

Univerzita Karlova

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Biologie slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*) a její invaze  
v Evropě

Biology and Invasion of the Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha*) in Europe

Radek Kabrle

Vedoucí práce: Mgr. Dagmar Říhová, Ph.D.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: Bakalářské kombinované BI-CH od 2017 (ODKBBICH17)

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Biologie slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*) a její invaze v Evropě potvrzuji, že jsem ji vypracoval pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

Praha, 17. 4. 2023

## **ABSTRAKT**

Objektem zájmu této práce byla slávička mnohotvárná, malý sladkovodní druh mlže původem z Kaspických a Černomořských oblastí, jenž se díky lidské činnosti za posledních 150 let ve velkém rozšířil po většině Evropy. Cílem této práce bylo popsat hlavní důvody, proč se tomu tak stalo a zmapovat její invazi po Evropě spolu s použitelnými metodami obrany a prevence. Práce čerpá celkem z 63 odborných článků, publikací a elektronických zdrojů v 5 jazycích, přičemž většina z nich byla publikována nakladatelstvími Springer, Jstor, Academia, Elsevier a podobně, nebo přímo na webových stránkách konkrétních institucí. Z rešerše vyšlo najevo, že ačkoliv i slávičky mají svá slabá místa, jako jsou například vysoké koncentrace draslíku či rychlé změny teploty, v celku se jedná o velice odolný a přizpůsobivý druh, kterého je velice komplikované se zbavit. Mezi ekologické dopady jejich invaze patří díky velice intenzivní filtrační činnosti změna trofických podmínek prostředí, což může mít za následek vyhynutí původních druhů, kteří tak nemají přístup k dostatku potravy. Pro lidi zase mimo jiné znamenají i vyšší ekonomické náklady na údržbu technologických zařízení. Vzhledem k tomu, že v dnešní době představují největší riziko přenosu hlavně rekreační aktivity, je proti slávičkám nejlepší zbraň edukace veřejnosti a osobní zodpovědnost každého jednoho rekreanta.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Problematika nepůvodních druhů v Evropě, vlastnosti, distribuce, dopady, činnost člověka

## **ABSTRACT**

The object of interest of this thesis was the zebra mussel, a small freshwater species of bivalve originally from the Caspian and Black Sea regions, which, thanks to human activity, has spread over most of Europe in the last 150 years. The aim of this thesis was to describe the main reasons why this happened and to describe its invasion across Europe together with applicable methods of defence and prevention. 63 professional articles, publications and electronic resources in 5 languages, most of which were published by publishing houses Springer, Jstor, Academia, Elsevier and the like, or directly on the websites of specific institutions are used in the Thesis. The research has revealed that although even zebra mussels have their weak points, such as high potassium concentrations or rapid temperature changes, overall they are a very resistant and adaptable species that is very complicated to get rid of. Ecological impacts of their invasion include a change in the trophic conditions of the environment due to their very intensive filtering activity, which can result in the extinction of the original species, which thus do not have access to sufficient food. For people, they also mean, among other things, higher economic costs for the maintenance of technological devices. Given that nowadays they represent the greatest risk of transmission of recreational activity, the best weapon against zebra mussel is public awareness and the personal responsibility of each and every vacationer.

## **KEYWORDS**

The issue of non-native species in Europe, characteristics, distribution, impacts, human activity

## Obsah

Úvod.....	6
1 Slávička mnohotvárná z tradičního pohledu .....	9
2 Chemické nároky na prostředí .....	12
2.1 Trofie.....	12
2.2 Draslík.....	13
2.3 Salinita.....	13
2.4 Vápník a hořčík.....	15
2.5 Kyslík.....	16
3 Teplotní požadavky na prostředí .....	18
4 Substrátové požadavky na prostředí .....	20
5 Slávička v jezerech .....	21
6 Slávička v řekách.....	22
7 Slávička ve vodních dílech.....	24
8 Přírozené transportní mechanismy .....	25
9 Antropogenní transportní mechanismy.....	27
9.1 Sportovní rybolov a pytláctví.....	27
9.2 Akvakultura.....	27
9.3 Lodě a čluny.....	28
10 Výskyt na našem území .....	30
11 Výskyt v Evropě .....	32
11.1 Černomořské a Kaspické oblasti .....	32
11.2 Rusko .....	33
11.3 Bělorusko .....	35
11.4 Litva .....	36

11.5	Lotyšsko .....	36
11.6	Estonsko .....	37
11.7	Finsko.....	37
11.8	Polsko.....	39
11.9	Německo .....	39
11.10	Nizozemsko .....	41
11.11	Francie .....	42
11.12	Dánsko.....	42
11.13	Švédsko.....	43
11.14	Velká Británie.....	43
11.15	Irsko.....	44
11.16	Itálie.....	45
12	Dopady invaze .....	46
12.1	Vliv na okolní prostředí.....	46
12.2	Vliv na okolní organismy .....	46
12.3	Dopady na lidskou činnost.....	47
13	Ochrana a likvidace.....	48
	Závěr.....	50
	Seznam použitých informačních zdrojů .....	53

## Úvod

Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) je poměrně malý sladkovodní mlž, řazený mezi 100 nejhorších invazivních druhů Evropy (Kepič, 2016), obývající řeky, přírodní jezera i člověkem zbudované přehrady, nádrže a kanály (Strayer, 1991 cit. podle Mackie a Schloesser, 1996, s. 246–247).

Se vzrůstající mobilitou lidí a zboží se invazivní druhy staly jedním z hlavních faktorů negativně ovlivňujících jak biodiverzitu ekosystémů, tak hospodářství (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, online).

Primární přirozený mechanismus transportu všech mlžů tkví v unášení veligerů po proudu (Horvath et al., 1996; Stoeckel et al., 1997 cit. podle Alix, 2010, s. 20). Mezi sekundární patří pohyb pomocí svalnaté nohy, ale u některých druhů včetně sláviček i pohyb s využitím byssových vláken (Alix, 2010, s. 20). Přes moře se slávičky transportují v balastních nádržích ve formě veligerů (O'Neill, 1994, s. 434). Říčním systémem proti proudu řeky mohou putovat přichyceny na trupech nákladních lodí a mezi navzájem nepropojenými vodními útvary se mohou šířit za pomoci vodních sportů a turistiky, sportovního a komerčního rybářství, činností akvakultury, případně jsou člověkem vysazeny záměrně (Maguire a Sykes, 2004, s. 10–16).

Vzhledem k tomu, že se jedná o sladkovodní druh, je její rozšíření v pobřežních oblastech omezeno zejména salinitou. U ní předpokládám, že ji budou mušle snášet na různých místech různě. Roli by v tom mohly hrát poměry jednotlivých disociovaných iontů a geografická poloha jednotlivých populací, jelikož se dá předpokládat, že tolerance populací žijících ve vnitrozemí není stejná jako těch žijících v brakických vodách u pobřeží.

Stáří prvních paleontologických nálezů tohoto mlže v Evropě je datováno na 10 až 11 milionů let do období, které předcházelo poslední době ledové na pomezí miocénu a pliocénu. Tito jedinci obývali ústí řek, které se vlévaly do prehistorického moře Tethys, jenž se nacházelo mezi tehdejšími kontinenty Laurasie a Gondwana (Aksu et al., 2017, cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 183). Až do počátku 19. století bylo postglaciální rozšíření sláviček omezeno na oblasti Kaspického moře, Černého moře, Azovského moře

a dolních toků řek, které se do nich vlévají (Karatayev et al., 1997 cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 183)

Změna přišla na začátku 19. století s výstavbou běloruských kanálů, přes které se dostaly do Baltského moře. Přes řeku Pripjat' a Neman kolonizovaly Litvu, kde byly objeveny v 20. letech 20. století v Kuronské laguně (Minchin et al., 2002, s. 136). První slávičky v Lotyšsku byly nalezeny v řížském přístavu v první polovině 19. století v podobné době, jako se tomu tak stalo i v Polsku (Kerney a Morton, 1970 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 138) a v Estonsku (Birnbaum, 2011, s. 3). Jih Finského zálivu byl obydlen v první polovině 20. století skrze řeku Narvu (Haberman, 1976 cit. podle Kotta et al., 1998, s. 36), severněji v Něvském zálivu se však objevily až v 80. letech (Strayer a Smith, 1993, cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 213) a na jižním pobřeží Finska až v 90. letech (Panov et al., 2002 cit. podle Antsulevich, 2003, s. 278). Ze skandinávských zemí bylo roku 1843 prvně zasaženo Dánsko a až v první polovině 19. století Švédsko (Morton, 1979; Jansson, 1994 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136). Okolo roku 1824 byly poprvé nalezeny v Německu, kam se pravděpodobně dostaly skrze řeky a kanály říční dopravou z tehdy východního Pruska (von Martens, 1865 cit. podle Borchherding, 2001, s. 36), a od roku 1893 se vyskytují už i u nás v Labi (Blažek, 1893 cit. podle Beran, 2002, s. 80). Do nizozemského Rotterdamu pravděpodobně připluly v roce 1926. Z nizozemského Rýnu byly poté transportovány systémem kanálů přes řeky Máza a Aine do Seiny, odkud se rozšířily do dalších částí Francie (Te'try, 1939; Minchin et al., 2002 cit. podle Tarnowska et al., 2013, s. 2548–2557). V roce 1824 byly stejně jako v Německu poprvé nalezeny i ve Velké Británii v jihovýchodním Londýně (Kew, 1893 cit. podle Aldridge et al., 2004, s. 253). Naproti tomu v Irsku se začaly rozšiřovat až během 90. let minulého století (Minchin, 1998; Moriarty, 1999 cit. podle Minchin et al., 2003, s. 24). Italské vody se invazi vyhýbaly až do konce 60. let 20. století (Giusti a Oppi, 1972 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555).

Úspěšný invazivní druh dělají ze slávičky tři faktory. Prvním faktorem je schopnost prosperovat v různých typech prostředí, druhým je schopnost transportu zejména s využitím byssových vláken a třetím je činnost člověka. Cílem práce je tyto faktory, které z ní udělaly tak úspěšný invazivní druh, popsat a upozornit na následky jejího zavlečení.



Dále pak také zmapovat její pouť po starém kontinentu a metody ochrany i prevence. Znalost jejích vlastností a minulosti nám pomůže předpovědět budoucnost a upozornit na věci, na které bychom si do budoucna měli dávat pozor. Slávičky jsou kosmopolitním druhem obývajícím různá prostředí a dá se tak předpokládat, že jejich ekologická valence bude k různým faktorům většinou široká.

## 1 Slávička mnohotvárná z tradičního pohledu

Slávička mnohotvárná je charakteristická trojhrannými, silnostěnnými lasturami s jemnými přírůstkovými liniemi na starších a hrubými na mladších částech. Zbarvení je žlutošedé s černými pruhy (Beran, 2002), ale zároveň mezi jednotlivými populacemi existují rozdíly (Smirnova et al., 1993 cit. podle Alix, 2010, s. 11). Roli v tom hrají jak vlastnosti daného biotopu, tak geografická poloha (Sergeeva, 2008 cit. podle Alix, 2010, s. 11). S průměrnou délkou 2,3–2,5 cm a maximální délkou okolo 4–5 cm patří slávička mezi menší druhy mlžů (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 11).

Na lastuře se anteriálně nachází špičaté umbo a ventrálně je lastura zploštělá s vydutým okrajem, což ji umožňuje se dobře přichytit na tvrdé substráty a její zámek neobsahuje zuby (Pathy a Mackie, 1991; Claudí a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 11). Pod lasturou se nachází plášť, který lasturu vytváří a obaluje zbytek těla. Posterálně se nachází větší inhalační sifon přivádějící vodu s planktonem dovnitř a nad ním menší exhalační, který vylučuje odpadní látky. Žábry sláviček jsou stejně jako u většiny jiných mlžů uzpůsobeny jak k dýchání, tak k příjmu potravy. Obsahují totiž řasinky, které ženou vodu od inhalačního sifonu až na opačný konec těla, kde se nacházejí ústa. Nestrávená potrava se nakonec dostává z řitního otvoru ven skrze exhalační sifon. Částice, které neprocházejí trávicí soustavou, jsou v žábrách obaleny hlenem a míří přímo přes exhalační sifon ven z těla (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 12).

Potravu tvoří seston, zooplankton a fytoplankton. Typickou potravou jsou tak například vířníci, malé perloočky, klanonožci nebo i jejich vlastní veligery (Bastviken et al., 1998; Jack a Thorp, 2000 cit. podle Alix, 2010, s. 18). Řasinky si pro trávení vybírají částice o velikosti 15–40  $\mu\text{m}$ , přičemž dokáží odfiltrovat i částice o velikosti 0,7–13  $\mu\text{m}$  (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 17). Filtrace je velice intenzivní a bylo zjištěno, že její rychlost může dosahovat až 110 ml/h. Jediná mušle je schopná odfiltrovat až 1 litr vody denně (Reeders et al., 1993 cit. podle Alix, 2010, s. 18). Tato rychlost však není vždy stejná a odvíjí se od složení potravy a vnějších podmínek, jako je teplota či koncentrace nerozpuštěných částic ve vodě (Fanslow et al., 1995 a Lucy, 2005 cit. podle Alix, 2010, s. 18).

Anteriálně najdeme otvor, kterým se vysunuje svalnatá noha a procházejí jí byssová vlákna. Byssová vlákna produkuje bysální žláza, nacházející se ve spodní části nohy, a jsou tvořeny aminokyselinou 3,4-dihydroxyfenylalan. Vlákna můžeme rozdělit na trvalá a dočasná. Trvalá vlákna jsou uspořádána ve shlucích, případně v řadách a tvoří většinu byssových vláken. Dočasných je výrazně méně a vznikají jednotlivě (Eckroat et al., 1993 cit. podle Alix, 2010, s. 13).

Taxonomicky se tento mlž řadí do podtřídy heterodonta, řádu Veneroida a čeledi slávičkovitých.

Životní cyklus sláviček od rozmnožování až po vyvinutí dospělců trvá okolo 4 týdnů, během nich se pelagické fáze přemění na fázi bentickou (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 16). Slávičky jsou gonochoristi, ale pakliže je hustota jejich populace příliš nízká, mohou se stát i hermafrodity a oplození je vnější. Vajíčka obsahují druhově specifické chemické látky, kterými k sobě navádějí spermie. Během zimy dochází k oogenezi a spermatogenezi. Rozmnožování je energeticky velice náročné, tkáň gonád před ním tvoří až polovinu hmotnosti jedince a po něm dochází k 30–45 % úbytku hmotnosti (Nichols, 1996 cit. podle Alix, 2010, s. 14–15).

Po oplození vajíček procházejí blastulací a gastrulací, aby se z nich staly trochofory a následně veligery. Tento proces trvá přibližně 4 dny. K pohybu a přijímání potravy jim v těchto stádiích vývoje slouží řasinková organela zvaná velum. Od 2. do 9. dne po oplození dochází k vývoji embryonální ulitky. Po jejím dokončení je larva dlouhá 70 až 160  $\mu\text{m}$  a má tvar písmene D (Maclsaac et al., 1991 cit. podle Alix, 2010, s. 16).

V poslední fázi vývoje před přisednutím na substrát má larva od 120–180  $\mu\text{m}$ . Dochází k vývinu svalnaté nohy a žaberního ústrojí v dutině pláště. Poté následuje metamorfóza, kdy se z plantigrální larvy o velikosti 158–500  $\mu\text{m}$  stává juvenilní jedinec 500–5000  $\mu\text{m}$  dlouhý (Alix, 2010, s. 17).

Rychlost růstů je závislá na teplotě, na velikosti těla a na kvalitě a množství potravy. Jako pomalu rostoucí mušle označujeme ty s maximální rychlostí růstu menší než 1 cm za rok a jako rychle rostoucí ty s maximální rychlostí růstu vyšší než 1,5 cm za rok (Mackie a Schloesser, 1996 cit. podle Alix, 2010, s. 17).

Délka života sláviček není geograficky všude stejná. Průměrná délka života je například v Británii 3,5 roku, 3–5 let ve většině polských vod a 6–9 let v některých ruských jezerech (Claudi a Mackie, 1994; Mackie a Scoessler, 1996 cit. podle Alix, 2010, s. 17).

## 2 Chemické nároky na prostředí

### 2.1 Trofie

K tomu, aby slávička prosperovala, potřebuje dostatek potravy, který se odvíjí od množství živin ve vodě. Množství živin ve vodě nám udává úživnost čili trofie.

Podle trofického potenciálu rozdělujeme vody na dystrofní, které obsahují méně než 5 ml/l, dále oligotrofní s potenciálem mezi 5–50 ml/l, mezotrofní s 50–200 ml/l, eutrofní s 200 až 500 ml/l, polytrofní s 500–1000 ml/l a konečně hypertrofní s více než 1000 ml/l. Nejvíce jim vyhovují mezotrofní vody, a méně pak eutrofní a oligotrofní (Cohen, 2005, s. 23–24).

Častý problém kromě samotného nedostatku potravy také je, když potrava neobsahuje potřebné množství živin, a to i v případě jejího dostatku. (Sterner a Elser, 2002 cit. podle Morehouse et al., 2013, s. 73). Nedávné studie ukazují, že slávičky jsou schopny měnit složení svých tkání v závislosti na nutričních vlastnostech své potravy. Díky tkáňovým modifikacím jsou například schopny efektněji využívat fosfor a lépe se tak vypořádat s jeho nedostatkem (Naddafi et al., 2009 cit. podle Morehouse et al., 2013, s. 79).

Na druhou stranu jsou však náchylnější k vyšším přebytkům tohoto prvku (Hawkins et al., 2008 cit. podle Morehouse et al., 2013, s. 79). Experimentálně bylo zjištěno, že tkáň mušlí krmené potravou, ve které byl poměr fosforu menší, měly po vysušení větší hmotnost a obsah fosforu v tkáních byl menší. Stejně důležitý vliv měla potrava na délku skořápky a rychlost jejího růstu. Při poměru uhlíku a fosforu  $C/P=20$  byla rychlost růstu skořápky průměrně  $0,001 \pm 0,002$  mm za jeden den. Při poměru  $C/P = 45$  to byla rychlost  $0,005 \pm 0,003$  mm a v poměru  $C/P = 380$  dokonce  $0,0169 \pm 0,003$  (Morehouse et al., 2013, s. 77). Rychlost vylučovaného amoniaku a fosforu pak je u mušlí krmenými potravou s větším obsahem fosforu logicky větší (Karasov a Martinez del Rio, 2007 cit. podle Morehouse et al., 2013, s. 78).

Jejich fyziologické reakce na přebytek fosforu zahrnují změnu výchozích substrátů různých metabolických drah, menší efektivitu asimilačního metabolismu a inhibiční působení na transport mikroživin. Fosfor například mění elektrochemický gradient mezi vnější a vnitřní membránou buněk střevního epitelu, což sebou přináší vyšší energetické nároky na zachování homeostázy (tamtéž).

Tento faktor nabývá na síle i díky lidské činnosti, která způsobuje nepřírozenou eutrofizaci vod hnojivy používanými v zemědělském sektoru (Naddafi et al., 2011 cit. podle Morehouse et al., 2013, s. 79).

## **2.2 Draslík**

Ačkoliv je draslík jako mikrobiogenní prvek nezbytnou podmínkou pro vznik života, slávička ho narozdíl od člověka nebo rostlin potřebuje mnohem méně (Vinogradov et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 19), a koncentrace vyšší než 39 mg/l jsou pro ni dokonce toxické (Doll, 1997 cit. podle Cohen, 2005, s. 19).

Toxicitu draslíku popisuje studie, jejíž podstatou bylo podávání různých draselných solí a následné pozorování jejich toxických účinků na slávičku mnohotvárnou, případně na další organismy v ekosystému. Pozorováním se zjistilo, že draslík působil toxicky na žaberní epitel a oběhový systém škeblí. Vysoká koncentrace draselných kationtů způsobuje změny polarizace cytoplazmatické membrány, které negativně ovlivňují činnost sodnodraselných pump. Výsledkem tohoto efektu je nakonec kolaps oběhového systému mlže. Ve stejném časovém rámci způsobuje intoxikace akutní buněčný otok v žaberním epitelu a k smrti dochází udušením, po selhání oběhového systému spolu s degenerativními změnami v buňkách žaberního epitelu. Fyziologický důvod, proč zrovna žábry slávičky mnohotvárné jsou o tolik citlivější na draslík než ostatní živočichové, nám však znám není (Boulet et al., 1991, s. 231–232).

Tento prvek se může dostávat do prostředí přirozeně díky erozi hornin, nebo zemědělskou činností. Spolu s dusíkem a fosforem patří draslík mezi nejdůležitější prvky ve výživě rostlin, takže je součástí mnoha zemědělských hnojiv. Z toho je možné usoudit, že vody blízko zemědělských oblastí budou pro slávičku méně vhodné (Kuglerová, 2003).

## **2.3 Salinita**

Maximální salinita, kterou jsou slávičky schopné snést, závisí hned na několika faktorech. Patří mezi ně teplota, geografické umístění populace, vývojové stádium jedince, ale také třeba koncentrace jednotlivých druhů disociovaných iontů ve vodě. Bylo zjištěno, že ze všech iontů jsou slávičky nejcitlivější na chloridy (Smirnova a Vinogradov, 1990; Smirnova et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 14). Proto, aby byla slávička schopná

projít celým svým vývojovým cyklem je nutné, aby se koncentrace chloridu v prostředí pohybovala mezi 0,4 až 0,7 g/l. Slávičky jsme však schopni nalézt i v místech, které těmto hodnotám neodpovídají. To je však dáno tím, že se vyvíjely na jiných místech s vhodnějšími podmínkami (Van Benthem Jutting, 1943; Wolff, 1969 cit. podle Smit et al., 1993, s. 65).

Pakliže salinita začne stoupat, je pro slávičky důležité tempo, jakým se to děje. Při pozvolném nárůstu hodnot pozorujeme u mušlí vyšší toleranci, než když dojde k nárůstu skokovému (Strayer a Smith, 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 13).

Velkou roli hraje i teplota, kdy s vyšší teplotou tolerance klesá (Smirnova et al., 1993, podle Cohen, 2005, s. 14). Maximální salinita u juvenilních jedinců se při teplotě 3–12 °C pohybuje okolo 2 ‰. U dospělců je to mezi 2–4 ‰, přičemž při teplotách 18–20 °C začínají ztrácet zdatnost už při více než 1 ‰ (Kilgour et al., 1994, s. 385).

Smrtné hodnoty salinity nejsou pro všechny slávičky stejné. Na základě geografického umístění jednotlivých populací jsou schopni různí jedinci tolerovat různě velké rozmezí hodnot (Baker et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 14) a ačkoliv se jedná o majoritně sladkovodní druh, běžně je nacházíme v brakických vodách se slaností 0,2 ‰ až 2,5 ‰. U populací žijících v řekách pak logicky pozorujeme trend zvyšující tolerance se snižující se vzdáleností od moře (Smirnova et al., 1990 cit. podle Cohen, 2005, s. 15).

Vliv salinity na metabolismus sláviček v kombinaci s různými teplotami je možné dobře pozorovat na produkci vláken byssových žláz (Motyčka a Roller, 2001 cit. podle Šuláková, 2020, s. 10). Van der Velde et al. (2012, s. 127–128) ve své studii pracoval se slávičkami v devíti různých prostředích se salinitou 0,2; 2 a 9 ‰ v teplotách 5; 15 a 25 °C. Největší rozdíl mezi množstvím vyprodukovaných vláken v salinitě 0,2 a 2 ‰ byl při teplotě 5 °C. Při salinitě 2 ‰ byla produkce okolo 8 % produkce při 0,2 ‰. Menší rozdíl v produkcích byl mezi 0,2 a 2 ‰ při teplotě 15 °C, kdy produkce při 2 ‰ činila 75 % oproti produkci při 0,2 ‰. S rostoucí teplotou se poměr neustále snižoval a při 25 °C již byl minimální. Naproti tomu slávičky při salinitě 9 ‰ neprodukovaly byssová vlákna ani v jedné zmiňované teplotě. Bylo tedy vyzorováno, že produkce stoupá se zvyšující se teplotou a zároveň klesá se zvyšující se salinitou, přičemž při hodnotách 4 ‰ a vyšších zcela ustává.

## 2.4 Vápník a hořčík

Vápník je spolu s hořčíkem označován, jako jeden z hlavních prediktorů výskytu slávičky mnohotvárné. Vápník hraje zásadní roli ve svalových kontrakcích, nervových funkcích a v udržování pH (Chétail a Krampitz, 1982 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 96).

U mlžů se zároveň jedná o základní stavební prvek lastur. K tomu, aby mohla populace sláviček narůst do větší velikosti je zapotřebí, aby koncentrace vápenatých iontů byla vyšší než 12 mg/l. To jsou oproti ostatním mlžům, kterým typicky stačí 3–4 mg/l, poměrně vysoké hodnoty (Heath, 1993 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 96).

Rozmnožování však vyžaduje vodu ještě vápenitější. Už prostředí okolo 12–14 mg/l není pro vývoj juvenilních jedinců ideální, jelikož omezuje růst. Od 14 mg/l a méně dochází k ochuzování tkání, a hlavně lastur o vápník (Cohen et al., 2005, s. 29). Samotné oplodnění ideálně vyžaduje dokonce více než 47 mg/l (Sprung, 1987 cit. podle Ferry, 2013, s. 51).

Ačkoliv je pro slávičky vhodná spíše střední až vyšší koncentrace vápníku, jsou schopny přežít i ve vodách, které jsou na vápník chudší za předpokladu dostatečné koncentrace hořčíku (Dietz et al., 1994 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 96).

Hořečnaté kationty mimo jiné hrají důležitou regulační roli při produkci lastur (Checa et al., 2007; Hallstan et al., 2010 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 94) a mají význam i v osmoregulaci. Speciálně u sláviček je pak hořčík ještě důležitější prvek než u většiny jiných mlžů. Vysoké nároky na tento prvek jsou pravděpodobně dány vysokou propustností epitelu pláště a žaber, spolu s jeho vysokými ztrátami v moči (Dietz et al., 1994 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 94). Vzhledem k tomu, že hořčíku je mnohem méně ve sladké vodě než v oceánu, stává se v ní hlavním limitujícím faktorem (Hallstan et al., 2010 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 94).

Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz (2010, s. 95) ve své studii zkoumali vliv změny koncentrací hořečnatých a vápenatých iontů v prostředí na slávičky a zda tyto změny souvisí s pH. Z výsledků se zjistilo, že pod pH=7 dochází k rapidní ztrátovosti iontů do okolí, což může po určité době slávičku zabít, a naopak vyšší pH podporuje vstřebávání do



těla. To je pravděpodobně jeden z důvodů, proč slávičky obývají spíše zásaditější vody (Vinogradov et al., 1993 cit. podle Wojta-Frankiewicz a Frankiewicz, 2010, s. 95)

## 2.5 Kyslík

Pro dospělé se při teplotě 18 °C jako spodní hranice okysličení udává asi 4 mg/l. V prostředí, které je anoxické jsou schopny slávičky přežít maximálně 6 dní při teplotě 17–18 °C a maximálně 3 dny při teplotě 23–24 °C (Baker et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 21). Se vzrůstající teplotou tedy nejenže klesá saturace vody kyslíkem, ale zároveň se nároky na něj u sláviček zvyšují. Také bylo vyzorováno, že v anoxickém prostředí přežijí déle spíše větší jedinci nežli ti malý. Vliv velikosti mušle na toleranci k anoxii nám prokazuje i studie, během níž byly vystaveny různě velcí jedinci anoxickému prostředí po dobu 37 hodin v teplotě 22 °C. Zatím co u sláviček o velikosti 1–4,9 mm byla mortalita 100 %, ty okolo 20–24,9 mm byly schopné po danou dobu přežít (Mikheev, 1964 cit. podle McMahan, 1996, s. 347).

Z hlediska okysličení se jako nejvhodnější místa jeví ty, kde se saturace vody kyslíkem pohybuje okolo 80–85 % (Smirnova a Vinogradova, 1990 cit. podle Cohen, 2005, s. 21).

Narozdíl od některých jiných druhů mlžů nemají slávičky stejně dobře vyvinuté mechanismy regulace dodávek kyslíku do organismu, což jim neumožňuje obývat hypolimnetické vrstvy nebo periodicky hypoxické prostředí (McMahon, 1996; Alexander et al., 1997 cit. podle Alexander a McMahon, 2004, s. 431).

Experimentálně bylo vyzorováno, že se snižující se teplotou se schopnosti regulace kyslíku u sláviček zvyšují a naopak. Mohlo by se tak jednat o adaptaci na zimní období, kdy ledová pokrývka na hladině omezuje výměnu plynů mezi vodou a vzduchem (tamtéž). Tato adaptace jim umožňuje pro tvorbu ATP využívat aerobní glykolýzu i v momentě, kdy vody zamrzají a kyslíku je v nich méně. Díky tomu jsou schopné omezit plýtvání energie, které sebou nese glykolýza anaerobní (McMahon, 1973 cit. podle Alexander a McMahon, 2004, s. 432).

Potřeby sláviček na kyslík kromě teploty samotné ovlivňuje také její změna. Strmé zvýšení respirace nastává na jaře, kdy teplota vody stoupá ze 7–10 °C na 19–20 °C. Během tohoto období se slávičky začínají třít, zrychlují svůj metabolismus a spotřeba kyslíku je za

celý rok nejvyšší. S tím, jak se slávičky postupně aklimatizují, se respirace snižuje na ustálené hodnoty. Jedinci, kteří jsou tedy na teplejší prostředí již aklimatizováni, vykazují menší spotřebu kyslíku a pomalejší metabolismus než ti, u kterých změna teploty právě nastala (McHanon, 1996, s. 346).

Množství kyslíku ve vodě ovlivňuje také trofie. Příliš velké množství živin v eutrofizovaném prostředí vede k přemnožení organismů, zvýšení jejich spotřeby kyslíku a následné snížení jeho koncentrace na hodnoty, které nejsou pro slávičku vhodné (Ramcharan et al., 1992 cit. podle Cohen, 2005, s. 24).

### 3 Teplotní požadavky na prostředí

I když jsou slávičky schopné přežít poměrně nízké teploty blízko bodu mrazu, v Evropě je nenacházíme v lokalitách s průměrnými ročními teplotami okolo 6 °C a méně (McMahon, 1996 cit. podle Cohen, 2005, s. 11). Stejně tak nejsou obyvatelné ty s průměrnými ročními teplotami nad 18 °C, nebo ty s nejvyšší průměrnou měsíční teplotou nad 27 °C (Strayer, 1991 cit. podle Cohen, 2005, s. 10).

Pro tření jsou příhodné teploty okolo 12–18 °C, stejně jako pro vývoj veligerů i růst juvenilních jedinců (Sprung, 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 10). Naopak teplota vyšší než 24 °C už růst veligerů omezuje (Baker et al. 1993).

Ideální teplota pro růst dospělých jedinců se pohybuje mezi 20–25 °C (New Hampshire Department of Environmental Services, 2019), přičemž k mírnému růstu dochází už okolo 9 °C (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Cohen, 2005, s. 11). Při zkoumání sláviček na řece Rýn a v okolních jezerech bylo vyzorováno, že mezi rychlostí růstu lastury a průměrnými teplotami ve vegetačním období panuje pozitivní korelace. Růst jedince s počáteční délkou 5 mm mezi březnem a květnem, za předpokladu že teplota je mezi 18–3 °C, byl popsán rovnicí  $G = 0,0063 \times (t - 3)^2$ , kde G je změna délky lastury v mm za jeden den a t je teplota v °C. Spodní hranice 3 °C je však důležitá ze dvou důvodů, dochází při ní k zastavení růstu (Smit et al., 1993 s. 66) a zároveň k prudkému zvýšení filtrace planktonu z vody. Z toho můžeme usoudit, že slávička reaguje na nízkou teplotu zvýšením příjmu potravy a metabolismu (Reeders a bij de Vaate, 1990 cit. podle Smit et al., 1993 s. 66).

V závislosti na dané populaci se pro všechny vývojová stádia stávají nebezpečné teploty v rozmezí 26–32 °C (McMahon a Tsou, 1990 cit. podle Cohen, 2005, s. 11) a teploty okolo 31–33 °C už pak znamenají masivní vymírání (Strayer, 1991; McMahon, 1996 cit. podle Cohen et al., 2005, s. 12).

Nižší saturace teplé vody kyslíkem zvyšuje energetickou náročnost dýchání a jedinci vystaveni takovýmto podmínkám ztrácejí tělesnou hmotnost, přestávají růst a ztrácejí schopnost efektivně přijímat potravu. (tamtéž).

Když dochází k teplotním změnám je důležité, jakým tempem se tyto změny dějí. Jedním z příkladů bylo prudké zvýšení teploty nizozemského jezera Veluwemeer na jaře roku 1989, jenž tamním slávičkám znemožňovalo produkci jiker, narozdíl od sláviček ze sousedního Ijselského moře, kde k změně teploty došlo pomaleji (Borcherding, 1991 cit. podle Smit et al., 1993 s. 66).

Stejně jako u mnoha jiných faktorů i zde platí, že teplotní tolerance všech populací není stejná. Rozdílná tolerance se projevuje nejen mezi populacemi od sebe geograficky vzdálenými, ale i na lokální úrovni. Například slávičky žijící v blízkosti výpustí některého z podniků zásobujíc okolí teplou vodou, vykazují vyšší toleranci na vyšší teploty než ty ostatní (Smirnova a Vinogradov, 1990; Smirnova et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 13).

#### **4 Substrátové požadavky na prostředí**

Výběr vhodné lokace pro osídlení má zásadní vliv na celý budoucí život mušle (Czarnoeski et al., 2003 cit. podle Czarnoeski et al., 2004, s. 266). Vzhledem k tomu, že se dospělé slávičky pohybují poměrně omezeně, tak úkol vybrat nejvhodnější místo pro reprodukci připadá na počáteční pohyblivá stadia vývoje. Veligery se nejčastěji usazují na tvrdých a drsných substrátech (Kobak, 2001 cit. podle Czarnoeski et al., 2004, s. 267).

V místech s bahnitým a písčným dnem se často usazují na tyčích, kládách, schránkách jiných živočichů a rostlinách (Berkman et al., 1998 cit. podle Cohen, 2005, s. 22). Vyhledávaným substrátem mohou také být i jiné slávičky. Tato strategie sice zvyšuje vnitrodruhovou konkurenci, což snižuje tempo růstu a reprodukce, ale na druhou stranu poskytuje ochranu před predací (Okamura, 1986; Czarnoeski et al., 2003 cit. podle Czarnoeski et al., 2004, s. 268).

Slávičky se jsou díky byssovým vláknům schopny přichytit stejně dobře jak na horní, tak na spodní vodorovné i vertikální plochy. Místo k osídlení si vybírají podle toho, kolik světla na něj dopadá. Díky tomu je můžeme vidět mnohem méně často na horních vodorovných substrátech, které jsou přímo vystaveny slunečním paprskům, než jako je tomu u většiny bentických organismů (Marsden a Lansky 2000, cit. podle Czarnoeski et al., 2004 s. 267).

## 5 Slávička v jezerech

Hlavní faktor spolu s fyzikálně chemickými vlastnostmi vody je geomorfologie samotných vodních útvarů určující hloubku a proudění vod, což má následně zásadní vliv i na ostatní věci jako je například charakter substrátu a podobně. Díky datům vyčteným z pozorování na různých evropských jezerech se dospělo k závěru, že malá teplá jezera jsou pro výskyt vhodnější, než ty hluboká a chladná (Strayer, 1991, s. 1389).

To dává smysl i v kontextu s následnými zjištěními, které udávají rychlejší růst sláviček v mělčích vodách (Bij de Vaate, 1991; Burlakovova, 1998, cit. podle Merzová, 2017, s. 29) a to tak, že od hloubky 4 m se snižuje růst o 15 % s každým dalším metrem hloubky (Kraft a Johnson, 2000, cit. podle Merzlová, 2017, s.29). Nejrychlejší růst v pelagické zóně je od 2,5–4 m a v zóně litorální do 2,5 m (Yu a Culver, 1999 cit. podle Merzlová, 2017, s. 29).

Na druhou stranu menší jezera se mohou stát pro mušle osudnými v případě, že dojde k rychlému oteplení. V takovémto případě jejich populace nemusí teplotní šok v těchto jezerech přežít (Borcherding, 1991 cit. podle Smit et al., 1993 s. 66).

I když nejvhodnější prostředí z hlediska trofie jsou mezotrofní jezera, můžeme je nalézt i v oligotrofních jezerech (Karatajev a Burlakovová, 1995 cit. podle Merzlová, 2017, s. 31). Vyšší trofie jezer však vede k většímu zanášení povrchů substrátů biologickým materiálem, což snižuje schopnosti se na ně uchytit. Nedostatek světla v jezeře zároveň způsobuje, že se vodní makrofyta ve snaze se dostat blíže k slunečním paprskům přesouvají do menších hloubek. Vzhledem k tomu, že jsou tyto makrofyta často pro slávičky substrátem, přesouvají se za nimi také a my je tak můžeme v těchto případech nacházet ještě více u břehů (Burlakovova, 1998 cit. podle Karatayev et al., 1998, s. 1226).

## 6 Slávička v řekách

Distribuci slávičky v tocích určuje hlavně rychlost proudu, která má také zásadní vliv i na koncentraci rozptýlených sedimentů, množství vhodných substrátů, teplotu a podobně (Grigoriev, 1965; Lyakhnovich et al., 1994 cit. podle Borunský, 2014, s. 22).

Ačkoliv jsou horní toky pstruhového a lipanového pásma charakteristické vhodnými, kamenitými substráty, vysoká rychlost proudu na těchto místech (Aarts a Nienhuis, 2003, s. 160) jim kolonizaci neumožňuje. Rychlost proudu vyšší než 1,5–2,0 m/s už totiž kriticky omezuje jak samotné oplození, tak aktivní pohyb veligerů (Boelman et al., 1997 cit. podle Cohen, 2005, s. 22).

Unášecí síla rychlých vod sebou také logicky přináší vysoké koncentrace unášených sedimentů, přičemž koncentrace anorganického materiálu nad 1 mg/l už výrazně negativně ovlivňuje filtraci, asimilaci a růstový potenciál, a celková koncentrace všech suspendovaných částic nad 1,72 mg/l zastavuje růst (Madon et al., 1998, s. 401). Pro krmení je ideální rychlost 0,1–1 m/s, ale vyšší už je omezující (Smirnova a Vinogradov, 1990 cit. podle Cohen, 2005, s. 22).

V řekách se nejčastěji nacházejí v oblastech dolních toků s pomalým proudem, kde pohyb sedimentů na dně není vysoký (Grigoriev 1965; Lyakhnovich et al. 1994 cit. podle Borunský, 2014, s. 22), ale v řekách s vysokou koncentrací unášených sedimentů se vyskytuje pouze sporadicky (Mordukhai a Boltovskoi, 1960 cit. podle Borunský, 2014, s. 22). Problematické jsou i řeky, v kterých dochází k vysokému zvýšení koncentrace unášených sedimentů během periodických povodní (Zhadin, 1946; Stanczykowska, 1977, cit. podle Borunský, 2014, s. 21–22).

Dalším faktorem je tvar koryt, který musí poskytovat dostatečný prostor, jelikož se slávičky jen zřídka objevují v tocích s menší šířkou, než je 30 m. Z tohoto hlediska jsou vhodné cejnové a platýsové pásma řek, která ale zároveň mají štěrková, nebo písčná až bahnitá dna neposkytující velké množství vhodných substrátů (Strayer, 1991 cit. podle Cohen, 2005, s. 22; Aarts a Nienhuis, 2003, s. 160). O to více tak na těchto místech dochází k přichytávání sláviček na schránky jiných organismů, jako jsou například mlži

čeledi velevrubovitých (Zhadin 1948; Tischikov 1984; Lyakhnovich et al. 1994 cit. podle Borunský, 2014, s. 21).

Tyto faktory pravděpodobně odpovídají za vyšší hustotu sláviček v stojatých než v tekoucích vodách (Strayer, 1991; Horvath et al., 1996 cit. podle Cohen, 2005, s. 22).



## 7 Slávička ve vodních dílech

Vysokými hustotami populací se vyznačují přehrady, jenž nabízejí oproti řekám příhodnější prostředí se širším spektrem substrátu zvláště v případech, kdy se na dnech těchto děl nacházejí zbytky zatopených vesnic a lesů (Lyakhnovich et al. 1994 cit. podle Karatayev et al., 1998, s. 1226).

Na druhou stranu časté kolísání výšky vodní hladiny může být na těchto místech fatální pro jedince žijící u břehů, pakliže náhodou nevyužívají jako substrát schránku jiného mobilního živočicha (Hanel, 1993 cit. podle Kavka, s. 20).

Zvláštní pozornost je věnována populacím, které žijí v chladících nádržích uhelných, a hlavně pak jaderných elektráren, kde by následky jejich přemnožení mohly být fatální. S tímto problémem se například potýká mnoho jaderných elektráren v Kanadě a ve Spojených státech situovaných v blízkosti Velkých jezer (World Nuclear News, 2005). Vliv na jejich distribuci a život má i samotná elektrárna díky ohřívání vody v okolí výpustí (Smirnova a Vinogradov, 1990; Smirnova et al., 1993 cit. podle Cohen, 2005, s. 13).

Abnormálně vysoké hustoty jedinců se nacházejí v kanálech, které jsou narozdíl od jezer charakteristické jednosměrným vodním proudem a narozdíl od řek mnohem nižší koncentrací suspenzovaných částic (Kachanova 1962; Lyakhnovich et al. 1994, cit. podle Borunský, 2014, s. 22).

Vzhledem k tomu, že lomy a pískovny nebývají spojené s jinými vodami, jsou slávičky nuceny využívat zoogenní a antropogenní cesty transportu, případně jejich rozšíření můžou způsobit povodně (Uvíra, 2009, s. 2). Lomy sice poskytují větší množství vhodných substrátů, ale slávičky rostou rychleji spíše v teplejších a mělčích pískovnách (Uvírová et al., 2007; Tošenovský et al., 2008 cit. podle Uvíra, 2009, s. 3).

## 8 Přirozené transportní mechanismy

Slávička se přirozeně rozšiřuje primárními a sekundárními mechanismy. Primární mechanismus využívá vodních proudů k rozšiřování slávičky v jejích pelagických stádiích vývoje, společně s dalším planktonem (Horvath et al., 1996; Stoeckel et al., 1997 cit. podle Alix, 2010, s. 20).

Směr jejich migrace je udáván proudem řeky, případně u stojatých vod hraje hlavní roli vzdušné proudění (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 20) a jedná se pravděpodobně o nejúčinnější způsob přirozeného rozšiřování (Horvath et al., 1996; Stoeckel et al., 1997 cit. podle Alix, 2010, s. 20).

Sekundární přirozené mechanismy jsou schopny přenášet jak veligery, tak dospělé jedince. Využívají k tomu kromě vodního proudu také přenašeče, jako jsou rostliny, ptáci, hmyz a jiná zvířata (Claudi a Mackie, 1994; Carlton, 1993 cit. podle Alix, 2010, s. 20). Dospělé slávičky mohou k transportu využívat také kusy dřeva, případně části vodních makrofyt (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 20). Zvláště kusy unášených makrofyt se mohou navíc snadno zaplést do sítí, člunů, přívěsů a podobně, což jejich disperzní potenciál pro slávičky ještě zvyšuje. Slávičky můžeme často nalézt třeba na rákosech (Johnson a Padilla, 1996; Maguire, 2002 cit. podle Maguire a Sykes, 2010, s. 11). Jiné mohou neustále měnit svou lokaci v rámci jednoho vodního útvaru, pakliže jsou například přisedlé na krunýři raka (Hanel, 1993 cit. podle Kavka, s. 20), a veligery mohou zase cestovat na larvách vážek (McCauley a Wehrly, 2007; Fincke et al., 2009 cit. podle Fincke a Tylczak, 2011, s. 761).

Transport vodním proudem je schopen veligery zavést na místa, které s původním místem výskytu nejsou nijak propojena. Příklad takového zavlečení máme zaznamenaný i v České republice (Ducháč, 1985; Krahulec et al., 1980 cit. podle Mařátková, 2020, s. 20). Bylo však odhaleno, že pravděpodobnost takového přenosu není příliš vysoká a rozhodně nepatří mezi nejrizikovější faktory (Johnson a Carlton, 1996 cit. podle Alix, 2010, s. 20).

Kromě toho se jsou schopny pohybovat samostatně odražením ode dna s pomocí vysunuté svalnaté nohy, pomocí proudů vycházejících ze sifonů, nebo výrobou závěsných vláken

(VŠB-TUO, online). Závěsné vlákna fungují na podobném principu, jako lodní plachty. Slávička začne tvořit směrem k hladině mnohonásobně delší byssové vlákna, než je ona sama a do těchto vláken se opírá vodní proud stejně, jako vítr do plachet. Tímto způsobem je pak tažena kupředu (Claudi a Mackie, 1994 cit. podle Alix, 2010, s. 20).

## **9 Antropogenní transportní mechanismy**

### **9.1 Sportovní rybolov a pytláctví**

U sportovního rybolovu představuje riziko zavlečení hlavně vybavení. Kbelíky s živou návnadou mohou obsahovat vodu, ve které se nacházejí veligery. Naopak dospělé mušle se mohou přichytit na takzvané vezírky, což jsou síťené vaky na úlovky ponořené ve vodě, a na čluny rybářů (Maguire a Sykes, 2004, s. 14–16). Vzhledem k tomu, že dospělé mušle jsou schopny vydržet mimo vodu nejméně 5 dní a leckdy i mnohem déle (Ricciardi et al., 1995, cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 11), snadno se tak mohou dostat při dalších rybářských výpravách do jiných nezasažených vod, stejně jako larvální stádia ve vodě s návnadou. Kromě toho bývají samotné slávičky někdy používány jako návnada pro lov okounů, a zvláště pak vyhazování nepoužité návnady do vody nezodpovědnými rybáři je velký problém (Minchin et al., 2002 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 16).

Pytláctví a způsoby lovu s tím spojené však představují na některých místech větší problém než sportovní rybolov. Typický příklad je nelegální lov kriticky ohrožených úhořů na řece Erne v Severním Irsku. Pytláci k lovu používají vězence. Jedná se o systém síťových vaků s křídly, která vedou k vstupům do vaků. Na těchto konstrukcích se snadno zachytávají větve a kusy makrofyty, na kterých se rády usazují slávičky (tamtéž). Vzhledem k tomu, že pytláci používají stejné vězence 2–5 dnů, mají slávičky dostatek času, aby se na nich usadily (Matthews et al., 2001 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 16) a když uvážíme, že tyto činnosti probíhají nelegálně a noci, není moc možností, jak tomu zabránit (Maguire a Sykes, 2004, s. 16).

### **9.2 Akvakultura**

Akvakultura v kontextu jak s celosvětově rostoucí potravinovou poptávkou, tak v budování nových rybářských revírů pro sportovní rybolov hraje zásadní roli a stává se rychle rostoucím odvětvím (Minchin a Rosenthal, 2002 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 15).

Transport ryb z místa na místo slávičce umožňuje rozšiřovat se ať už na rybářském vybavení, nebo spolu s rybami ve vodě uvnitř cisteren nákladních automobilů (Carlton, 1993 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 15), které je transportují na jiná stanoviště,

případně z nich dojde k zamoření samotných rybích líhní (Waller et al., 1996 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 15).

Když uvážíme, že líhně fungují jako rezervoáry ryb pro následnou distribuci, jejich zamoření veligery znamená, že se je z nich slávička schopná rozšířit hned na několik dalších míst najednou. I přesto všechno však není přenos tímto způsobem tak snadný, jak by se mohlo zdát (Maguire a Sykes, 2004, s. 14–16). Do přepravních cisteren se totiž přidává jedlá sůl, která má za úkol snížit stres u ryb během přepravy. Veligery však snášejí takto slaná prostředí podstatně hůře než s nimi cestující ryby. Bylo zjištěno, že vystavení koncentraci 10 000 mg/l po dobu 24 hodin znamená, že nejsou schopny přežít přepravu (Waller et al., 1996 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 15). Ještě účinnější je použití formaldehydu, který je zlikviduje už po 2 hodinách při koncentraci 100 mg/l (Edwards et al., 2000 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 15).

Pro slávičky však existují i vhodnější metody, kde se chlorid sodný ani formaldehyd nepoužívá. Jednou z nich je například proces odchovu a vysazení úhořů, během něhož jsou do líhní vysazováni úhoři v podobě malých monté. Těm k transportu stačí pouhé přepravní boxy. Do vody tak nejsou přidávány žádné další látky, jako je tomu u cisteren, a veligery tak nic neohrožuje (Al-Jazeera, 2012).

### **9.3 Lodě a čluny**

Transport přes moře probíhá v balastních nádržích obsahujících vodu k vyrovnávání náklonu lodi. Tato voda je čerpána v přístavech, a pakliže se daný přístav nachází v ústí řeky, tak může být načerpána společně se slávičkami (O’neil, 1994).

Veligery si jako substrát k uchycení často vybírají části lodí a jejich schopnost se uchytit na kolmých a spodních vodorovných plochách (Marsden a Lansky, 2000 cit. podle Czarnoleski et al., 2004, s. 267), jim umožňuje cestovat v řekách proti proudu a osidlovat tak nová území. Nákladní, případně výletní lodě jsou tak schopny slávičky rozšiřovat v rámci propojených říčních soustav (Johnson a Padilla, 1996; Bossenbrook et al., 2001, cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 11).

Menší čluny představují zase riziko v tom, že je lze přesouvat mezi nepropojenými vodními plochami a slávičky se tak dostávají do míst, kam by se jinak nedostaly (tamtéž).

Tyto čluny jsou zodpovědné za rychlé rozšíření v Irsku (Sykes, 2003 cit podle Maguire a Sykes, 2004, s. 2), v Británii, v Severní Americe i v pevninské Evropě (Johnson a Padilla, 1996; Bossenbrook et al., 2001 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 11). Poměrně široká škála míst, na které se slávička může usadit, znesnadňuje efektivní čištění a napomáhá jejich šíření. Můžeme je totiž nalézt jak na motorech, tak přímo v motorech, kde je není lehké zpozorovat a dále pak na kormidlech, kotvách či lodních šroubech (Padilla et al., 1996 cit. podle Maguire a Sykes, 2004, s. 11).

## 10 Výskyt na našem území

Slávičky se v České republice koncentrují do různě velkých izolovaných subpopulací (Mlíkovský a Stýblo, 2006 cit. podle Poledníková, 2017 s. 6).

V Čechách je můžeme nalézt kolem řeky Labe, kde se rozšířily nejdříve. Historie slávičky mnohotvárné v našem povědomí začíná rokem 1893. Tehdy byli objeveni první jedinci v Labi u Ústí nad Labem, kteří k nám připutovali proti proudu řeky z Německa (Blažek, 1893 cit. podle Beran, 2002, s. 80). Mezi Litoměřicemi a Ústí nad Labem se dále hojně vyskytovali až do začátku padesátých let minulého století (Ložek, 1951 cit. podle Beran, 2002, s. 80), kdy jejich počty rapidně klesly vinou neohleduplného průmyslu vzhledem k životnímu prostředí. Až do roku 1979 byla slávička považována za vymizelý druh, ačkoliv pravděpodobně ve velmi malých počtech stále přežívala, a v druhé polovině dvacátého století se začala opět hojně šířit (Ložek, 1992 cit. podle Beran, 2002, s. 80).

První jedinci v Čechách byli znovuobjeveni na podzim roku 1979 v nádrži Rozkoš, konkrétně nad zatopenou obcí Domkov na jihovýchodní straně nádrže. V okolí tehdy nové nádrže však nebyli nikdy předtím pozorováni. Vzhledem k tomu, že se Rozkoš stala vyhledávaným místem odpočinku pro migrující vodní ptactvo, se dospělo k názoru, že za invazi jsou zodpovědní pravděpodobně právě ptáci přilétající ze severu (Ducháč 1985; Krahulec et al. 1980 cit. podle Mařátková, 2020, s. 20). Mezi další místa výskytu v Čechách patří pískovny u řeky Jizery blízko Příšovic (Beran, 1999), nebo vodárenská nádrž Švihov na Želivce (Ložek, 1991 cit. podle Beran, 2002, s. 80).

Největší koncentrace na Moravě jsou stejně jako v Čechách podél větších říčních toků, jako je Morava a Dyje, do kterých se rozšířily z Dunaje (Mlíkovský a Stýblo, 2006 cit. podle Poledníková, 2017 s. 6), přičemž nejvýše položené lokality na řece Moravě se nacházejí severně od Olomouce (Beran, 2002 cit. podle Beran, 2002, s. 80).

První výskyt na střední Moravě byl zaznamenán v létě roku 1991 v pískovně Náklo, do které byly mušle zavlečeny rekreanty z jižního Slovenska a za dalších 6 let se zde jejich počet dostatečně zvýšil na tolik, aby se staly klíčovou zdrojovou populací pro následnou expanzi do mnoha dalších míst. To bylo uskutečnitelné díky mimořádně velkým povodním na Moravě a Odře v červenci roku 1997, které přišly právě v období jejich nejintenzivnější

reprodukce. Brzo po povodních byly slávičky pozorovány v pískovnách Chomoutov, Troubky, Tovačov a Poděbrady v Horce nad Moravou, a v následujících letech se objevily i v Hulíně, Otrokovicích a Kvasicích. Díky člověku však slávičky nacházíme i v místech mimo dosah tehdejší velké vody, jako je třeba lom Výkleky (Uvíral et al., 2009, s. 2).

Kromě toho, že mají negativní vliv na naše původní vodní druhy, jako je škeble říční, velevrub malířský apod. (tamtéž), mohou mít vliv i na ty suchozemské. Typickými příklady jsou pískovny Poděbrady a Náklo. Velké množství mušlí na březích těchto pískoven láká potkany a jiné hlodavce, kteří si mlži zpestřují jídelníček. Když však uvážíme, že tyto lokality vyhledávají k rekreaci i lidé, pravděpodobnost šíření nakažlivých nemocí rapidně stoupá. Tento fakt také spolu zapříčinil šíření leptospirózy na těchto dvou lokalitách (Melicherčíková, 2016 cit. podle Poledníková, 2017, s. 6).

Obrovské problémy s nimi mají také vodohospodáři od roku 2013 v nádrži Nové Mlýny (Nejedlíková, 2015). Slávičky se tam rozšířily natolik, že tamní vodní elektrárně začaly ucpávat potrubí a hradící tabule regulující průtok vody. Elektrárně tak reálně hrozilo vyřazení z provozu (Solaříková, 2015 podle Poledníková, 2017, s. 6) a musely být vynaloženy nemalé finanční prostředky na opravu škod (Nejedlíková, 2015). Nebezpečí představují i v nádrži Švihov na řece Želivce. Narozdíl od Nových mlýnů se tam začaly vyskytovat už podstatně dříve, avšak jejich stavy byly v minulosti snižovány častým kolísáním výšek vodní hladiny, což zahubilo celé populace žijící v mělkých vodách (Hanel, 1993 cit. podle Kavka, 2014, s. 22).



## 11 Výskyt v Evropě

### 11.1 Černomořské a Kaspické oblasti

Původní areály výskytu sláviček se nacházejí v oblastech kolem Černého, Azovského a Kaspického moře. V Rusku se jedná o povodí některých řek vlévající se do Kaspického moře, jako je Volha či Ural (Pirogov et al., 1994 cit. podle Son, 2007, s. 176).

Větší různorodost černomořských a azovských biotopů oproti těm kaspickým vedla slávičky i k vyšší morfologické diverzitě v závislosti na místě výskytu (Son, 2007, s. 176). Vůbec největší jedinci těchto oblastí s délkou skořápky až 49 mm byli nalezeni ve středních částech toku řeky Dněstr. Další místa výskytu v Moldavsku jsou dolní části Dněstru a severní až střední části Dněsterského limanu (Grinbart, 1967 cit. podle Son, 2007, s. 176).

V Bulharsku existují populace v řekách Veleka, Kamčije a v reliktních jezerech Varna, Burgas, Beloslav a Mandrensko (Hubenov, 2005 cit. podle Son, 2007, s. 176). Severněji v Rumunsku je obydleno povodí Dunaje, ve kterém se přirozeně vyskytují v celé jeho dolní polovině toku (Mordukhay a Boltovskoy, 1960 cit. podle Son, 2007, s. 176), stejně jako v systému lagunových jezer Sinoe a Razelm (Son, 2007, s. 176).

Na Ukrajině zahrnuje přirozený areál výskytu hlavně povodí řek Jižní Bug a Dněpr. Obydleny jsou dolní a střední části těchto toků až do města Vinnitsa v případě Jižního Bugu, a až do Kyjeva v případě Dněpru. Vyskytují se i v jejich velkých přítocích, jako je řeka Inhulec vlévající se do Dněpru u Chersonu, a řeka Inhul s přítokem Saksahaň vlévající se do Jižního Bugu v severní části Mykolajivu (Polishchuk 1978; Krasheninnikov, 1929 cit. podle Son, 2007, s. 176). Jak Jižní Bug, tak Dněpr ústí do společného limanu mezi Chersonem a Mykolajivem, kde se slávička stala naprosto dominantním druhem (Lubjanov, 1954 cit. podle Son, 2007, s. 177).

Na ukrajinském pobřeží Azovského moře je nalezneme v ústí řeky Moločna, nedaleko Melitopolu (tamtéž). Na východě Azovského moře zase obývají ústí řeky Don, brakické vody Taganrožské zátoky a Miuský i Jenský liman (Mordukhay Boltovskoy 1960 cit. podle Son, 2007, s. 176).

V samotné řece Don se pak přirozeně vyskytují až do Voroněže (tamtéž). V Severním Doňci byly zaznamenány již 19. století, poté ovšem vymizely a znovu se objevily až po zbudování kanálu Dněpr-Donbas. Na severovýchodní straně Azovského moře je osídlena řeka Kubáň od jejího ústí až po Krasnodar (Rosen, 1911 cit. podle Son, 2007, s. 177).

Dostat se z původního areálu pomohlo slávičkám mimo jiné budování zavlažovacích systémů během 20. století, jejichž kanály se staly jejich domovem. Patří mezi ně kanály zbudované východně od Mykolajivu napojené na Inhulets a kanály vedoucí vodu až na Krym napojené na Dněpr v Nové Kachovce (Son, 2007, s. 176–177).

V 60. letech došlo k výstavbě hráze zcela oddělující lagunové jezero Sasyk od Černého moře a jeho napojení na Dunaj. Postupné odsolování jezera pak umožnilo jeho osídlení. K dalšímu rozšíření došlo z Dněstru do řeky Baraboj po jejich propojení v druhé polovině 20. století. Aktuální rozšíření zahrnuje Barabojskou přehradu a ústí této řeky v Oděské oblasti (tamtéž).

## 11.2 Rusko

V Rusku se nacházejí vůbec nejvýchodnější místa výskytu sláviček na světě v řece Ural, a také ty nejsevernější v řece Severní Dvina (Pallas, 1773; Machnovich, 2018 cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 183), kde se slávičky vyskytují až po samotné ústí řeky v městě Archangelsk na podřezí Bílého moře. Řeka zde má napříč své poloze s průměrnými letními teplotami v ústí řeky 16,2 °C (Zotin a Mikhailov, 1965 cit. podle Antsulevich et al., 2003, s. 278) dokonce vhodnější podmínky, než je tomu v některých, i o mnoho jižnějších lokalitách (Orlova a Panov, 2004).

První výskyt slávičky na ruském pobřeží Baltského moře se datuje do 40. let 20. století ve východní části Narvského zálivu u hranic s Estonskem. Následně pak byly zaznamenány i v Lužské zátocce, která s ní sousedí na východní straně, ačkoliv v dolních částech řeky Narvy je nalézáme už od roku 1937 (Sepp, 1937; Titowa, 1937 cit. podle Antsulevich et al., 2003, s. 279).

V polovině 80. let 20. století překročila slávička hranici 60° severní šířky v Baltském moři. Stalo se tak po více než 150 letech, co se v něm vyskytuje, ačkoliv propojení těchto území

s Pontokaspickou oblastí již existovalo. První exempláře byly nalezeny na východní straně Finského zálivu v ústí řeky Něvy (Minchin, 2000 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 207).

V Něvské zátocce aktuálně nalézáme husté populace v místech podél břehů ústí. Brakická část zátoky, oddělená od Finského zálivu od 80. let 20. století petrohradskou protipovodňovou bariérou, je zásobována sladkou vodou z Něvy propojující zátoku s jezerem Lagoda. Za předpokladu dostatečně teplých let (Strayer a Smith, 1993 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 213) zde hodnoty salinity a okysličení vytvářejí pro slávičky příznivé podmínky (Karatayev et al., 1998 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 213).

Kromě teploty jsou dalším limitním faktorem samotné hydrologické vlastnosti vody. Z hlediska vodního proudění se jedná o vysoce dynamickou oblast, ve které silné proudy mušle odlamují a unášejí je pryč po proudu. Pakliže jsou navíc unášeny dostatečně daleko, mohou se dostat do částí zálivu s příliš vysokou salinitou (Valovirta a Porkka, 1996 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 215–216). Mezi další negativa patří kolísání vodní hladiny a v zimě působení ledu (Karatayev et al., 1998 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 214).

Koncem léta až začátkem podzimu dochází vlivem eutrofizace na místech v hloubce 0,5–1,0 m k rozrůstání řas druhu *Cladophora glomerata* (žabí vlas) až do hmotnosti 500 g suché váhy na m<sup>2</sup> dna (Orlová et al., 1999 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 214) a stávají se tak oblíbeným substrátem pro mladé slávičky. Jedná se však o substrát značně nestabilní a jak se často řasy přetrhávají, přicházejí populace o mladé jedince, kteří jsou spolu s nimi unášeni pryč. Tento efekt může mít na svědomí nižší hustotu jejich biomasy v mělčích hloubkách do 1 m oproti hloubkám větším. V hlubokých centrálních částech ústí Něvy je zase naopak omezující nízká teplota u dna (Kirpichenko, 1997 cit. podle Orlova a Panov, 2004, s. 214).

Specifické podmínky této lokality slávičkám nikdy neumožnily dosáhnout takové intenzity zamoření, aby znamenaly větší nebezpečí pro ekosystém, narozdíl od většiny jiných míst (Orlova a Panov, 2004, s. 207).

Další osídlené území Leningradské oblasti jsou vodní útvary v povodí Ladožského jezera, do kterých se pravděpodobně dostaly jižní cestou z Ilmeňského jezera přes řeku Volchov (Starobogatov, 1988; Orlova et al., 2006 cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 183).

Narozdíl od Něvské zátoky zde slávičky žijí už více než 150 let (Olenin et al., 1999, cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136).

V červnu roku 2017 došlo k objevení nových populací v blízkých lomech u města Kelkolovo. Ty se vyznačují absencí silné hydrodynamické činnosti (Martemyanov, 2013 cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 187) a zároveň kusy hornin, větví a kmeny stromů poskytují na písčném dně dobrý substrát (Dudakova a Belyakov, 2014 cit. podle Dudakova a Svetov, 2021, s. 187). Do karet jim zde hraje i poměrně vysoká úroveň mineralizace vody, která je více než třikrát větší než v Ladožském jezeře (Dudakova a Svetov, 2021, s. 88).

### **11.3 Bělorusko**

Málokterá země hrála v celosvětové invazi sláviček tak důležitou roli jako právě Bělorusko. Geografická poloha tohoto státu z něho dělá hranici mezi baltským a černomořským úmořím. Jeho kritická důležitost v mezinárodním obchodu se projevila na začátku 19. století. V té době došlo k postupnému otevírání kanálů propojující řeku Pripjat' s řekou Západní Bug vlévající se do Visly v roce 1775, dále řeku Pripjat' s řekou Neman ústící do Kuronské laguny v roce 1804, a následně řeku Dněpr s řekou Daugavou ústící do Rižského zálivu v roce 1815. Jejich osídlení invazivními mušlemi z Ukrajiny přišlo brzo poté a slávičce se tak otevřela cesta do Evropy (Karatayev, 1999 cit. podle Karatayev et al., 2010, s. 101–102).

Ačkoliv po běloruských řekách a kanálech slávička expandovala poměrně rychle, do okolích ledovcových jezer se dostává jen pomalu. I když invaze na tyto místa probíhá kontinuálně už přes 200 let, bylo v roce 2000 zasaženo pouze 21,2 % sledovaných lokalit (Karatayev et al., 2010, s. 101).

Jedním z důvodů, proč tomu tak mohlo být, bylo menší rozšíření vodních sportů a jachtingu v tehdejším Sovětském svazu oproti západní Evropě a Severní Americe, kde jsou hlavní hybný motor invaze na izolovaná místa právě rekreační aktivity (Deksbakh, 1935; Karatayev et al., 2003 cit. podle Karatayev et al., 2010, s. 103).

Většina jezer v Bělorusku je totiž izolovaná a velké jezerní systémy jsou propojené vodními cestami jen vzácně. Život jim neulehčuje ani znečištění, které na začátku 80. let

způsobilo jejich brzké vymizení z několika braslavských jezer, které pomalu osídlily v průběhu 70. let (Karatajev et al., 1995 cit. podle Karatajev et al., 2010, s. 104).

#### **11.4 Litva**

První případy výskytu sláviček v Litvě byly zdokumentovány na západním pobřeží Kuronské laguny během 20. let 20. století (Szidat, 1926 cit. podle Butkus et al., 2014, s. 96). K invazi však pravděpodobně došlo už o více než století dříve, nejpravděpodobněji z Běloruska během první invazní vlny za pomoci říční dopravy, po propojení řeky Neman s řekou Pripjat'. Z Nemanu a Kuronské laguny pokračovala rychlá kolonizace řek a jezer jak přirozenými disperzními mechanismy, tak hlavně za pomoci rybářských lodí (Arbačiauskas et al., 2011 cit. podle Butkus et al., 2014, s. 99).

Na některá místa byla slávička vypuštěna dokonce záměrně, aby se mohla stát potravou pro hospodářsky významné druhy ryb (tamtéž). Mušle byly úmyslně vysazeny do 36 jezer po celém území Litvy (Vaitonis a kol. 1990 cit. podle Butkus et al., 2014, s. 97). Ačkoliv ve většině těchto jezer vznikly stálé populace, v jezerech Karačiunka a Verniejus to nebylo možné z nám neznámého důvodu (Butkus et al., 2014, s. 97).

V Litvě slávičky obydíjí velká mezotrofní jezera a nejmenší obydlené litevské jezero je Spindžiukas s plochu 0,106 km<sup>2</sup> (Karatajev et al., 2003 cit. podle Butkus et al., 2014, s. 100).

#### **11.5 Lotyšsko**

K prvnímu zavlečení slávičky do Lotyšska došlo v řížském přístavu už na začátku 19. století z jiných baltských přístavů. Jedním z nich byl přístav v litevském městě Klaipėda na severním břehu Kuronské laguny (Kerney a Morton, 1970 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 138).

Mělké oblasti jižního pobřeží Řižského zálivu se vyznačují písčným dnem a zakalenou vodou, díky čemuž si místní populace vybírají k usazení hloubky od 4 do 10 metrů (Kotta et al., 1998, s. 34).

Ve vnitrozemí je můžeme najít zejména ve větších tocích, jako je řeka Daugava nebo jezerech v blízkosti pobřeží, jako je jezero Kanieris. Dobře se jim také daří na přehradě Rižské vodní elektrárny nacházející se u města Salaspils (Gnatyshyna et al., 2020 s. 409).

## **11.6 Estonsko**

První slávičky na estonském území byly nalezeny v ústí řeky Kunda a v Pernovské zátocce v Rižském zálivu v první polovině 19. století (Birnbbaum, 2011, s. 3). V třicátých letech 20. století obydlely Čudské jezero a přes řeku Narvu se dostaly až do Finského zálivu (Haberman, 1976 cit. podle Kotta et al., 1998, s. 36).

Aktuální výskyt sláviček na severním pobřeží Estonska není přesně zmapovaný. Předpokládáme, že od ruských hranic směrem na západ se jejich počty zmenšují spolu s tím, jak se zvyšuje salinita a pravděpodobně na pobřeží u města Kotla-Järve je pro slávičky už salinita příliš velká (Antsulevich et al., 2003, s. 278). Plně zmapovanou populaci na severním pobřeží máme pouze v okolí města Sillamäe, kde jejich hustota v hloubce dvou metrů činí 100 jedinců na m<sup>2</sup> dna (Kotta et al., 1998, s. 34).

Hloubka, ve které se slávičky vyskytují v Rižském zálivu, je ovlivněna salinitou. Čím je větší salinita, tím mělčí oblasti obývají (Shurin, 1961 cit. podle Kotta et al., 1998, s. 36). V severovýchodní části Rižského zálivu nacházíme mušle spíše v mělčinách, nicméně i v severovýchodní Pernovské zátocce jsou místa, kde největší hustota populací je v hloubce 7 metrů (Kotta a Kotta, 1995 cit. podle Kotta et al., 1998, s. 36), přičemž některé jedince je možno spatřit až v hloubce 12 metrů (Shurin, 1961 cit. podle Kotta et al., 1998, s. 36).

Kromě estonského pobřeží došlo k zavlečení i na ostrov Saaremaa, kde se slávičky usadily na jižním pobřeží. Vzhledem k zrychlení eutrofizačních procesů ale v tomto regionu došlo k úbytku řas, které pro ně představují substrát, což jejich rozšíření omezuje (tamtéž).

## **11.7 Finsko**

Ve Finsku byly slávičky poprvé pozorovány v roce 1996 a během nadcházejících let se staly dominantním bentózním druhem žijícím na tvrdých substrátech v jihovýchodním Finsku. Jedná se zde o jediného přisedlého živočicha a zaplnila tak niku slávky modré. Po sedmi letech od prvního pozorování dosahovala hustota populací na nejvýchodnějších

finských ostrovech až 1100 jedinců na m<sup>2</sup> dna (Panov et al., 2002 cit. podle Antsulevich, 2003, s. 278).

Ve srovnání celého Finského zálivu s jižnějšími lokalitami v Evropě je však jejich hustota výrazně nižší. Na jižním pobřeží Finska je nacházíme od ruské hranice, ze které se díky vodním proudům dále rozšířily až po souostroví Pellinki na západě, včetně ostrovů při pobřeží. Na tomto území obývají hlavně ústí řek, kterých je na jižním pobřeží Finska mnoho. Velikost jejich areálu určují limitní hodnoty salinity, které se v celém Finském zálivu pohybují okolo 5,5 ‰. To neumožňuje rozšíření na jihozápadním pobřeží od Pellinki do Turku, stejně jako v Botnickém zálivu (Antsulevich et al., 2003, s. 278).

Ačkoliv jsou slávičky teplomilný druh, jsou schopné snést i chladné zimy. Nízké teploty ve Finském zálivu však způsobují menší velikost a pomalejší růst (Starobogatov, 1994, cit. podle Antsulevich et al., 2003, s. 279).

Nejvíce jedinců nacházíme v prvních dvou metrech hloubky, pakliže je neomezuje led. K významnému ubývání jedinců dochází se zvyšující se hloubkou od osmi metrů. To je způsobeno klesající teplotou, zvyšující se salinitou a akumulací jemných sedimentů na substrátech (Walz, 1973 cit. podle Antsulevich et al., 2003, s. 279).

Místní populace se zde objevují nepravidelně v závislosti na místních teplotách. V případě, že jsou příliš nízké, se populace objevují pouze sporadicky, případně chybí úplně (Orlova a Panov, 2004, s. 207). U většiny vodních útvarů je možné z teploty dobře předpovědět rychlost růstu (Smit et al., 1992 cit. podle Antsulevich et al., 2003, s. 281). V případě jižního pobřeží Finska však hraje roli i faktor měnící se salinity a teploty, který je způsoben typickým vzedmutím moře během léta (Antsulevich et al., 2003, s. 281).

Vysoké hodnoty salinity vylučují, další rozšiřování po pobřeží do oblasti Helsinek. Slávičky se nenacházejí ani ve vnitrozemních jezerech, ale teoreticky by k invazi mohlo dojít někdy v budoucnu, jelikož se jezera vyznačují příznivějšími podmínkami než podbřeží (tamtéž).

Jak dospělci, tak juvenilní stádia byli zpozorováni i v Loviiské zátocě, která nabízí lepší podmínky díky Loviiské jaderné elektrárně, jež ohřívá okolní vody o 3–5°C. Na základě

toho panují důvodné obavy z vytvoření početné populace, která by znamenala pro elektrárnu nebezpečí (tamtéž).

## **11.8 Polsko**

V Polsku byla slávička objevena v první polovině 19. století, ale pravděpodobně zde žila už dříve, ještě před vybudováním Augustovského kanálu (Piechocki a Dyduch-Falniowska, 1993 cit. podle Stańczykowska a Lewandowski, online) a tudíž se předpokládá, že přicestovala severní cestou na jedné z lodí mířící do gdaňského přístavu (Kerney a Morton, 1970 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 138).

Před rokem 1950 byly jako hlavní místa výskytu označovány hlavně Mazurské jezerní oblasti, Pomořansko a Velkopolsko. Dále pak určité lokality na dolním a středním toku Visly, horním toku Odry a v západních částech Západních Beskyd (Stańczykowska a Lewandowski, online).

Dle údajů z roku 2005 dosahují největších počtů populace žijící v lokalitách na severu země. Mezi tyto lokality patří zejména na severozápadě Štětínský a na severovýchodě Viselský záliv. Hojně populace se nacházejí také na dolních tocích a v ústích řek Visly a Odry. Dobře se jim daří i ve většině průtočných jezerech Mazovských, Pomořanských a Suvalských jezerních oblastí. V centrálních částech země se vyskytují v přehradních nádržích velkých řek a v jejich slepých ramenech. Naopak koryta menších toků zde vhodné podmínky neposkytují. V jižním Polsku byly v poslední době zaznamenány pouze sporadické výskyty malých populací v několika antropogenních vodních útvarech (tamtéž).

## **11.9 Německo**

Zavlečení slávičky do Německa měl pravděpodobně na svědomí vzrůstající rozvoj lodní dopravy na začátku 19. století (von Bär, 1925 cit. podle Borchering, 2001, s. 36). Přibližně okolo roku 1824 byly zdokumentovány první výskyty na řece Havole a v berlínském jezeře Tegel, kam byly pravděpodobně zavlečeny skrze řeky a kanály říční dopravou z tehdy východního Pruska (von Martens, 1865 cit. podle Borchering, 2001, s. 36). Přesný rok začátku invaze v Německu nám však známý není. S jistotou víme jen to, že v 18. století zde ještě žádná populace nebyla (Kurz, 1974 cit. podle Borchering, 2001, s. 36).



Další nálezy v severním a středním Německu byly hlášené v městě Halle na řece Sále v roce 1832, a následně v roce 1835 v Hamburku a v řece Eider ve spolkové zemi Šlesvicko-Holštýnsko. Na německý Rýn putovaly proti proudu z nizozemského Leidenu, kde byly v této řece poprvé zaznamenány. Nejpozději v roce 1844 se dostaly do Boppardu, v roce 1851 do Wiesbadenu, v roce 1863 do Mannheimu (von Martens, 1865 cit. podle Borcharding, 2001, s. 36) a o rok později byly zpozorovány v blízkosti Hüningenu u Basileje (Merian, 1867 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37). V druhé polovině 19. století již existují husté populace v řece Neckar, nedaleko města Eberbach v severním Bádensku-Württembersku (Jungbluth, 1996 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37).

O výskytu na německém Dunaji se mluví už okolo roku 1825 (Pfeiffer, 1825 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37), avšak takto rané zavlečení se nezdá jako příliš pravděpodobné, jelikož v tu dobu ještě neexistovala pravidelná lodní doprava z Vídně do Ulmu, která by byla tento transport proti proudu schopná umožnit. Více se předpokládá, že jejich cesta vedla z Mohanu přes kanál Mohan-Dunaj (von Martens, 1865 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37). V roce 1855 byly zpozorovány v Mohanu u Frankfurtu, následně v roce 1860 v řece Regnitz u Bamberka a do kanálu Mohan-Dunaj se měly dostat nejpozději v roce 1864. O čtyři roky později se už nacházely v Řeznu na Dunaji a v roce 1873 dosáhly Vilshofenu (Ódebrecht, 1957 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37).

I když se v Německu slávička rozšířila na mnoho míst už v 19. století, podhůří Alp jižního Německa se zdálo být od invaze ochráněno až do druhé poloviny 20. století. První exempláře na tomto území byly nalezeny v jezeře Starnberg roku 1960 (Müller, 1983; Nesemann, 1988 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37) a v Bodamském jezeře někdy v druhé polovině 60. let. Bodamské jezero je sice napojeno na Rýn, ale Rýnské vodopády nedaleko Schaffhausenu představují překážku. Z tohoto důvodu se předpokládá, že zavlečení do tohoto jezera mohou mít na svědomí rekreanti, kteří své čluny vhodně neošetřili poté, co s nimi byli ve vodách zasaženými slávičkami. Tuto teorii podporuje i fakt, že první jedinci byli nalezeni právě v přístavech (Siessegger, 1971 cit. podle Borcharding, 2001, s. 37).

## 11.10 Nizozemsko

Slávička mnohotvárná byla v Nizozemsku poprvé nalezena v Rotterdamu, kam se pravděpodobně dostala v roce 1926 spolu s dováženým dřevem z jiných baltských přístavů. (Kearney a Morton, 1970 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136). Podle jiné teorie přicestovala z polské Visly systémem kanálů propojující Vislu s nizozemským Rýnem přes řeku Odru, Havolu, Labe a Emži (Kinzelbach 1972; Dhur a Massard, 1995 cit. podle Tarnowska et al., 2013, s. 2548).

Díky kanálům se následně mohla rychle rozšířit z Rýnu i do ostatních říčních systémů Nizozemí. V roce 1932 došlo k přehrazení mořského zálivu Zuiderzee od Severního moře a k vzniku jezera nazývaného Ijselské moře. To mělo za následek postupné snižování salinity, která jen během prvních 4 let klesla z 6 ‰ na méně než 5 ‰, což umožnilo osídlení původně slaného jezera sladkovodními druhy včetně sláviček, které jezero kompletně kolonizovaly v roce 1938 (Smit et al. 1993 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136).

Slávičky se však nacházely na jihovýchodním břehu zálivu Zuiderzee již před vznikem jezera v blízkosti ústí řeky Ijssel, kde jejich přežití umožňovala poměrně nízká koncentrace rozpuštěných chloridů. Toto místo tak mohlo být možným zdrojem následné invaze v nově vzniklém jezeře (Van Benthem Jutting, 1954; Wibaut-Isebree a Moense, 1954 cit. podle Bij de Vaate, 1991, s. 40).

V roce 1975 došlo díky stavbě hráze mezi městy Enkhuizen a Lelystad k rozdělení zdejších populací. Hustota sláviček v severní části činila v roce 1981 500 jedinců a v jižní části, jinak nazývanou jezerem Markenmeer 400 jedinců na metr čtvereční plochy dna jezera. Většina severních a středních částí severního Ijselkého moře a východních a jihovýchodních částí jezera Markenmeer se však vykazují pouze velmi malou hustotou populací. Jako limitní faktor se na těchto místech jeví nedostatek vhodných substrátů (Van der Velde a Zijlstra, 1986 cit. podle Bij de Vaate, 1991, s. 45).

V roce 1987 byly zasaženy také mělká jezera u ústí řeky Scheldt (Smit et al., 1993, cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136) a od roku 1994 byl zaznamenán nárůst početnosti v jezerech Slotermeer, Heergermeer, Fluessen a Sneekermeer, stejně jako v mělkých fríských jezerech (Maasdam a Claassen, 1998 cit. podle Minchin et al., 2002, s. 136).

## 11.11 Francie

Slávičky se dostaly na francouzské území v první polovině 19. století z Nizozemí (Minchin et al. 2002 cit. podle Tarnowska et al., 2013, s. 2548) přes kanál na řece Waal, který umožnil jejich rozšíření z Rýnu do Mázy, od níž putovaly proti proudu k francouzským hranicím. V roce 1835 byly nalezeny v Ardenském kanálu spojující řeku Mázu s řekou Aisne, a v roce 1855 už v řece Seině. Střední Loiru kolonizovaly v roce 1863, ačkoliv na dolním toku této řeky byly nalezeny už v roce 1856 u města Nantes. Od roku 1858 se začínaly tvořit husté populace v oblastech horního Rýnu a řeky Mosel (Tarnowska et al., 2013, s. 2549–2557). Na tato území se mohly dostat jak severní cestou po Rýnu, tak ze Seiny přes kanál Marna-Rýn (Te'try, 1939 cit. podle Tarnowska et al., 2013, s. 2557).

Severovýchodní Francie se následně stala výchozím bodem kolonizace střední a jižní Francie. V roce 1865 byla slávička zpozorována v Rhoně a v roce 1866 už v Garonně. Jako nejnovější místo výskytu bylo v roce 1970 označeno jezero Salagou (Tarnowska et al., 2013, s. 2548).

## 11.12 Dánsko

První nálezy v Dánsku se datují do roku 1843. První jedinci byli zaznamenáni v Kodani, kam pravděpodobně přicestovali v balastních nádržích jedné z připlouvajících lodí. Kolem roku 1990 byli nalezeny menší populace v kodaňské řece Ladegårdsåen, ze které se mušle nejspíše dostaly i do kodaňských jezer, kde založili početné populace. V 1915 slávičky napadly jezero Furesøen ležící severně od Kodaně. Na Zélandu se aktuálně nacházejí v jezerech Esrum Sø, Frederiksborg Slotssø, Bastrup Sø a v jezerech okolo řeky Suså či potoku Halleby Å (Sivebaek, 2020).

V Jutsku probíhala invaze sláviček až v druhé polovině minulého století, kam je pravděpodobně zavlekli rybáři ze severního Německa (Dahlgreen, 2022). V pozdějších fázích invaze byly napadeny jezera Fårup Sø u města Vejle v roce 1995 a Knudsø u města Ry v roce 2006. Z jezera Knudsø se mušle rychle rozšířily do jezera Skanderborg. Jezero Viborg osídlily v roce 2015 a od té doby to několikrát zopakovaly na dalších místech okolo řeky Gudenåm, jako je jezero Bryrup Langsø u stejnojmenné obce, nebo jezero Bygholm poblíž města Horsens či jezera Brabrand poblíž města Aarhus (Søren, 2019). Uchráněno nebylo ani jezero Slivsø poblíž obce Hoptrup v jižním Jutsku (Sivebaek, 2020).

### **11.13 Švédsko**

Ve Švédsku byli první jedinci objeveni během 20. let minulého století v jezeře Mälaren (Arwidsson, 1926 cit. podle Hallstan et al., 2010, s. 286), kde se dnes nachází jejich nejvýznamnější populace v zemi. V samotném jezeře se nacházejí v jeho severovýchodních částech (Berglund et al., 2006 cit. podle Hallstan et al., 2010, s. 286).

I když invazní dynamika tohoto druhu zde není příliš popsána, předpokládá se, že v posledních desetiletích má spíše stabilní charakter (Aldridge et al., 2004 cit. podle Hallstan et al., 2010, s. 286). Maximální potencionál rozšíření je ve Švédsku určen geografickými a geologickými vlastnostmi regionů, přičemž potencionálně ohrožené jsou vody v jižním a východním Švédsku. Jedná se o oblasti, které se nacházely během posledního zalednění pod bodem nejvyšší výšky hladiny moře, a které tak obsahující mořské a fluviální sedimenty, díky čemuž se vyznačují dostatečnou tvrdostí vody pro vývoj lastur (Hallstan et al., 2010, s. 292).

Vysoké riziko další expanze je v oblastech severně od Stockholmu, jelikož jsou nejbliže k aktuálním místům výskytu a zároveň je zde rozšířená lodní doprava a rybolov (tamtéž, s. 294). Vhodné podmínky panují i v jižním Švédsku a na ostrově Gotland u východního pobřeží. Riziko zavlečení na těchto místech však není tak velké jako v případě oblastí okolo Stockholmu, jelikož se nacházejí poměrně daleko od aktuálních míst výskytu (tamtéž, s. 285).

### **11.14 Velká Británie**

K prvnímu popsání slávičky mnohotvárné na britských ostrovech došlo v roce 1824 v docích na Temži v jihovýchodním Londýně, kde byla používána rybáři jako návnada. V letech 1831 až 1833 se objevují husté populace ve městě Gool v hrabství Yorkshire a v roce 1833 také ve Skotsku v kanále Forth and Clyde u východního Glasgow. Další výskyt ve Skotsku byl objeven o rok později v kanále Union poblíž Edinburku. Má se za to, že důležitou roli v první fázi invaze, kdy došlo k rozšíření po střední Anglii, hrálo budování nových kanálů (Kew, 1893 cit. podle Aldridge et al., 2004, s. 253).

V Temži je největší hustota populací mezi městy Teddington a Walton na Temži, v dolních úsecích tohoto toku. Podobně rozšířené jsou i v řece Lea, kde jich je nejvíce v dolních úsecích řeky v hrabství Hertfordshire (Aldridge et al., 2004, s. 256).

Celé století po první invazní vlně byly stavy populací poměrně stabilní (Kerney a Morton, 1970; Kerney, 1999 cit. podle Aldridge et al., 2004, s. 253) a až na přelomu milénia došlo k dalšímu rozšiřování. Mezi lety 2000 až 2002 byl vodárenskými společnostmi zaznamenán další nárůst populací ve střední a východní Anglii. K významnému růstu populací došlo také v řekách Bure, Ant, Cam, Rother, Darent, Great Ouse a v kanále spojující Seabrook u Folkestonu a Cliff End u Hastingsu. V roce 2002 společnost Yorkshire Water ohlásila nové nálezy v jižním Yorkshiru, což naznačuje šíření směrem na sever. Nárůst populací se týká i stojatých vod, jako je jezero Longton u města Preston nebo jezero Barden, kde mušle během roku 2003 obsadily téměř všechny pevné substráty. Predikce do budoucnosti je taková, že kromě nejjihozápadnějších částí Anglie, severního Skotska a Walesu, budeme ve Velké Británii slávičku vídávat čím dál tím častěji (Aldridge, 2004, s. 255–259).

## **11.15 Irsko**

Narozdíl od Velké Británie se slávičky v Irsku začaly objevovat až během 90. let minulého století, kdy měly přicestovat pravděpodobně z Anglie, případně z Nizozemska (Minchin, 1998; Moriarty, 1999 cit. podle Minchin et al., 2003, s. 24).

Uvádí se, že doky ve městě Limerick na řece Shannon nedaleko východního pobřeží jsou osídlené nejpozději od roku 1994. Později byly nalezeny slávičky ročníku 1995 v městě Killaloe na řece Shannon, při západním břehu Lough Derg. Z Lough Derg se rozšířily severně skrz Shannon proti proudu přes Lough Ree do Lough Boderg v roce 1997, poté do Lough Acres v roce 1998 a následně i do nejjižnějších částí Lough Allen. V roce 1998 byly také nalezeny v Lough Key, kam se dostaly z řeky Shannon přes řeku Boyle (Minchin et al., 2003, s. 24–26).

Přes kanál Shannon-Erne došlo k zavlečení i do povodí řeky Erne, kde byli první jedinci zaznamenáni v září roku 1997. Do června roku 1998 došlo k osídlení této řeky od města Belturbet přes Upper Lough Erne v Irské republice a přes Lower Lough Erne až k městu

Ballyshannon v Severním Irsku (Rosell, 1999, s. 191–192). Invazi neunikl ani Velký kanál spojující řeku Shannon s Dublinem na západním pobřeží (Minchin et al., 2003, s. 24).

### **11.16 Itálie**

Itálie byla od sláviček poměrně dlouho ochráněna díky Alpám, které omezovaly osídlení Apeninského poloostrova. To se však změnilo s rozvojem vodních sportů, jako je rafting, plachtění, kanoistika a podobně. Mušle se tak mohly přichytit na čluny a lodě, které se k těmto aktivitám používají, a které jsou často na přívěsech transportovány z jednoho vodního útvaru na druhý. Tento fakt vedl ke kolonizaci vysokohorských alpských jezer a k překonání alpské bariery (Pollux et al., 2010, s. 46).

První nálezy jsou v Itálii datovány na konec 60. let minulého století v Gardském jezeře na pomezí provincií Verona, Trento a Brescia (Giusti a Oppi, 1972 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555). Postupně došlo k rozšíření do všech velkých jezer pod Alpami a do severoitalských řek. Později došlo i k obydlí regionu Emilia-Romagna, Toskánska, a i některých částí střední Itálie (Spilinga et al., 2000; Lori a Cianfanelli, 2006 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555).

Stejně jako v případě Alp i na Apeninském poloostrově hrála v rozšíření velkou roli činnost člověka. Díky přečerpávání vody z Gardského jezera došlo k přenosu veligerů do jezera Valvestino v provincii Brescia (Bianchi et al., 1976 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555) a Ledro v provincii Trento (Bianchi et al., 1974 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555).

Z těchto jezer byly mušle opět spolu s čluny na přívěsech a s dalším vybavením pro vodní sporty transportovány do jezer Caldonazzo, Levico, Tenno a Terlago taktéž v provincii Trento (Bongiovanni a Maiolini, 2000 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555) a do Velkého jezera Monticolo v provincii Bolzano (Morpurgo a Thaler, 2002 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 555). Později pak došlo i k osídlení jezera Endine opět v provincii Bolzano (Quaglia et al., 2008, s. 555).

Naopak přirozenou cestou z Gardského jezera se slávičky dostaly přes řeku Mincio do řeky Pád (Bedulli a Franchini, 1978 cit. podle Quaglia et al., 2008, s. 556).

## **12 Dopady invaze**

### **12.1 Vliv na okolní prostředí**

Slávičky svými fyziologickými pochody v zasažených lokalitách přetvářejí jak vlastnosti okolní vody, tak charakter dna pouze samotnou existencí jejich kolonií. Připojováním jejich uhličitanových schránek k tvrdým substrátům a k sami sobě navzájem byssovými proteinovými vlákny vznikají drúzy. Po smrti mušle se jejich nerozpustné skořápky a jejich úlomky hromadí u dna, kde mohou vytvářet útesové struktury. Tvorba těchto struktur je zejména významná v prostředí s měkkým dnem tvořeným jemnými sedimenty, kde tak slávičky často poskytují jediný dostupný tvrdý substrát. Na základě toho dochází k vzniku nových stanovišť, jenž se stávají útočištěm pro organismy, které by se jinak v dané lokalitě nevyskytovali. Filtrační činnost zase značně zvyšuje tempo ukládání organického i anorganického materiálu na dně, na kterém se rychlost sedimentace může zvýšit až o několik řádů. Vysoká metabolická aktivita početných populací zároveň významně ovlivňuje koloběh dusíku a fosforu (Karatayev et al., 2002, s. 435–437).

### **12.2 Vliv na okolní organismy**

Filtrační činností sláviček dochází k přesunu suspendovaných částic na dno, kde se koncentrují. Tento jev, příhodný hlavně pro bentické organismy, vede ke změnám jak bentických, tak planktonních společenstev. Mimo jiné také dochází k zvýšení průhlednosti vody redukcí fytoplanktonu a k nadbytku minerálních živin. To vede k rozvoji makrofyt, jenž se pro mušle stávají dalším substrátem pro přichycení. Z vodních živočichů jsou invazí nejvíce ohroženy zejména původní druhy velevrubů a škeblí, jelikož jejich schránky jsou zejména ve stojatých vodách s bahnitým dnem pro slávičky často jediným dostupným substrátem (Uvíra et al., 2009, s. 4). Ty při vyšších hustotách omezují jejich pohyb a stávají se jejich potravními konkurenty, což ve finále může vést až k jejich úhynu. Zejména v Severní Americe stojí za vyhynutí nebo výrazné snížení početnosti mnoha druhů velkých mlžů, jejichž druhová diverzita je tam výrazně vyšší než v Evropě (Beran, 2018, s. 256).

V ekosystémech jsou slávičky potravou pro ryby, například pro kapry, amury černé, nebo úhoře. Z ptáků je pojídá polák velký, polák chocholačka, hohol severní, či lyska černá.

Ptáci také podle jejich výskytu dokonce přizpůsobují své tažné trasy. Ze savců je vyhledávají třeba ondatry (Uvíra et al., 2009, s. 4).

### **12.3 Dopady na lidskou činnost**

Vedle enviromentálních problémů sebou slávičky nesou i problémy hospodářské. Obrovské ekonomické škody páchají ať už na samotných vodních dílech (Povodí Moravy, s.p., 2015) nebo v závodech, které pro svou výrobu využívají vodu ze zasažených lokalit. Najít je můžeme například v chladicích systémech tepelných elektráren (World Nuclear News, 2007). Jejich malá velikost jim umožňuje dostat se i do malých a nedostupných prostorů uvnitř technologických zařízení, což dělá jejich likvidaci velmi pracnou a drahou (Povodí Moravy, s.p., 2015).

Mušle za prvé zpomalují, nebo přímo omezují průtok vody v potrubí, a za druhé podporují korozi. Mezi jejich byssovými vlákny a kovovou stěnou, na které je vlákna drží, se totiž kultivují bakterie produkující acidifikující látky. V případě náhlého vymírají zase hrozí, že rozkládající se mrtvá těla mlžů znečistí okolní vodu, ačkoliv živé mušle vodu naopak čistí. Slávičky obrůstají trupy, kormidla a lodní šrouby lodí, a ekonomické důsledky jejich invaze se tedy nevyhnou ani lodní dopravě (Beran, 2018, s. 256).

Rybáři se zase potýkají s obrůstáním sítí a s přerezáváním vlasců o jejich ostré drúzy, které jsou schopné člověka i zranit, pakliže na ně šlápne. Slávička, coby potrava pro ryby, také snižuje pravděpodobnost jejich záběru při lovu a snižuje kvalitu rybího masa (Uvíra et al., 2009 s. 4–5).



### 13 Ochrana a likvidace

Když uvážíme, jak obtížný je boj se slávičkami v už zasažených vodách, měla by se naše pozornost zaměřit hlavně na to, aby se na ně vůbec nedostávaly (Illinois-Indiana Sea Grant, 2013).

V dnešní době představují největší hrozbu, díky své schopnosti přenášet mušle i mezi nepropojenými vodními systémy, hlavně rekreační aktivity, jako je sportovní rybolov, jachting, vodáctví, potápěčství a podobně. Po vytažení lodi či člunu na břeh je nutné plavidlo nebo i přívěs kompletně prohlédnout a případně ho zbavit všech rostlin, které mohou být pro mušle substrátem. Vodu z motoru a z dalších míst, odkud sama nevyteče, je nutné vypustit a daná místa ideálně vysušit, jelikož se v ní mohou nacházet veligery. Vzhledem k tomu, že jsou slávičky schopny po určitý čas přežít i na souši, je následně vhodné loď důkladně opláchnout vodou o teplotě alespoň 40 °C, případně použít vysokotlaký čistič. V opačném případě je nutné počkat alespoň 5 dní, než plavidlo znovu spustíme na vodu (tamtéž).

Pro eliminaci rizika při rybaření je nutné zajistit, aby bylo vybavení po lovu zcela vysušeno, případně tepelně ošetřeno před dalším použitím. Dále je důležité používat návnadu, která nebyla vystavena zamořené vodě, a nepoužívat jako návnadu slávičky na místech, kde se ještě nevyskytují (Maguire a Sykes, 2004, s. 14).

K likvidaci sláviček žijících na či přímo uvnitř technologických zařízeních se využívají jak proaktivní, tak reaktivní metody v závislosti na konkrétním případě. Proaktivní metody se snaží zabránit už samotnému usazení veligerů na substrát, kdyžto reaktivní metody řeší odstraňování už usazených mušlí (Illinois-Indiana Sea Grant, 2013).

Reaktivní metody nejsou tak ekonomicky nákladné jako ty proaktivní a standartně se používají v případech, kdy počty sláviček nashromážděné během jedné nebo dvou sezón ještě nepředstavují větší riziko. U reaktivních metod se využívá teplotního šoku, dehydratace, mrazu, kyslíkové deprivace, mechanického čištění, nebo aplikace biocidů. Nejjednodušší účinný způsob, jak se zbavit sláviček je nechat na místech, které to umožňují, vypustit vodu, ve které žijí a vystavit je tak napospas okolním podmínkám. Vysokou efektivitou likvidace se také vykazuje čištění párou, které zabíjí slávičky rychlou změnou

teploty, přičemž teplota vody a doba vystavení těmto podmínkám potřebná k usmrcení mušlí se stejně jako v předchozím případě odvíjí od podmínek okolního prostředí. K vyvolání kyslíkové deprivace se využívá činidel, jež na sebe vážou kyslík, jako je disiričitan sodný nebo sulfan. Nevýhodou všech doposud zmíněných metod je však nutnost poměrně dlouhé odstávky narušující produkci. Naopak mechanicky s pomocí škrabek, kartáčů a fréz lze slávičky odstraňovat přímo během chodu nebo pouze s krátkou odstávkou. Z biocidů jsou účinnější spíše redukční činidla, jako jsou draselné soli a dusičnan amonný, oproti těm oxidačním, jako je oxid chloričitý. Mušle na redukční činidla totiž nereagují uzavřením lastury a chemikálie jsou je tak schopny zabít už v řádu několika hodin. Naproti tomu při použití oxidačního činidla se požadovaný efekt dostaví až po dvou týdnech. Po použití biocidů je však nutné prostředí detoxikovat a zabránit tak úniku chemikálií do povrchových vod, během čehož jsou mrtvé slávičky vyloveny a převezeny na skládku (tamtéž).

Proaktivní metody mohou být chemické nebo nechemické. Nechemické proaktivní metody zahrnují antiadhezivní materiály, pískové a mechanické filtry, elektrolytické a akustické technologie, a ultrafialové světlo. Nejlepší antiadhezivní materiály jsou ty, které jsou bohaté na měď, nebo také silikony s nízkým povrchovým napětím. Slibnými výsledky se vyznačuje elektrolytická metoda využívající k ochraně povrchů elektrický proud, která během nasazení ve Velkých jezerech vykazovala až 80% úspěšnost. Usazování lze také silně omezit generováním zvukových vln, které navíc poškozují tkáň juvenilních jedinců. Využit se dá i ultrafialové záření, to však má svou nevýhodu v tom, že není použitelné v zakalené vodě. V chemických proaktivních metodách se využívají zejména oxidační činidla, jako je oxid chloričitý, brom, chloramin, manganistan draselný a ozon, které jsou přidávány po celou dobu rozmnožování (tamtéž).

## Závěr

Z hlediska chemie se ukázala být jejich achillova pata draslík, u kterého vyšly najevo jeho degenerativní účinky na žaberní epitel. Když uvážíme, že většina organismů snáší mnohem vyšší koncentrace tohoto prvku než slávičky, zdá se být vhodným nástrojem jejich likvidace, aniž by výrazně uškodil necílovým druhům. Jeho výhoda stejně jako u ostatních redukčních činidel je taková, že na něj slávičky nereagují uzavřením ulity a je tak mnohem efektivnější než činidla oxidační.

Efektivnější využívání fosforu umožněné tkáňovými modifikacemi slávičkám rozšiřuje potencionální areály výskytu i na méně úživné vody, než je tomu u živočichů, kteří touto schopností nedisponují. To, co však snášejí špatně jsou naopak vysoké přebytky tohoto prvku v silně eutrofizované vodě. Silné znečištění evropských i našich vod během druhé poloviny 20. století a zejména během 60. a 70. let tak pro ně znamenalo rapidní snížení jejich počtů a konkrétně na našem území byly po několik let dokonce považovány za vymizelé.

Nejvýznamnější limitující faktor u sláviček žijících ve vnitrozemí je tvrdost vody, jenž hraje u všech mlžů a u sláviček zvláště zásadní roli v tvorbě lastur. Z pohledu geologie jsou tak nejohroženější ty lokality s podložím tvořeným říčními a mořskými sedimenty v nížinných oblastech, jako jsou typicky jižní a jihovýchodní oblasti Švédska. Naopak vysočiny se spíše tvrdým, žulovým podložím pro slávičky vhodné nejsou.

U sláviček žijících u pobřeží se zase potvrdila hypotéza, že snesou vyšší salinitu oproti těm vnitrozemským. Z disociovaných iontů mořské vody reagují nejcitlivěji na ty chloridové. Toho se využívá i v prevenci, kdy bývá po celé období reprodukce do vody přidáván oxid chloričitý nebo jiné oxidační činidlo.

Mezi teplotou a slávičkami panuje ambivalentní vztah. Jsou sice schopné přežít poměrně široké rozmezí teplot, díky čemuž je nacházíme jak ve vodách střední Itálie, tak i na ruském pobřeží Bílého moře u města Archangelsk ležící na 64° a 33' severní šířky, ale zároveň však špatně snášejí rychlé teplotní změny zejména v době rozmnožování, ale nejen během něj. Tento fakt stojí za slušnou efektivitou parního čištění a větší šanci na přežití jedinců žijících v hlubších jezerech se stálejším prostředím během rychlých teplotních

změn, ačkoliv slávičky běžně vyhledávají spíše mělká a teplá jezera. Například rychlá změna počasí na jaře roku 1989 během doby reprodukce se stala osudnou populaci žijící v nizozemském jezeře Veluwemeer, zatímco co populace sousedního Ilsejského moře prosperovala. Předpokládám, že tento faktor by mohl v budoucnu ještě nabývat na důležitosti v kontextu globálního oteplování, které se mimo jiné vyznačuje častějšími teplotními výkyvy.

Pakliže chceme odhadnout pravděpodobnost, s jakou se budou slávičky schopny usadit na určitém místě, je nutné brát na zřetel celou škálu různých faktorů a nespolehat se pouze na jediný. Různé faktory se mezi sebou různě ovlivňují a to, co platí pro jednu populaci, nemusí platit pro populaci druhou.

Z hlediska transportu byla a je pro invazi sláviček zásadní jednak schopnost syntetizovat byssová vlákna umožňující přichycení na trupy lodí, bez kterých by transport proti proudu řek nebyl uskutečnitelný, a druhá lidská činnost. V minulosti se jednalo hlavně o lodní dopravu spolu s výstavbou nových vodních cest.

Na začátku jejich putování Evropou na přelomu 18. a 19. století stála výstavba tří běloruských kanálů propojující Ukrajinu s vodami ústími do Baltského a Severního moře. Slávičky pak z baltských přístavů mohly cestovat přes moře ve formě veligerů v balastních nádržích. Dělo se tak zejména v případech, kdy se přístav nacházel v ústí řeky, případně v laguně oddělené od moře, kde pro ně byla salinita ještě snesitelná. Jedním z těchto přístavů, které hrály důležitou roli v prvních fázích invaze, byl například přístav v litevském městě Klaipėda ležící v Kurské laguně. Tímto způsobem pravděpodobně došlo na začátku 19. století k zavlečení do Rotterdamu, Rigy, Gdaňsku, Londýna a Kodaně.

Skrze kanály v Bělorusku zase obydlely většinu míst východní Evropy, kde se dnes nacházejí. Kanály jim také umožnily dostat se z tehdy východního Pruska na území dnešního Německa nebo přes Ardeny z Nizozemska do Francie. S plánováním výstavby kanálů bychom tedy měli brát na zřetel kromě mnoha jiných environmentálních problémů i problém invazivních druhů.

V dnešní době představují největší hrozbu zejména rekreační aktivity, jako je sportovní rybolov, vodáctví a podobně, jelikož jsou schopné přenášet mušle i mezi nepropojenými

vodními systémy. Díky rekreantům se slávička dostala například do Bodamského jezera, překročila Alpy a obydlela severní a střední Itálii, nebo se rozšířila po Irsku.

K eliminaci rizika přenosu během rekreace je nutné brát na zřetel fakt, že slávičky jsou velice odolným druhem schopným přežít mimo vodu i několik dní a k tomu i přihlížet během údržby a péče o věci, které se s nimi teoreticky mohly dostat do kontaktu. V tomto kontextu se zdá být jako jedna z absolutně nejdůležitějších věcí v boji proti tomuto vetřelci edukace veřejnosti a osobní zodpovědnost každého jednoho jedince.

## Seznam použitých informačních zdrojů

AARTS, Bram a NIENHUIS, Piet. Fish zonation and guilds as the basis for assessment of ecological integrity of large rivers. *Hydrobiologia* [online]. 2003, 500(1), s. 157–178 [cit. 2022.12.6]. ISSN: 1573–5117. Dostupné z <https://doi.org/10.1023/A:1024638726162>.

Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. *Invazivní druhy* [online]. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, ©2023. [cit. 2023.3.30]. Dostupné z <https://invaznidruhy.nature.cz/>.

Al Jazeera English | earthrise – Return of Elvers. In: YouTube [online]. 2.8.2012 [cit. 2022.12.17]. Dostupné z <https://www.youtube.com/watch?v=sh97whTKjrA&t=>. 26 s.

ALDRIDGE, David; ELLIOTT, Paul a MOGGRIDGE, Geoff. The recent and rapid spread of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Great Britain. *Biological Conservation* [online]. 2004, 119(2), s. 253–261 [cit. 2023.3.4]. ISSN:1873–2917. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2003.11.008>.

ALEXANDER, James a MCMAHON, Robert. Respiratory response to temperature and hypoxia in the zebra mussel *Dreissena polymorpha*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* [online]. 2004, 137(2), s. 425–434 [cit. 2022.11.3]. ISSN: 1531–4332. Dostupné z <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2003.11.003>.

ALIX, Muriel. *Zebra mussel (Dreissena polymorpha) population in the newly formed Cardiff Bay* [online]. Cardiff, 2010 [cit. 2022.12.10]. Disertační práce. Cardiff University. Vedoucí disertační práce Steve Ormerod. Dostupné z: <https://orca.cardiff.ac.uk/id/eprint/54122/>.

ANTSULEVICH, Alexander; VÄLIPAKKA, Pentti a VAITTINEN, Juhani. How are the zebra mussels doing in the Gulf of Finland?. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology*. 2003, 52(3), s. 268–283. ISSN: 1406–0914.

BERAN, Luboš, ed., 2002. *Vodní měkkýši České republiky-rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření, ohrožení a ochrana, červený seznam (Aquatic molluscs of the Czech Republic-distribution and its changes, habitats, dispersal, threat and protection, Red List)*. - Sborník přírodovědného klubu v Uherském Hradišti, Supplementum 10, 258 pp. 2002.

Uherské hradiště: Přírodovědný klub v Uherském Hradišti a Muzeum jihovýchodní Moravy ve Zlíně. ISBN 80–86485–05–6.

BERAN, Luboš. Slávička mnohotvárná – náš nejstarší přistěhovalec mezi mlži. *Živa* [online]. 2018, 2(1), s. 255–256 [cit. 2023.3.8]. ISSN: 0044–4812. Dostupné z: <https://www.researchgate.net/publication/334536827>.

BIJ DE VAATE, Abraham. Distribution and aspects of population dynamics of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), in the lake IJsselmeer area (The Netherlands). *Oecologia* [online]. 1991, 86(1), s. 40–49 [cit. 2023.2.22]. ISSN: 00298549. Dostupné z <https://www.jstor.org/stable/4219565>.

BIRNBAUM, Christina. 2011. Invasive Alien Species Fact Sheet-*Dreissena polymorpha*. In: *Database of the European Network on Invasive Alien Species-NOBANIS* [online]. Tartu: Institute of Agricultural and Environmental Sciences. [cit. 2023.1.15]. Dostupné z: [https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/d/dreissena-polymorpha/dreissena\\_polymorpha.pdf](https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/d/dreissena-polymorpha/dreissena_polymorpha.pdf).

BORCHERDING, Jost; JANTZ, Brigitte; JUNGBLUTH, Jürgen; KINZELBACH, Ragnar; SIESSEGGGER, Berthold a WALZ, Norbert. *Dreissena polymorpha* (Pallas 1771), Dreikantmuschel. In: BOEHMER, Hans, Juergen; HEGER, Tina a TREPL, Ludwig. *Case Studies on Alien Species in Germany-Robinia pseudoacacia, Fallopija japonica, Senecio inaequidens, Dreissena polymorpha, Ondatra zibethicus, Mustela vison* [online]. Berlin: Umweltbundesamt, 2001, s. 36–42 [cit. 2023.1.10]. ISBN: 363–01–026. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/237219635\\_Case\\_Studies\\_on\\_Alien\\_Species\\_in\\_Germany\\_-\\_Robinia\\_pseudoacacia\\_Fallopija\\_japonica\\_Senecio\\_inaequidens\\_Dreissena\\_polymorpha\\_Ondatra\\_zibethicus\\_Mustela\\_vison](https://www.researchgate.net/publication/237219635_Case_Studies_on_Alien_Species_in_Germany_-_Robinia_pseudoacacia_Fallopija_japonica_Senecio_inaequidens_Dreissena_polymorpha_Ondatra_zibethicus_Mustela_vison).

BORUNSKÝ, Marek. *Distribuce a invazivní potenciál slávičky mnohotvárné* [online]. Olomouc, 2014 [cit. 2022.12.4]. Bakalářská práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí bakalářské práce Vladimír Uvíra. Dostupné z: [https://theses.cz/id/c42mwx/#panel\\_text](https://theses.cz/id/c42mwx/#panel_text).

BOULET, Denise; FISHER, Warwick; STORMBERG, Paul a BRUNER, Kathleen. Molluscicidal activity of potassium to the zebra mussel, *Dreissena polymorpha*: toxicity and mode of action. *Aquatic Toxicology* [online]. 1991, 20(4), 219–234 [cit. 2022.09.30]. ISSN 1879–1514. Dostupné z [https://doi.org/10.1016/0166-445X\(91\)90061-D](https://doi.org/10.1016/0166-445X(91)90061-D).

BUTKUS, Rokas; ŠIDAGYTĖ, Eglė; RAKAUSKAS, Vytautas a ARBAČIAUSKAS, Kęstutis. Distribution and current status of non-indigenous mollusc species in Lithuanian inland waters. *Aquatic Invasions* [online]. 2014, 9(1), s. 95–103 [cit. 2023.1.15]. ISSN: 1798–6540. Dostupné z <http://dx.doi.org/10.3391/ai.2014.9.1.08>.

COHEN, Andrew. *A review of Zebra Mussels' Environmental Requirements* [online]. Oakland: California Department of Water Resources, 2005 [cit. 2022.10.05]. Dostupné z <https://www.sfei.org/biblio/author/212%3Fsort%3Dyear%26order%3Dasc?f%5Bauthor%5D=1648>.

CZARNOLESKI, Marcin; MICHALCZYK, Lukasz a PAJDAK-STÓS, Agnieszka. Substrate preference in settling zebra mussels *Dreissena polymorpha*. *Archiv fur Hydrobiologie* [online]. 2004, 159(2), s. 263–270 [cit. 2022.9.18.] ISSN: 0003–9136. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/210155381\\_Substrate\\_preference\\_in\\_settling\\_zebra\\_mussels\\_Dreissena\\_polymorpha](https://www.researchgate.net/publication/210155381_Substrate_preference_in_settling_zebra_mussels_Dreissena_polymorpha).

DAHLGREEN, Ole, 2022. Vandremusling. In: *Naturbasen* [online]. 10.9. [cit. 2023.3.1]. Dostupné z: <https://www.naturbasen.dk/art/6112/vandremusling#:~:text=Zebramuslingen%20kom%20til%20K%C3%B8benhavn%20med,i%201926%20i%20Esrum%20S%C3%B8>.

DUDAKOVA, Dina a SVETOV, Sergei. Invasion of Zebra Mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) in the Basin of Lake Ladoga and the Biochemical Role of the Invader. *Russian Journal of Biological Invasions* [online]. 2021, 12(2), s. 182–191 [cit. 2023.3.4]. ISSN: 2075–1125. Dostupné z <https://doi.org/10.1134/S2075111721020065>.

FERRY, Maureen. *Zebra Mussel Habitat Selection, Growth and Mortality in Lakes of Northeastern Wisconsin and the Upper Peninsula of Michigan* [online]. Stevens Point, 2013 [cit. 2023.1.28]. Diplomová práce. University of Wisconsin. Vedoucí diplomové práce Tim Ginnett. Dostupné z <http://digital.library.wisc.edu/1793/81681>.



FINCKE, Ola a TYLCZAK, Lesley. Effects of zebra mussel attachment on the foraging behaviour of the dragonfly, *Macromia illinoiensis*. *Ecological Entomology* [online]. 2011, 36(1), s. 760–767 [cit. 2022.12.10]. ISSN: 1365–2311. Dostupné z: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2011.01329.x>.

Geologie.vsb.cz [online]. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava (VŠB-TUO). [cit. 2022.12.11]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/paleontologie/paleontologie/zoopaleontologie/Mekkysi/T%C5%99%C3%ADda%20Bivalvia.htm>.

GNATYSHYNA, Lesya; KHOMA, Vira; HORYN, Oksana; OZOLINŠ, Davis; SKUJA, Agnia; KOKORITE, Ilga; RODINOV, Valery; MARTYNIUK, Viktoria; SPRINGE, Gunta; STOLIAR, Oksana. Multi-Marker Study of *Dreissena polymorpha* Populations from Hydropower Plant Reservoir and Natural Lake in Latvia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. 2020, 20(6), s. 409–420 [cit. 2023.2.4]. ISSN: 1303–2712. Dostupné z: [http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20\\_6\\_01](http://doi.org/10.4194/1303-2712-v20_6_01).

HALLSTAN, Simon; GRANDIN, Ulf a GOEDKOOOP, Willem. Current and modeled potential distribution of the zebra mussel (*Dreissena polymorpha*) in Sweden. *Biological Invasions* [online]. 2010, 12(1), s. 285–296 [cit. 2023.2.18]. ISSN: 1573–1464. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10530-009-9449-9>.

Illinois-Indiana Sea Grant | Controlling Zebra Mussels. In: YouTube [online]. 26.7.2013 [cit. 2023.3.20]. Dostupné z <https://www.youtube.com/watch?v=yaqbo6dqAek&t=642s>.

KARATAYEV, Alexander; BURLAKOVA, Lyubov a PADILLA, Dianna. *Dreissena polymorpha* in Belarus: history of spread, population biology and ecosystem impacts. In: VAN DER VELDE, Gerard; RAJAGOPAL, Sanjeevi a BIJ DE VAATE, Abraham. *The Zebra Mussel in Europe*. Weikersheim, Margraf Publishers, 2010, s. 101–111. ISBN: 978–3–8236–1594–1.

KARATAYEV, Alexander; BURLAKOVA, Lyubov a PADILLA, Dianna. Impacts of Zebra Mussels on Aquatic Communities and their Role as Ecosystem Engineers. In: LEPPÄKOSKI, Erkki; GOLLASCH, Stephan a OLENIN, Sergey. *Invasive Aquatic*

*Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 433–446. ISBN: 1–4020–0837–6.

KARATAYEV, Alexander; BURLAKOVA, Lyubov a PADILLA, Dianna. Physical factors that limit the distribution and abundance of *Dreissena polymorpha* (pall.) *Journal of Shellfish Research* [online]. 1998, 17(4), s. 1219–1235 [cit. 2022.12.6]. ISSN: 0730–8000.

Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/279904620\\_Physical\\_factors\\_that\\_limit\\_the\\_distribution\\_and\\_abundance\\_of\\_Dreissena\\_polymorpha\\_PALL](https://www.researchgate.net/publication/279904620_Physical_factors_that_limit_the_distribution_and_abundance_of_Dreissena_polymorpha_PALL).

KAVKA, Michal. Zimování vodních ptáků na nádrži Želivka v průběhu zim 2008/2009–2013/2014. *Panurus* [online]. 2014, 23(1), s. 1–24 [cit. 2022.12.8]. ISSN: 1211–6424. Dostupné z [http://www.vcpcso.cz/wp-content/uploads/kavka\\_panurus\\_23\\_2014.pdf](http://www.vcpcso.cz/wp-content/uploads/kavka_panurus_23_2014.pdf).

KEPIČ, Jan. *DREISSENA POLYMORPHA-SLÁVIČKA MNOHOTVÁRNÁ (CZ)*. In: *ApneaSite-underwater on a single breath* [online]. 21.7. 2016 [cit. 2023.3.30]. Dostupné z <https://www.apneaside.cz/animalia-zivocichove/mlzi-bivalvia/dreissena-polymorpha/>.

KILGOUR, Bruce; MACKIE, Gerald a BAKER, Mark. Effects of salinity on the condition and survival of zebra mussels (*Dreissena polymorpha*). *Estuaries and Coasts* [online]. 1994, 17(1), s. 385–393 [cit. 2022.11.28]. ISSN 15592731. Dostupné z: <https://doi.org/10.2307/1352671>.

KOTTA, Jonne; ORAVB, Helen a KOTTA, Ilmar. Distribution and Filtration Activity of the Zebra Mussel, *Dreissena Polymorpha*, in the Gulf Of Riga and the Gulf of Finland. *Proceedings of the Estonian Academy of Sciences, Biology and Ecology* [online]. 1998, 47(1), s. 32–41 [cit. 2023.1.5]. ISSN: 1736–7530. Dostupné z: [https://www.reabic.net/publ/Kotta\\_etal\\_1998.pdf](https://www.reabic.net/publ/Kotta_etal_1998.pdf).

KUGLEROVÁ, Jindra. Draslík (<sub>14</sub>K). *Chemie.gfxs.cz-chemický vzdělávací portál* [online]. Gymnázium F. X. Šaldy, ©2003–2006. [cit. 2022.10.05]. Dostupné z: [http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=prvek&prvek\\_id=19](http://chemie.gfxs.cz/index.php?pg=prvek&prvek_id=19).

MACKIE, Gerald a SCHLOESSER, Don. Comparative Biology of Zebra Mussels in Europe and North America: An Overview. *American Zoologist* [online]. 1996, 36(3),

s. 244–258 [cit. 2023.4.1]. ISSN: 0003–1569.  
Dostupné z <https://doi.org/10.1093/icb/36.3.244>.

MADON, Sharook; SCHNEIDER, Daniel; STOECKEL, Jim a SPARKS, Richard. Effects of inorganic sediment and food concentrations on energetic processes of the zebra mussel *Dreissena polymorpha*: Implications for growth in turbid rivers. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. 2010, 55(2), s. 401–413 [cit. 2022.12.6]. ISSN: 0706–652X. Dostupné z <https://doi.org/10.1139/f98-030>.

MAGUIRE, Caitriona a SYKES, Lisa. *Zebra mussel management strategy for Northern Ireland 2004–2010* [online]. Belfast: Queen's University of Belfast, 2004 [cit. 2022.12.10]. ISBN: 188585. Dostupné z <https://library-search.nics.gov.uk/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=90054>.

MAŤATKOVÁ, Lucie. *Dynamika populace slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*) na vodním díle Rozkoš* [online]. Olomouc, 2022 [cit. 2022.12.11]. Diplomová práce. Palackého univerzita v Olomouci. Vedoucí diplomové práce Petr Hekera. Dostupné z: [https://theses.cz/id/0ax4p9/DP\\_Matatkova\\_.pdf](https://theses.cz/id/0ax4p9/DP_Matatkova_.pdf).

MCMAHON, Robert. The Physiological Ecology of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America and Europe. *American Zoologist* [online]. 1996, 36(3), s. 339–363 [cit. 2022.11.3]. ISSN: 0003–1569. Dostupné z: <https://doi.org/10.1093/icb/36.3.339>.

MERZOVÁ, Martina. *Stav a role invazního mlže slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*) ve vodárenské nádrži Želivka* [online]. České Budějovice, 2017 [cit. 2022.12.6]. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Vedoucí práce diplomové práce Milan Říha. Dostupné z: [https://theses.cz/id/jyujvm/?isshlret=Martina%3BMERZOV%C3%81%3B;zet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3DMartina\\_Merzova%26start%3D1](https://theses.cz/id/jyujvm/?isshlret=Martina%3BMERZOV%C3%81%3B;zet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3DMartina_Merzova%26start%3D1).

MINCHIN, Dan; LUCY, Frances a SULLIVAN, Monica. Zebra Mussel: Impacts and Spread. In: LEPPÄKOSKI, Erkki; GOLLASCH, Stephan a OLENIN, Sergey. *Invasive Aquatic Species of Europe. Distribution, Impacts and Management*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2002, s. 135–146. ISBN: 1–4020–0837–6.

MINCHIN, Dan; MAGUIRE, Caitriona a ROSELL, Robert. The Zebra Mussel (*Dreissena polymorpha Pallas*) Invades Ireland: Human Mediated Vectors and the Potential for Rapid Intranational Dispersal. *Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy* [online]. 2003, 103(1), s. 23–30 [cit. 2023.3.5]. ISSN: 07917945.

Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/20500175>.

MOREHOUSE, Reid; DZIALOWSKI, Andrew a JEYASINGH, Punidan. Impacts of excessive dietary phosphorus on zebra mussels. *Hydrobiologia* [online]. 2013, 707(1), 73–80 [cit. 2022.10.05]. ISSN 1573–5117. Dostupné z <https://doi.org/10.1007/s10750-012-1407-3>.

NEJEDLÍKOVÁ, Lenka, 2015. Nové Mlýny: elektrárně ucpává potrubí mlž, změna technologie vyjde na miliony. In: *Břeclavský deník.cz* [online]. 15.7. [cit. 2023.3.1]. Dostupné z [https://breclavsky.denik.cz/zpravy\\_region/nove-mlyny-elektrarne-ucpava-potrubi-mlz-zmena-technologie-vyjde-na-miliony-20150715.html](https://breclavsky.denik.cz/zpravy_region/nove-mlyny-elektrarne-ucpava-potrubi-mlz-zmena-technologie-vyjde-na-miliony-20150715.html).

New Hampshire Department of Environmental Services, 2019. *Zebra Mussels Fact Sheets* [online]. [cit. 2022.10.12]. Dostupné z: <https://www.des.nh.gov/resource-center/publications?keys=zebra&purpose=Fact+Sheets&subcategory=>

O'NEILL, Charles. The Introduction and Spread of the Zebra Mussel in North America. In: *Proceedings of the Fourth International Zebra Mussel Conference* [online]. 1994, s. 433–446 [cit. 2022.12.21].

Dostupné z: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/34608>.

ORLOVA, Marina a PANOV, Vadim. Establishment of the zebra mussel, *Dreissena polymorpha* (Pallas), in the Neva Estuary (Gulf of Finland, Baltic Sea): distribution, population structure and possible impact on local unionid bivalve. *Hydrobiologia* [online]. 2004, 514(1–3), s. 207–217 [cit. 2023.2.19]. ISSN: 0018–8158.

Dostupné z: <https://doi.org/10.1023/B:hydr.0000018220.44716.8c>.

POLEDNÍKOVÁ, Markéta. *Vliv kovových materiálů na přisedání sláviček mnohotvárných (Dreissena polymorpha)* [online]. Olomouc, 2017 [cit. 2023.3.1]. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci. Vedoucí diplomové práce Petr Hekera. Dostupné z: <https://theses.cz/id/7ebogd/21661391>.

POLLUX, Bart; VAN DER VELDE, Gerard a BIJ DE VAATE, Abraham. A perspective on global spread of *Dreissena polymorpha*: a review on possibilities and limitations. In: VAN DER VELDE, Gerard; RAJAGOPAL, Sanjeevi a BIJ DE VAATE, Abraham. *The Zebra Mussel in Europe*. Weikersheim, Margraf Publishers, 2010, s. 101–111. ISBN: 978–3–8236–1594–1.

Povodí Moravy, s.p., 2015. Slávička mnohotvárná poškozuje technologická zařízení MVE Nové Mlýny. *Povodí Moravy* [online]. Povodí Moravy, s.p.. 14.7.2015. [cit. 2023.3.11]. Dostupné z <http://www.pmo.cz/cz/media/tiskove-zpravy/slavicka-mnohotvarna-poskozuje-technologicka-zarizeni-mve-nove-mlyny/>.

QUAGLIA, Federica; LATTUADA, Laura; MANTECCA, Paride a BACCHETTA, Renato. Zebra mussels in Italy: where do they come from? *Biological Invasions* [online]. 2008, 10(1), s. 555–560 [cit. 2023.3.6]. ISSN: 1573–1464. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10530-007-9152-7>.

ROSELL, Robert; MAGUIRE, Caitriona a MCCARTHY, Kieran. First reported settlement of Zebra Mussels *Dreissena polymorpha* in the Erne system, Co. Fermanagh, Northern Ireland. *Biology & Environment Proceedings of the Royal Irish Academy* [online]. 1998, 98(3), s. 191–193 [cit. 2023.3.5]. ISSN: 07917945. Dostupné z: <https://www.jstor.org/stable/20500035>.

SIVEBAEK, Finn, 2020. Vandremusling. In: *Fiskepleje.dk* [online]. 20.8. [cit. 2023.3.1]. Dostupné z <https://www.fiskepleje.dk/soeer/vandmiljoe-i-soer-generelt-/saadan-bliver-du-mijloeagent-og-undersoeger-sigtdybden/vandremusling>.

SMIT, Henk; BIJ DE VAATE, Abraham; REEDERS, Harro; VAN NES, Egbert a NOORDHUIS, Ruurd. Colonization, Ecology and Positive Aspects of Zebra Mussels (*Dreissena polymorpha*) in The Netherlands. In: NALEPA Thomas a SCHLOESSER Don. *Zebra Mussels: Biology, Impacts, and Control*. Boca Raton: CRC Press, 1993, s. 55–78. ISBN 0–87371–696–5.

SON, Mikhail. Native range of the zebra mussel and quagga mussel and new data on their invasions within the Ponto-Caspian Region. *Aquatic Invasions* [online]. 2007, 2(3),

s. 174–184 [cit. 2023.3.4]. ISSN: 1798–6540.  
Dostupné z: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20083076262>.

SØREN, Berg, 2019. Vandremusling. In: *Fiskepleje.dk* [online]. [cit. 2023.3.1]. Dostupné z <https://backend.orbit.dtu.dk/ws/portalfiles/portal/201556819/Vandremusling.pdf>.

STAŃCZYKOWSKA, Anna a LEWANDOWSKI, Krzysztof. *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771). In: *Gatunki obce w faunie polski* [online]. Instytut Ochrony Przyrody PAN, ©2008–2014 [cit. 2023.3.7].

Dostupné z: <https://www.iop.krakow.pl/gatunkiobce/defaultf372.html?nazwa=opis&id=24&je=pl>.

STRAYER, David. Projected Distribution of the Zebra Mussel, *Dreissena polymorpha*, in North America. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* [online]. 1991, 48(8), s. 1389–1395 [cit. 2022.12.6]. ISSN: 0706–652X. Dostupné z <https://doi.org/10.1139/f91-166>.

ŠULÁKOVÁ, Eva. *Hedvábná vlákna produkovaná bezobratlými* [online]. Praha, 2020 [cit. 2022.11.28]. Diplomová práce. Karlova univerzita v Praze. Vedoucí práce diplomové práce Dagmar Říhová.  
Dostupné z: <https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/122989>.

TARNOWSKA, Katarzyna; DAGUIN-THIEBAUT, Claire; PAIN-DEVIN, Sandrine a VIARD, Frédérique. Nuclear and mitochondrial genetic variability of an old invader, *Dreissena polymorpha* (Bivalvia), in French river basins. *Biological Invasions* [online]. 2013, 15(11), s. 2547–2561 [cit. 2023.2.20]. ISSN: 1573–1464.  
Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s10530-013-0472-5>.

UVÍRA, Vladimír. Slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*) v zatopených pískovných a lomech na Moravě. *Limnologické noviny*. 2009, 2(1), s. 1–2. ISSN: 1212–2920.

VAN DER VELDE, Gerard; GRUTTERS, Bart; VERHOFSTAD, Michiel; RAJAGOPAL, Sanjeevi a LEUVEN, Rob. A comparative study of byssogenesis on zebra and quagga mussels: the effects of water temperature, salinity and light-dark cycle. *Biofouling* [online].

2012, 28(2), s. 121–129 [cit. 2022.11.30]. ISSN 1029–2454.  
Dostępne z: <https://doi.org/10.1080/08927014.2012.654779>.

WOJTAL-FRANKIEWICZ, Adrianna a FRANKIEWICZ, Piotr. The Influence of the Zebra Mussel (*Dreissena Polymorhpa*) on Magnesium and Calcium Concentration in Water. *Acta Universitatis Lodziensis. Folia Biologica Et Oecologica* [online]. 2010, 6(1), s. 81–101 [cit. 2023.1.28]. ISSN 2083–8484. Dostępne z <https://doi.org/10.2478/v10107-009-0009-y>.

World Nuclear News, 2007. *Mussels blamed for reactor shutdowns* [online]. 16.11.2007. [cit. 2023.3.11]. Dostępne z <https://world-nuclear-news.org/Articles/Mussels-blamed-for-reactor-shutdowns>.