifer***		
proměnná	**minimum**	**maximum**	**průměr**	**minimum**	**maximum**	**průměr**
TN (mg/l)	1,270	6,095	4,225	0,340	36,600	2,669
TP (mg/l)	0,193	1,291	0,502	0,016	1,397	0,192
Cl- (mg/l)	131,000	363,000	185,875	6,700	1030,000	100,892
K (mg/l)	38,100	43,100	40,900	0.200	74,800	10,759

Variabilitu v utváření bazipoditu pravé P5 u samců pozoroval také Einsle (1993), avšak oproti jeho popisu se námi sledované populace liší tím, že hyalinní lišta na pravé P5 samců bývá vždy zhruba v polovině zaškrcená či úplně přerušená. Rozdíly ve znacích používaných k determinaci mezi námi vzorkovanými populacemi a popsanou populací mohou být způsobeny vnitrodruhovou variabilitou ve sledovaném znaku na hranici areálu rozšíření nebo také rozdílnými biotopy výskytu, jelikož Einsle (1993) vyhodnocoval převážně vzorky pocházející z velkých jezer. Variabilitu ve znacích na EXP2 pravé nohy, které se běžně používají k determinaci a odlišení od blízkých druhů, pozorovali ve své práci také Krupa & Kenzheyeva (2025). Uvádí značnou variabilitu ve velikosti chitinózního trnečku a umístění výrazného laterálního trnu, což může vést k záměně s příbuznými druhy *A. acilobatus* (Sars, 1903) a *A. alpinus*. Stejně jako my pozorovali odlišné utváření trnovitého výběžku na třetím článku od konce antenuly, kdy byl hladký, a dokonce u některých jedinců zpětně zahnutý. Určité odlišnosti mohou být taktéž způsobeny manipulací s jedinci, zejména při přikrývání krycím sklíčkem (např. hyalinní membrána na bazipoditu), jelikož se jedná o velmi jemné struktury. Jako vhodné se v budoucnu jeví provést důkladnou studii za pomoci molekulárně-genetických přístupů a spolehlivě tento druh odlišit od druhů blízkých, i kvůli výše popsané variabilitě v důležitých determinačních znacích.

Summary

This article reports on new localities of the occurrence of the Calanoid copepod *Arctodiaptomus bacillifer* in Czechia. All new localities are located outside the Lednice fishponds system, in places where salt marshes has been located in the past. Based on the comparison of sites with and without the presence of *A. bacillifer* within the same region, we found that the species prefers sites with significantly higher concentration of nutrients (total phosphorus and nitrogen concentrations) and higher concentrations of chloride and potassium ions. These findings therefore indicate the possibility of this species occurring in lowland waters with higher concentrations of nutrients and salts. We additionally found that *A. bacillifer* is more likely to occur at sites where *Acanthocyclops robustus*, *Cyclops vicinus* and *Daphnia pulicaria* are present in the zooplankton community. In contrast, its presence is less likely at sites where *Thermocyclops oithonoides* and *Daphnia curvirostris* dominate the zooplankton community. Furthermore, we observed intraspecific variation in the formation of male P5 legs, a key morphological characteristic commonly used in species identification (see Figs 7–9).

Literatura / References

Amoros C. 1984: Crustacés Cladocères. In: Introduction pratique à la systématique desorganismes des eaux continentales françaises. *Publications de la Société Linnéenne de Lyon* **53(4):** 84–93.

Bayer E. & Bajkov A. 1929: Hydrobiological studies of fishponds near Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturace Mendelianae Brunensis* **14:** 1–165.

Błędzki L. A. & Rybak J. I. 2016: *Freshwater crustacean zooplankton of Europe. Cladocera & Copepoda (Calanoida, Cyclopoida). Key to species identification.* Springer International, Switzerland, 936 pp.

Borutzky E. V., Stepanova L. A. & Kos M. S. 1991: *Opriedelitiel Calanoida presnykh vod SSSR. Revision of freshwater Calanoida of the U.S.S.R. (in Russian)*. Nauka, St. Petersburg, 502 pp.

Brtek J. 1977: *Anostraca, Notostraca, Conchostraca a Calanoida Slovenska II. Část*. Acta Rerum Naturalium Musei Nationalis Slovaci, **23:** 117–151.

Brehm V. 1955: Calanoide kopepoden und cladoceran aus Kreta. *Fragmenta Balcanica* **1 (17):** 149–155.

Danihelka J., Chytrý K., Harásek M., Hubatka P., Klinkovská K., Kratoš F., Kučerová A., Slachová K., Szokala D., Prokešová H., Šmerdová E., Večeřa M. & Chytrý M. 2022: Halophytic flora and vegetation in southern Moravia and northern Lower Austria: past and present. *Preslia* **94:** 13–110.

Demeter L. & Marrone F. 2009: Updated checklist and distribution of the inland-water calanoid copepods (Copepoda: Calanoida) of Romania. *North-Western Journal of Zoology* **5 (2):** 370–378.

De Caceres M. & Legendre P. 2009: Associations between species and group of sites: indices and statistical inference. *Ecology* **90:** 3566-3574.

Einsle U. 1993: *Crustacea: Copepoda: Calanoida und Cyclopoida, vol 8/4*. G. Fisher, Stuttgart.

Faina R. & Přikryl I. 1994: *STUDIE RYBÁŘSKÉHO HOSPODAŘENÍ, část 2 (dílčí část plánu péče pro národní přírodní rezervaci Lednické rybníky)*. VÚRH Vodňany, 20 pp.

Faina R. & Přikryl I. 1995: *STUDIE RYBÁŘSKÉHO HOSPODAŘENÍ Rybník Nesyt – 1995*. VÚRH Vodňany, 18 pp.

Faina R. & Přikryl I. 1997: *Vliv některých činitelů prostředí na diverzitu rostlinných a živočišných společenstev vybrané rybniční soustavy NPR Lednické rybníky (závěrečná zpráva)*. ENVI s.r.o. Třeboň, 22 pp.

Fott J., Sukop I. & Přikryl I. 2005: *Copepoda (klanonožci)*. In: Farkač J., Král D. & Škorpík M. (eds.): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR*, Praha: pp. 97–99.

Gaviria S. 1998: Checklist and distribution of the free-living copepods (Arthropoda: Crustacea) from Austria. *Annalen des Naturhistorischen Museums in Wien* **100:** 539–594.

Gavrilović B., Ćirić M., Vesić A., Vidaković D., Novaković B. & Živanović M. 2018: *Biodiversity overview of soda pans in the Vojvodina region (Serbia)*. Journal of the Geographical Institute Jovan Cvijić SASA **68 (2):** 195–214.

Hrabě S., Bartoš E., Fott B., Frankenberger Z., Havlík O., Jančařík A., Jírovec O., Kostroň K., Šrámek-Hušek R., Vondráček K & Weiser J. 1954: *Klíč zvířeny ČSR I: (Prvoci, houby, láčkovci, červi, mechovky, měkkýši, korýši)*. Nakladatelství Československé Akademie Věd, Praha, 538 pp.

Kiefer F. 1971: *Revision der Bacillifer-Gruppe der gattung Eudiaptomus Kiefer (Copepoda: Calanoida)*. Memorie dell'Istituto Italiano di Idrobiol **27:** 113–267.

Kiefer F. 1978: *Das Zooplankton der Binnengewässer. Freilebende Copepoda. Die Binnengewässer,* Stuttgart, 343 pp.

Kirova N. & Oydup C. 2022: *Zooplankton of the Brackish Lakes in Turan-Uyuk basin (Republic of Tyva)*. Journal of Siberian Federal University **15:** 31–47.

Krupa E. & Aubakirova M. 2021: Checklist and distribution of Calanoida (Crustacea: Copepoda) in Kazakhstan (central Asia). *Water* **13 (15)**. Dostupné online: https://doi.org/10.3390/w13152015.

Krupa E. & Kenzheyeva A. 2025: Distribution and some biological features of *Arctodiaptomus* (*Rhabdodiaptomus*) *bacillifer* (Koelbel, 1885) (Copepoda, Calanoida) in Kazakhstan. *Zootaxa* **5673 (2):** 269–279.

Kořínek V. 2005: Dichotomický klíč perlooček (Cladocera) České republiky (nepublikováno).

Losos B. & Heteša J. 1971: Hydrobiological studies on the Lednické rybníky. *Acta scientiarum naturalium Academiae scientiarum bohemoslovacae*, Brno **5 (10):** 1–54.

Losos B. & Heteša J. 1972: *Plankton plůdkových rybníků*. Univerzita J.E. Purkyně, Brno, 96 pp.

Mann A. K. 1940: Über pelagische Copepoden türkischer Seen (mit Berücksichtigung des übrigen Planktons). *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie* **40 (102):** 1–87.

Marrone F., Alfonso G., Naselli-Flores L. & Stoch F. 2017: *Diversity patterns and biogeography of Diaptomidae (Copepoda, Calanoida) in the Western Palearctic.* Hydrobiologia **800:** 45–60.

Marrone F., Alfonso G., Stoch F., Pieri V., Alonso M., Dretakis M. & Naselli-Flores L. 2019: An account on the non-malacostracan crustacean fauna from the inland water of Crete, Greece, with the synonymization of *Arctodiaptomus piliger* Brehm, 1955 with *Arctodiaptomus alpinus* (Imhof, 1885) (Copepoda: Calanoida). *Limnetica* **38 (1):** 167–187.

Oksanen J., Simpson G., Blanchet F., Kindt R., Legendre P., Minchin P., O'Hara R., Solymos P., Stevens M., Szoes E., Wagner H., Barbour M., Bedward M., Bolker B., Borcard D., Carvalho G., Chirico M., De Caceres M., Durand S., Evangelista H., FitzJohn R. Friendly M., Furneaux B., Hannigan G., Hill M., Lahti L., McGlinn D., Ouellette M., Ribero Cunha E., Smith T., Stier A., Ter Braak C. & Weedon J. 2022: *vegan: Community Ecology Package*. R package version 2.6-2, <https://CRAN.R-project.org/package=vegan>.

Přikryl I. 1976: *Zooplankton jihomoravských tůní u Mušova*. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Brno, 71 pp.

Přikryl I. 2006: *Metodika odběru a zpracování vzorků zooplanktonu stojatých vod*. VÚV TGM, Praha, 14 pp.

Přikryl I. 2017: *Copepoda (klanonožci)*. In: Hejda R. Farkáč J. & Chovot K. (eds): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí*. Příroda, Praha **36:** pp. 94–96.

Přikryl I. 2022: *Klíč Calanoida ČR a okolí* (nepublikováno).

Přikryl I. 2023: *Zooplankton*. In: Benedová Z., Hanzlík I., Hesslerová P., Pechar L. & Šímová L.: *Studie NPR Lednické rybníky: Podrobný monitoring a hodnocení ekosystému v NPR Lednické rybníky*, pp. 44–46.

RCore Team 2022: *RStudio: Integrated Development for R.* RStudio, PBC, Boston.

Samychyshyna L. V. 2008: Ecological characteristic of calanoids (Copepoda, Calanoida) of the inland waters of Ukraine. *Vestnik zoolog*ii **42 (2):** 32–37.

Sheveleva N. G., Ayushsuren Ch., Tuvshinzhargal N., Zaitseva E. P. & Sukhanova L. V. 2023: Modern fauna of the Cladocera and copepod crustaceans of lake Dood Tsagann (Darhad basin, Mongolia). *Inland Water Biology* **16 (5):** 821–833.

Sobotková B. 1970: *K poznání zooplanktonu návesní tůně (Mušov – jižní Morava). Diplomová práce.* Masarykova univerzita, Brno, 33 pp.

Soudek Š. 1929: *Příspěvek k výzkumu zooplanktonu rybníků Lednických*. Sborník Masarykovy akademie práce **3:** 38–74.

Sychra J., Danihelka J., Kopp R. & Sukop I. 2008: *Monitoring vybraných složek rybničních ekosystémů národní přírodní rezervace Lednické rybníky*, 30 pp.

Šrámek-Hušek R. 1953: *Naši klanonožci*. Nakladatelství Československé Akademie Věd, Praha, 61 pp.

Šorf M. 2022: *Klíč k určování 8 druhů vznášivek* (nepublikováno).

Tellioglu A. 2006: Seasonal variations in copepod body length: a comparison between different species in Keban Dam Lake, Turkey. *Crustaceana* **79:** 11–22.

Tóth A., Horváth Z., Vad C. F., Zsuga K., Nagy S. A. & Boros E. 2014: Zooplankton of the European soda pans: Fauna and conservation of a unique habitat type. *International Review of Hydrobiology* **99:** 255–276.

Vadadi-Fülöp C., Mészáros G., Jablonszky G. & Hufnagel L. 2008: The zooplankton of the Ráckeve-Soroksár Danube: spatio-temporal changes and similarity patterns. *Applied Ecology and Environmental Research* **6 (4):** 121–148.

Zachařová M. 1959: *Perloočky a klanonožci inundačních tůní mezi Podivínem a Lednicí na jižní Moravě*. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Brno, 75 pp.

Zimmermann F. 1923: *Die Fauna und Flora der Grenzteiche bei Eisgrub, II. Copepoda et Phyllopoda.* Verhandlungen des naturforschen des Vereines in Brünn, Brno **58:** 45–57.