

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Zhodnocení potenciálního negativního vlivu invazního druhu škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*) na evropské druhy mlžů a jejich chovy**

**Bakalářská práce**

**Autor práce: Barbora Žolčáková**

**Obor studia: Speciální chovy**

**Vedoucí práce: Ing. Karel Douda, Ph.D.**

© 2018 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci " Zhodnocení potenciálního negativního vlivu invazního druhu škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*) na evropské druhy mlžů a jejich chovy " jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. 4. 2018

---

### **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Ing. Karlu Doudovi, PhD. za poskytnutí všech potřebných dat, pomoc při zpracovávání statistických údajů a korektuře práce.

# Zhodnocení potenciálního negativního vlivu invazního druhu škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*) na evropské druhy mlžů a jejich chovy

## Souhrn

Práce se zabývá především problematikou invazivních druhů mlžů v Evropě, konkrétněji pak v České republice, kdy studovaným subjektem byla škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*). Hlavním cílem pak bylo zhodnotit potenciální negativní vliv tohoto druhu na evropské druhy mlžů a jejich chovy.

Práce se skládá z rešeršní části, která nejprve stručně popisuje biologii sladkovodních mlžů a jejich samotný význam a funkce ve vodních ekosystémech. V návaznosti na to, se zde nachází i kapitola pojednávající o chovech sladkovodních mlžů, které jsou sice zcela běžné na asijském kontinentu, avšak v Evropě jsou velice vzácné a ve většině případů se jedná o chovy záchranného charakteru. Dále je zde nastíněno druhové spektrum evropských sladkovodních mlžů, na které by nepůvodní druhy mohly mít vliv a v návaznosti na to je zde i kapitola popisující samotné nepůvodní a invazivní druhy. Zbylá část literárního přehledu pak obsahuje hlavní informace o zkoumaném druhu, tedy škeblici asijské (*Sinanodonta woodiana*).

Praktická část se pak skládá z metodiky a materiálů použitých při zkoumání, kdy je na úvod uveden postup zpracování a interpretace získaných dat, která byla nasbírána v průběhu roku 2015 v oblasti jižní Moravy. Pozornost zde byla zaměřena na 7 lokalit na kterých bylo navzorkováno společenstvo živých jedinců a také vzorků již prázdných lastur. Ty byly následně sečteny a proběhlo jejich vyhodnocení. Společně s výše zmíněným invazivním druhem se zde nacházely 4 druhy původních mlžů: *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Unio pictorum* a *Unio tumidus*. Těchto 5 druhů pak tvořilo základ všech analýz, kdy byly především vyhodnocovány počty živých jedinců a nalezených lastur v závislosti na tom, zdali se na dané lokalitě nacházela *Sinanodonta woodiana*. Nakonec byl tento invazivní druh nalezen pouze na třech lokalitách, ze kterých byla data zpracována pomocí Fisherova statistického testu. Na základě získaných dat nelze jednoznačně doložit, že nepůvodní *Sinanodonta woodiana* působí negativně na populace původních mlžů v Evropě

**Klíčová slova:** sladkovodní mlži, invazivní druhy, negativní vliv, *Sinanodonta woodiana*, *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Unio pictorum*, *Unio tumidus*

# **Evaluation of the potential negative influence of the Chinese pond mussel (*Sinanodonta woodiana*) on European bivalves and their breeds**

## **Summary**

This bachelor thesis deals mainly with the problem of invasive bivalve molluscs in Europe, more specifically in the Czech Republic, where the studied object was Chinese pond mussel (*Sinanodonta woodiana*). The main goal was to evaluate the potential negative influence of this species on European bivalves and their breeds.

This work consists of review section which briefly describes biology of fresh water bivalves, their importance and function in aquatic ecosystems. In this context, there is also a chapter describing breeding of fresh water bivalves, which is quite common in Asia but is very rare in Europe where the breeds are mostly the conservation ones. There is also a mention about the species spectrum of European freshwater bivalves, to which non-native species could have an impact, and there is also a chapter describing the non-native and invasive species themselves. The rest of the research part contains main information about the *Sinanodonta woodiana*.

The practical part consists of the methodology and materials used in the study, when the process of processing the acquired data collected during the year 2015 in South Moravia is presented at the beginning. Attention was focused on 7 localities from which live animals and samples of empty shells were collected. These were then counted and evaluated. Excepted for *Sinanodonta woodiana*, there were another 4 species of bivalves: *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Unio pictorum* and *Unio tumidus*. These five species formed the base of all the analyzes, where the numbers of live individuals and empty shells were evaluated, depending on numbers of samples of *Sinanodonta woodiana*. Finally, this invasive species was found only in three localities from which the data was processed using Fisher's statistical test. Based on the results obtained, the negative effect of *Sinanodonta woodiana* on the populations of native bivalves in Europe can not be unequivocally documented.

**Keywords:** fresh water bivalves, invasive species, negative influence, *Sinanodonta woodiana*, *Anodonta anatina*, *Anodonta cygnea*, *Unio pictorum*, *Unio tumidus*

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce</b> .....	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Literární rešerže</b> .....	<b>3</b>
<b>3.1</b>	<b>Mlži (Bivalvia)</b> .....	<b>3</b>
3.1.1	Úloha a význam mlžů ve vodních ekosystémech .....	4
3.1.2	Chovy sladkovodních mlžů.....	5
<b>3.2</b>	<b>Druhové spektrum mlžů v Evropě</b> .....	<b>7</b>
<b>3.3</b>	<b>Nepůvodní druhy</b> .....	<b>7</b>
<b>3.4</b>	<b>Invazivní druhy mlžů</b> .....	<b>8</b>
3.4.1	Škeblice asijská ( <i>Sinanodonta woodiana</i> ).....	8
3.4.2	Oblasti výskytu .....	9
3.4.3	Vliv na původní druhy a ekosystémy .....	11
<b>4</b>	<b>Materiál a metody</b> .....	<b>12</b>
4.1	Zpracování dat .....	12
4.2	Lokality .....	14
4.3	Souhrnná charakteristika lokalit .....	15
4.4	Metody testování negativního vlivu.....	17
4.4.1	Fisherův test.....	17
<b>5</b>	<b>Výsledky</b> .....	<b>18</b>
5.1	Lokalita 9 .....	18
5.2	Lokalita 10 .....	19
5.3	Lokalita 11 .....	21
5.4	Lokalita 12 .....	22
5.5	Lokalita 13 .....	24
5.6	Lokalita 14 .....	25
5.7	Lokalita 15 .....	27
5.8	Statistické vyhodnocení.....	29
5.8.1	Lokalita 10 .....	29
5.8.2	Lokalita 13 .....	30
5.8.3	Lokalita 15 .....	30
<b>6</b>	<b>Diskuze</b> .....	<b>32</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b> .....	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>Seznam literatury</b> .....	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>Přílohy</b> .....	<b>40</b>

# 1 Úvod

Nepůvodní invazivní druhy mají v současné době významné a neustávající negativní dopady na životní prostředí, původní faunu, flóru i na zdraví lidí. Z legislativního hlediska je výskyt nepůvodních invazivních druhů v rámci Evropské unie omezován prostřednictvím Nařízení Evropského parlamentu a Rady EU č. 1143/2014 o prevenci zavlékání či vysazování a šíření nepůvodních invazivních druhů. Tento seznam byl sice 2. srpna 2017 rozšířen o dalších dvanáct živočišných i rostlinných druhů, nicméně škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*, Lea, 1834) zde zmíněna není (MŽP, 2017). V současné době sice existují metody, které by mohly přispět k eliminaci tohoto nepůvodního druhu, avšak stejný dopad by mohly mít i na druhy původní (Beran, 2017).

Samotná *Sinanodonta woodiana* je jedním z nejběžnějších invazivních sladkovodních druhů mlžů jak ve světě, tak hlavně v Evropě. Jedná se o druh původně pocházející z Asie odkud se postupně rozšířil do velké části Evropy (Kraszewski, 2007). Díky schopnosti rychle se přizpůsobit novým podmínkám se tento invazivní druh rozšiřuje poměrně rychlým tempem na čím dál tím více stanovišť. Překážkou by pro některé mlže v tomto ohledu mohla být závislost na specifickém hostiteli pro své larvy. U *Sinanodonta woodiana* však bylo zjištěno, že její glochidia jsou schopná invadovat i na evropské druhy ryb, které pro ni nejsou přirozeným hostitelem (Beran, 2001). Existuje ale mnoho dalších aspektů, které tento druh činí poměrně úspěšným invazivním mlžem, jenž budou popsány v následujících kapitolách. Z důvodů možných rizik by bylo vhodné se na tento druh více zaměřit a jeho dopady by měly být zkoumány v dlouhodobějším měřítku.

## 2 Cíl práce

Cílem této práce bylo vyhodnotit potencionální negativní vlivy druhu *Sinanodonta woodiana* na evropské druhy mlžů a jejich chovy. K tomuto účelu byla využita data získaná v průběhu roku 2015 z malých vodních ploch či slepých ramen nacházejících se na jihu Moravy. Hlavním předmětem výzkumu byl tedy nepůvodní sladkovodní asijský druh mlže, který jak se předpokládá, může mít negativní vlivy na druhy původní. Získaná data tak byla přepsána do elektronické podoby, aby se daly snáze provádět statistické testy a data pak posloužila také jako zdroj pro vytvoření grafů, popisujících množství jedinců na stanovištích. Data pocházela ze sedmi lokalit, kdy se všechny z nich nacházely v blízkosti velkých toků, v tomto případě se jednalo o řeku Dyji a Moravu, a celá lokalita obecně byla protkaná řadou říček, tůní, nádrží i slepých ramen. Zároveň se všechna stanoviště vyskytovala ve velmi řídké osídlené oblasti, tudíž zde vliv člověka nehrál hlavní roli.



## 3 Literární rešerže

### 3.1 Mlži (Bivalvia)

Mlži (Bivalvia) jsou hned po plžích (Gastropoda) nejpočetnější třídou patřící do kmene měkkýšů (Mollusca). V současné době se do této skupiny živočichů řadí něco kolem 8 000 druhů, z nichž je odhadem 1000 sladkovodních a souhrnně se jedná o výhradně vodní živočichy vyskytující se jak ve sladkých, tak slaných vodách, s výjimkou Antarktidy, po celém světě. V Evropě se odhaduje počet druhů na 65-80, kdy do tohoto počtu nejsou zahrnuty druhy invazivní (Araujo et Jong, 2015). V České republice jich je pak 28 (Horsák et al., 2010).

Jedná se o bilatelárně, tedy dvoustranně souměrné živočichy, což znamená, že jejich tělem lze vést takovou rovinu souměrnosti, která daného jedince rozděluje na pravou a levou část. Tělo mlžů je uloženo ve schránce vytvořené z párových lastur spojených ve hřbetní části jedince pružným vazem ze zesíleného periostraka, který lastury rozevívá. Proti této síle působí takzvané adduktory – svaly, které lastury naopak přitahují k sobě (Williams et al., 2014). Díky této ochranně je jejich tělo ze stran zploštělé a bez zřetelné hlavy. Lastury jsou na vrcholu hřbetní části spojeny zámkem, který byl v průběhu evoluce modifikován na několik typů (Smith, 2001). Dalším důležitým orgánem je velká noha sloužící primárně k pohybu tvořená hladkou svalovinou a u přisedlých forem bývá redukována. Byssová žláza, nacházející se v noze mlžů produkuje pevná byssová vlákna, které umožňují mlži přichycení k podkladu (Nowak et Kozłowski, 2013). Všichni mlži používají k dýchání silně modifikované žábry. Ktenidie, tedy primární hřebínkovité žábry jsou kožní vychlípeniny kryté jemným epitelem propouštějící kyslík a oxid uhličitý a u předožabých mlžů se nacházejí vlevo na stropě plášťové dutiny. Od nich se postupně vytváří filibranchie (nitkovité žábry) nebo lamelibranchie (lamelovité žábry). Žábry však mohou v některých případech i zaniknout a na místo nich se objevuje takzvaná septibranchie, tedy příčná přihrádka vzniklá po zaniklých žábrách. Slouží však nejen k dýchání, ale i filtrování fytoplanktonu či detritu z vody (Gosling, 2015). Mlži jsou významnými filtrátory, kteří odstraňují částice z vodního sloupce a intersticiálního sedimentu. Zatímco dříve panoval názor, že se mlži živí primárně fytoplanktonem, nedávné zjištění v oblasti sledování asimilace živin potvrdilo, že se jedná o všežravce, jejichž potravní spektrum se liší podle biotopů a dostupnosti potravin (Vaughn, 2017). Například mlži žijící v menších a mírných tocích se živí směsí bakterií a řas, oproti tomu jedinci ve větších tocích řek využívají k obživě zejména fytoplankton (Dillon, 2004). Základem trávicí soustavy mlžů je spodní otvor přijímací, inhalantní, nasávající vodu s mikroorganismy do plášťové dutiny a horní otvor

vyvrhovací, exhalantní, který odvádí vodu a nestrávené zbytky z kloaky. Tyto otvory bývají někdy protaženy do takzvaných sifonů, které mají většinou společný obal, potažený periostrakem či vyztužený uhličitanem vápenatým. Dále je trávicí soustava tvořená jícnem, vakovitým žaludkem a střevem ústícím do konečníku (Gosling, 2015).

Cévní soustavu tvoří srdce umístěné na hřbetní straně těla v osrdečnickovém vaku, který tvoří jedna komora a dvě předsíně a celý systém cévní soustavy není uzavřený. Nervová soustava je gangliová a dvoustraně souměrná. Co se rozmnožování týče, mlži jsou ve většině případů gonochoristé s nepřímým vývojem, mající párové pohlavní žlázy. U hermafroditicky se množících druhů s přímým vývojem probíhá oplození vajíčka a jeho vývoj v těle dospělých mlžů, kdy po ukončení vývoje vznikají jedinci podobní dospělcům (Williams et al., 2004). Gonochoristé vypouštějí pohlavní buňky do vodního prostředí, kde dochází k oplození a vzniku trochofory, která se později přeměňuje na veliger, který přisedá a vyvíjí se v dospělého jedince. Veliger čili larva především mořských mlžů, je u sladkovodních jedinců modifikována na glochidium, které je silně vázáno na vodní prostředí. Zde se přichycuje jakožto ektoparazit na žábry a pokožku ryb, odkud po několika týdnech odpadá a přisedá na vodní dno (Dillon, 2004). Tato strategie umožňuje disperzi, především těm méně pohyblivých druhů mlžů na nové lokality (Beran, 1998).

### **3.1.1 Úloha a význam mlžů ve vodních ekosystémech**

Mlži, ostatně jako většina měkkýšů, jsou nenahraditelnou součástí vodních ekosystémů (Lopes-Lima, 2016). Narušení stabilní populace těchto živočichů může mít za následek negativní vliv na funkci těchto společenstev i ekosystémů s nimi spojenými. V prostředí, ve kterém se nachází mají mnoho významných funkcí, které lze souhrnně označit jako ekosystémové služby (Schumway, 2011). Ty lze rozdělit na regulační, podpůrné a kulturní. Mezi regulační řadíme čištění vodního prostředí, kontrolu klimatu a jejich schopnost ukládat v sobě chemické látky. Mají tudíž potenciál sloužit jako biomonitory změn životního prostředí (Nowak et Kozłowski, 2013). Jejich lastury totiž mají tu schopnost uchovávat a ukládat chemické i fyzické vzorky z prostředí a mohou pak sloužit jako určitá forma historických archivů, odhalující dlouhodobé změny životního prostředí. A díky jejich schopnosti vázat dusík a jiné chemické látky se mlži stávají hlavním předmětem studií ekotoxikologie, která se zabývá vlivem chemických látek či toxinů na živé organismy (Sicuro, 2015). Do podpůrných pak spadá dekompozice organické hmoty usazené ve vodních zdrojích, kdy se jedná zejména o uhynulé živočichy a rostliny či jejich odumřelé části, z jejichž těl se pak stává obživa právě pro vodní mlže. Díky exkreci, jakožto i biodegradaci pseudofeaces, a výše zmíněným procesům tak ovlivňují mlži dynamiku

živin ve sladkovodních systémech (Vaughn, 2001). Další rolí těchto sladkovodních bezobratlých je i úprava a strukturace stanovišť a vodního dna. A v neposlední řadě hrají důležitou roli i v udržování stability potravní sítě tím, že distribuují živiny usazené u dna zpět do vodního sloupce (Williams et al., 2004). Tyto vyloučené živiny pak vedou ke zvýšení výskytu bentických řas a bezobratlých (Dillon, 2004). Do těch kulturních pak řadíme produkci mlžů v akvakultuře, kdy jsou mlži chováni zejména pro účely potravinářské a šperkařské (Vaughn, 2017).

V akvakultuře se roční produkce měkkýšů blíží k sedmi milionům tun a podstatnou část z tohoto množství tvoří právě mlži, z toho ústřice asi 43 % a slávky asi 16 % (WHO, 2010). Některé druhy mohou sloužit právě jako potrava pro člověka, kdy z nejčastěji chovaných mořských druhů můžeme jmenovat slávku jedlou (*Mytilus edulis*; Linnaeus 1758) s roční produkcí 458 tun, hřebenatku (*Patinopecten yessoensis*; Jay, 1857) s množstvím 1 132 tun či ústřici obrovskou (*Crassostrea gigas*; Thunberg, 1793) u níž výtěžnost činí 4,6 milionů tun, což z ní dělá jedničku mezi produkty chovanými v akvakultuře (Nentwig, 2014). Sladkovodní invazivní druh mlže, *Sinanodonta woodiana* je hojně konzumován například v Číně. Z ekonomického hlediska je významným druhem perlotvorka mořská (*Pinctada margaritifera*; Linné, 1758), která je uměle odchovávána na takzvaných perlových farmách, kdy se po pootevření a nastřížení svaloviny v okolí gonád vsune do vybraného jedince výbrus nebo kousek pláště dárcovské perlotvorky. Poté se „infikovaní“ mlži vypouštějí na původní biotop v koších, kde se chovají ještě další 2 – 3 roky. V současnosti jde o uzavřený systém spojený i s odchovem larev v umělých nádržích, odkud jsou ve věku jednoho roku přenášeny zpět do moře. Takto získané perly se poté využívají zejména ve šperkařství (Stickney et McVey, 2002).

### **3.1.2 Chovy sladkovodních mlžů**

Chovy sladkovodních mlžů, jsou rozšířeny především v Asii, kde mezi nejčastěji chované patří mlži z čeledi velevrubovití (Unionidae), což je dáno především jejich schopností dorůstat velkých rozměrů. Unionidae, čeleď s vysokou druhovou variabilitou, má celosvětové rozšíření především v Severní Americe a jihovýchodní Asii.

V současné době se chov sladkovodních mlžů zaměřuje především na produkce perel v Asii, na zachování akvakultury ve Spojených státech amerických a v Indii jsou tyto bezobratlí chováni pro lidskou spotřebu (Lucas et Southgate, 2012). V Asii je nejčastějším druhem chovaným pro produkci perel *Hyriopsis cumingii* (Lea, 1852), kterému zde hrozí lokální vyhubení (Nowak et Kozlowski, 2013). Pro konzumní účely je v Indii, Nepálu či Bangladéši

nejčastěji chován druh *Lamellidens maginalis* (Lamarck, 1819), a zároveň je využíván i jako jedna z hlavních složek krmiv pro ryby a drůbež (Sicuro, 2015).

Spojené státy jsou druhově nejpestřejší oblastí se sladkovodními mlži, kdy se zde vyskytuje asi 250 druhů. Paradoxem však je, že se nejvíce mlžů pro záchranné programy chová právě v USA. Mnoho původních druhů mlžů totiž v dnešní době spadá do kategorie ohrožených druhů, a to hlavně díky ztrátě přirozeného prostředí a rybiho hostitele ale také kvůli invazivním druhům mlžů pocházejících z Asie, jako je například slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*, Pallas 1771) (Thorp et al., 2001).

V Evropě jsou populace sladkovodních mlžů ohrožovány v první řadě druhem *Dreissena polymorpha*, u nějž je obrovským rizikem skutečnost, že se jedná o euryhalinního živočicha, což znamená, že může žít jak v mořské, brakické tak i sladké vodě (Nowak et Kozłowski, 2013). Druhý invazivní mlž, který v posledních letech začal expandovat do celé Evropy a jehož počty se rok od roku zvyšují, je *Sinanodonta woodiana*. A jelikož se s každým rokem počty původních druhů evropských mlžů naopak snižují a jejich přirozených biotopů také ubývá, je zapotřebí tyto druhy nějakým způsobem chránit a v lepším případě jejich počty zvyšovat. Na rozdíl od mořských druhů, nejsou ty sladkovodní v Evropě chovány pro účel potravinářského průmyslu. Proto většina chovů, které jsou se sladkovodními mlži uskutečňovány, spadá do sekce záchranných chovů či jinak programů. V České republice byl ministerstvem životního prostředí roku 2000 založen záchranný program pro perlorodku říční (*Margaritifera margaritifera*, Linnaeus, 1758) (Patzenhauerová et al., 2011). Ta v dnešní době spadá v České republice pod kriticky ohrožené druhy a odhaduje se, že početnost tohoto druhu klesla na úplné minimum původní abundance (Simon et al., 2015). Důvodem snižování jejich počtů jsou znečištěné vodní prostředí, nevhodný teplotní režim, degradace přilehlého terestrického systému, nedostatek živin a co je hlavní, malý počet vhodných hostitelů pro jejich larvy. Nepřirozená skladba rybiích obsádek tak může mít pro původní druh fatální dopad (Boon et Raven, 2012).

Avšak díky záchranným chovům těchto mlžů se daří populaci postupně obnovovat, a k tomuto účelu byly vytvořeny dvě strategie. Buď se vypouštějí uměle odchované invadované ryby nesoucí glochidia *Margaritifera margaritifera*, nebo se provádí výsadky mladých jedinců, kteří byli odchováni ve speciálních odchovných ramenech. S odstupem času se ukázalo, že účinný je pouze druhý způsob, kterého se nyní ochránci drží. Díky intenzivní péči a provedení umělých odchovů, které byly následně vypuštěny se podařilo populaci perlorodek osvěžit o juvenilní jedince. Pokud však nedojde k celkové rekonstrukci přirozeného habitatu, jsou šance na přežití těchto tvorů mizivé (Vaníčková et al., 2005).

### 3.2 Druhové spektrum mlžů v Evropě

Původní druhy spadají do řádu Unionida a v Evropě je reprezentují 2 čeledi, první z nich je čeleď perlorodkovití (Margaritiferidae) zastoupená dvěma druhy, a to perlorodkou velkou (*Margaritifera auricularia*, Spengler 1793) a již výše zmíněnou *Margaritifera margaritifera*. Druhá čeleď, tedy velevrubovití (Unionidae), je v Evropě tvořena těmito rody: *Unio* (Philipsson 1788), *Anodonta* (Lamarck 1799), *Potomida* (Swainson 1840), *Mycrocondylaea* (Vest 1866) a *Pseudanodonta* (Bourguignat 1877), které jsou zastoupeny celkem 14 druhy (Lopes-Lima, 2016).

Na území České republiky bylo doposud nalezeno celkem 247 druhů měkkýšů, z toho 28 druhů mlžů. Do těchto počtů však nejsou započítávány druhy žijící ve sklenících či jiných prostorách, kdy u nich nebylo potvrzeno přežití ve volné přírodě s ohledem na klimatické podmínky (Horsák et al., 2010). V České republice se vyskytují zástupci hlavně 3 původních rodů, a to jsou rod *Unio*, *Anodonta* a *Margaritifera*. Do rodu *Margaritifera* patří jediný zástupcem a tím je *Margaritifera margaritifera*, kriticky ohrožený ale z hlediska určování jakosti vody velmi významný druh. Z rodu *Unio* je třeba zmínit zástupce za velevrubovití – velevruba malířského (*Unio pictorum*, Linnaeus 1758) a velevruba nadmutého (*Unio tumidus*, Philipsson, 1788). Tyto dva druhy společně se zástupci z rodu *Anodonta* – škeblí rybničnou (*Anodonta cygnea*, Linnaeus 1758) a škeblí říční (*Anodonta anatina*, Linnaeus 1758) – jsou dále zmíněny v souvislosti s vyhodnocováním škodlivosti *Sinanodonta woodiana* ve zkoumaných lokalitách. Zkoumán je především možný potencionální negativní dopad tohoto invazivního druhu na tyto typické zástupce mlžů České republiky. Dále zde můžeme narazit na zástupce z čeledi Dressenidae či Corbiculidae, jejichž zástupci jsou v České republice nepůvodní (Horsák et al., 2010).

### 3.3 Nepůvodní druhy

Na začátek je nutno podotknout, že na rozdíl od přirozeného šíření druhů, jsou ty nepůvodní rozšiřovány hlavně člověkem, a to i přes biogeografické bariéry, které by daná zvířata nebyla bez lidské nápomoci schopna překonat. Celý tento proces započal již objevením Ameriky, tedy v roce 1492, kdy se s tímto objevem začala rapidně rozvíjet lodní doprava a tím i šíření jak živočišných, tak rostlinných druhů. Tato celosvětová mobilita a globalizace způsobují neustálý nárůst počtu nepůvodních druhů (Nentwig, 2014). Některé druhy se novým podmínkám přizpůsobují dlouho či pomalu, jiné se však poměrně hojně rozmnožují, působí svými vlivy negativně na své okolí a takové druhy pak označujeme jako invazivní. Takové to druhy narušují

původní biodiverzitu a mohou působit negativně i na zdraví nás lidí. Jelikož se počet živočišných i rostlinných druhů každoročně mění, známe jejich počet jen přibližně a v rámci Evropy k roku 2014 je odhadováno přes 100 000 domácích druhů a 12 000 doposud známých nepůvodních, z nichž 1300 je řazeno mezi invazivní (Nentwig, 2014). Největším problémem však není jen zabírání původních biotopů, či lepší reprodukční strategie invazivních jedinců, ale především zavlečení chorob a škůdců, které mývají na původní druhy fatální dopady. Pro to, aby byl invazivní druh úspěšný, musí mít několik charakteristik, které mu umožňují prosperovat na daném území. Patří mezi ně především schopnost rychlého růstu, rychlá sexuální zralost, vysoká plodnost, schopnost kolonizovat velkou škálu stanovišť či schopnost tvořit velké kolonie (Darrigran, 2002).

### **3.4 Invazivní druhy mlžů**

Vodní ekosystémy s původní druhy jsou v současné době ohrožované především lidskou činností, ať už se jedná o znečišťování vodních zdrojů, ubývání přirozených biotopů vlivem výstavby v okolí vodních ploch či přímo na nich nebo změnu klimatu. Již tak narušované biotopy však v poslední letech čelí dalšímu riziku a tím jsou invazivní druhy (Sousa et al., 2013).

Vodní ekosystémy jsou v současné době vystaveny několika stovkám introdukovaných druhů. Invazivní druhy mlžů pak mohou ve sladkovodních ekosystémech způsobit škody ekonomické, ekologické i evoluční (Sousa et al., 2013). Dokáží totiž svým chováním měnit abiotické prostředí tak, že mění jeho strukturu, modifikují dané území především prostřednictvím filtrace vody, rozrýváním usazeného sedimentu či zanecháváním uhynulých jedinců, respektive jejich lastur na stanovišti (Nowak et Kozlowski, 2013). Důležité je i potravní konkurence, kdy přemnožení invazivního druhu na stanovišti a tím i zvýšený příjem potravy může původním druhům škodit. Změna prostředí, narušení původních biotopů, úbytek přirozených rybích hostitelů a samozřejmě i invazivní druhy tak mají za následek snižování stavů původních mlžů. (Atkinson, 2010). V roce 2015 bylo odhadováno že asi 44 % autochtonních sladkovodních mlžů spadá do kategorie skoro ohrožených až ohrožených druhů (Lopes-Lima, 2016).

#### **3.4.1 Škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*)**

*Sinanodonta woodiana* je celosvětově rozšířený sladkovodní invazivní druh mlže původně pocházející z východní a jihovýchodní Asie odkud byl do evropských vod rozšířen na počátku

60. let 20. století (Dogmala, 2016). Řadíme jí do čeledi Unionidae, kdy jedinci tohoto druhu dorůstají v průměru 120 – 200 mm, tloušťky 60 – 80 mm a výšky mezi 90 – 125 mm (Soroka et Zdanowski, 2001). Jedinci tohoto druhu se mohou dožít 12 – 14 let (Popa, 2006). Tento druh však vyniká i svými reprodukčními schopnostmi, kdy je schopný se rozmnožovat již během prvního roku života s délkou lastury okolo 3 – 4 cm (Dudgeon et Morton, 1983). Co se vzhledu týče, může na první pohled vzhledem připomínat původní škeble České republiky jako je již výše zmíněná *Anodonta cygnea* a *Anodonta anatina*. Od nich jí však odlišuje zaoblenější a kulatější tvar lastury. (Beran, 2014) Typické pro tento druh jsou poměrně pevné lastury, které mají výrazný a valovitý vrchol. Barva periostraka lastury, tedy jejího povrchu, je odlišná podle toho, v jaké lokalitě se daný jedinec nachází. Ve většině případů se však setkáváme s černošedými, hnědými až tmavě modrými jedinci. Obývá především stojaté a pomalu tekoucí vody v nižších nadmořských výškách, a to zejména ve slepých ramenech a tůních, rybnících a větších řekách (Kraszewski, 2007). Jedná se o filtrátora, který pomocí filtrování vody přes žábry získává z vodního sloupce různé organické látky. A stejně tak jako všichni velcí sladkovodní mlži v České republice je i *Sinanodonta woodiana* odděleného pohlaví (Dogamala et Labecka, 2016).

### 3.4.2 Oblasti výskytu

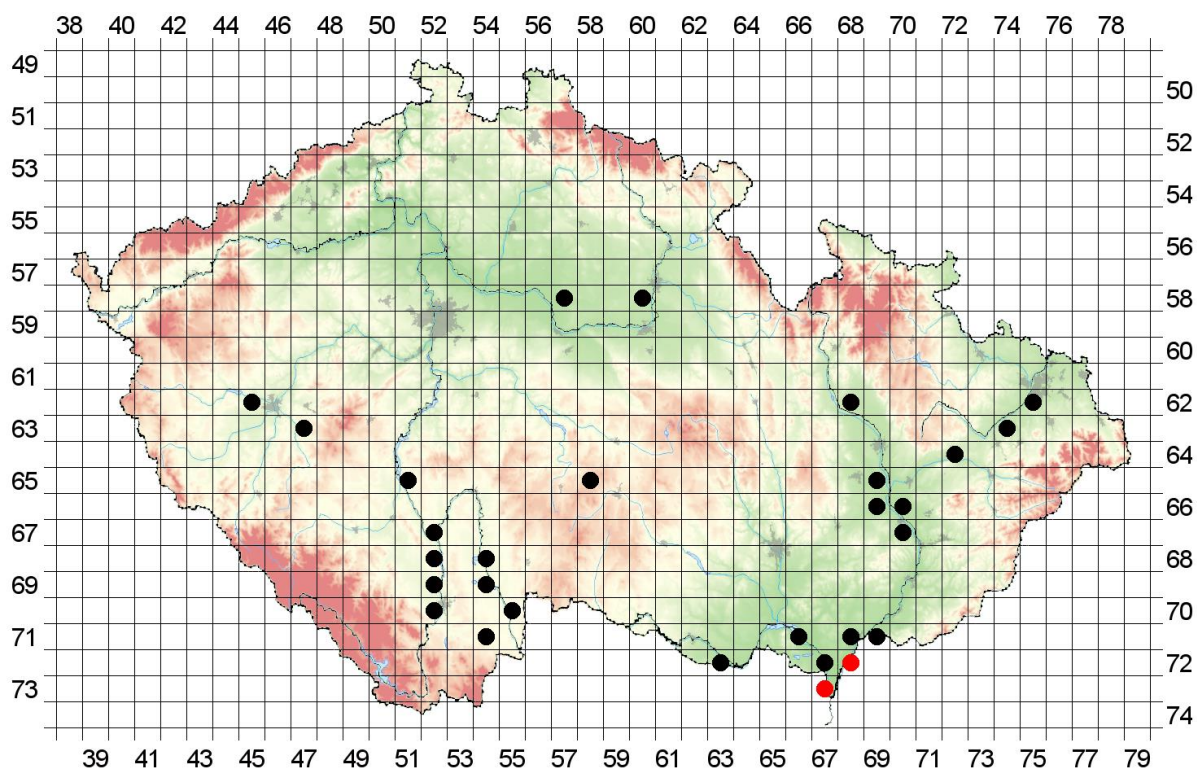
Původně se tento druh vyskytoval v mírném až tropickém pásu východní Asie, zejména v povodí řeky Amur či Jang-c-tiang (Kraszewski, 2007). Přenesen z Asie byl nejspíše ve formě glochidií na žábřácích asijských hostitelských ryb, jako je amur bílý (*Ctenopharyngodon idella*, Valenciennes 1844) či tolstolobik bílý (*Hypophthalmichthys molitrix*, Valenciennes 1844), které byly dováženy do České republiky již od roku 1964. (Beran, 2014). První nález tohoto mlže byl v Evropě objeven poprvé v Rumunsku v roce 1979. První oficiálně potvrzený nález druhu *Sinanodonta woodiana* v České republice byl zjištěn na Moravě v Dyji v roce 1996 a v Čechách pak o pět let později, tedy v roce 2001. (Beran 2014). Od té doby nálezů rapidně přibývá, a to zejména na jižní Moravě v řekách Moravě, Dyji a Kyjovce a také v Podunají (Horsák et al., 2010). V jiných oblastech ČR je její výskyt ještě relativně vzácný a problémovými tak zůstávají lokality na jižní Moravě, kde se tento druh stává dominantním a lze předpokládat, že postupně by mohla vytlačovat původní zástupce mlžů naší země.

K roku 2018 je výskyt tohoto druhu potvrzen na několika územích České republiky, kde je zároveň potvrzena stálost výskytu tohoto druhu. Ve středočeském kraji se nachází 1 lokalita s výskytem, kdy se jedná o obec Choťovice v okrese Kolín, kdy poprvé zde byl tento druh objeven již v roce 2001. V místním Žehuňském rybníce byl toho roku nalezen jeden jedinec.

Zlínský kraj, konkrétně obec Záhlinice, disponuje soustavou rybníků, ve kterých bylo při jejich vypouštění v letech 2012, 2015, 2016 a 2017 celkem objeveno kolem 30 jedinců, kdy se s každým rokem počet na jednotlivých stanovištích zvyšuje. Na Vysočině, v obci Mysletín, a to konkrétně v rybníce Vilímek, bylo v roce 2006 objeveno 10 jedinců *Sinanodonta woodiana*. V Pardubickém kraji jsou potvrzeny dvě lokality, obě dvě v Opatovicích nad Labem. Zde byl tento invazivní druh poprvé objeven v roce 2015, posléze pak o rok později. Celkem zde u soutoku hlavního toku Labe a kanálu z místní elektrárny bylo nalezeno 25 jedinců. V Olomouckém kraji je to město Kojetín, kdy zde v řece Moravě, níže na jejím toku, kde je proud pomalejší byly nalezeny desítky až stovky jedinců. A co je zajímavé, byla zde vyzorována i predace tohoto mlže, a to konkrétně vydrou říční (*Lutra lutra*, Linné 1758), která zde tento druh slovuje společně s autochtonními druhy mlžů. Dále město Litovel. Při vypouštění Uničovského rybníka v roce 2009 zde správa CHKO Litovelské Pomoraví našla celkem 18 exemplářů. Další lokalitou v tomto kraji s výskytem tohoto nepůvodního mlže je město Tovačov. V roce 2012 bylo v Křenovském rybníce objeveno při jeho vypouštění kolem padesáti kusů *Sinanodonta woodiana*. Při jeho opětovném vypouštění, tentokrát v roce 2017 bylo na dně nalezeno odhadem 1000 kusů těchto mlžů. Tento objev učinil místopředseda Moravského ornitologického spolku smp ČSO pan Jiří Šafránek (Novák, 2018). Během pěti let tak byla *Sinanodonta woodiana* schopná svoje počty zvýšit až dvacetinásobně. Paradoxem však zůstává, že v oblasti jejího původního výskytu, jako je například Čína, se tento druh kvůli konzumaci místních obyvatel stává ohroženým druhem (Cummings, 2011).

Níže vložená mapa označuje místa, kde byl potvrzen výskyt *Sinanodonta woodiana*. Černé body, označující potvrzená místa výskytu, mají největší hustotu označení právě v povodí řeky Moravy. Data byla získána především ze serveru Biolib.cz, kam jsou informace o nalezených jedincích zapisovány a následně tak tvoří ucelený systém. Informace o nalezených jedincích jsou sem přidávány společně s fotodokumentací, aby bylo možné invazivní druh s jistotou identifikovat. Jedná se o kombinaci záznamů pocházejících z odborné literatury, o nálezy provedené zástupci chráněných krajinných oblastí a svými nálezy sem přispívají i odborníci, kdy lze jmenovat například Josefa Moravce, českého entomologa a biospeleologa. Červené body pak označují stanoviště, odkud byly nasbírány vzorky v roce 2015, které byly v této práci použity k analýze.





Obr. č.1 – Nekompletní mapa výskytu nepůvodního invazivního druhu *Sinanodonta woodiana* vytvořená ze všech dostupných dat vytvoření k 1. březnu roku 2018, kdy červené body označují zkoumané lokality.

### 3.4.3 Vliv na původní druhy a ekosystémy

Potencionální negativní vliv *Sinanodonta woodiana* na původní druhy však nespočívá jen v tom, že by osidlovala stejné biotopy, stávala se zde dominantně zastoupeným druhem a tím je vytlačovala. Problém je i v tom, že larvální parazitické stádium těchto mlžů nemusí parazitovat pouze na výše zmíněných asijských druzích ryb, ale poměrně snadno a rychle se adaptovalo i na české druhy ryb, jako je například parma obecná (*Barbus barbus*, Linné, 1758), jelec tloušť (*Leuciscus cephalus*, Linné, 1758), hrouzek obecný (*Gobio gobio*, Linné, 1758) či plotice obecná (*Rutilus rutilus*, Linné, 1758) (Douda et al., 2012). To se stává problémem ve chvíli, kdy velká část původních druhů mlžů mívá i druhově specifického rybního hostitele. A nejen to. Glochidia *Sinanodonta woodiana* jsou vypouštěny do okolí v období mezi květnem a srpnem (nejvíce však v průběhu června a července) a tyto larvální stádia se mohou vyvinout i dvakrát až třikrát během roku, na rozdíl od glochidií původních druhů, u kterých dochází k reprodukci jen jedenkrát ročně (Popa et Popa, 2006). Jedna samice *Sinanodonta woodiana* tak může každý rok vyprodukovat až 100 000 glochidií (Douda et al. 2017). Neškodí však jen tím, že snižuje možnost parazitace našich původních druhů mlžů, ale je potvrzeno, že má tento

druh i negativní vliv na fitness rybích hostitelů (Douda et al. 2017). Mezi další negativní vlivy můžeme řadit i rychlou růstovou schopnost těchto původně asijských mlžů. Kolonie tohoto druhu na jedné lokalitě může v některých případech dosáhnout hustoty mezi 20 – 25 000 kg · ha<sup>-1</sup> (Kraszewski and Zdanowski, 2007). Díky této neobvykle vysoké míře růstu a vysokému potenciálu jejich rozmnožovací strategie, můžeme tohoto invazivního mlže považovat za významného konkurenta populací původních druhů mlžů a přitížit jejich už tak nízkým počtům (Pou-Rovira Q. et al., 2009). S tím souvisí i další problém, a to hlavně v případě, kdy dojde k takzvanému die-off efektu, tedy k tomu, že v těchto koloniích dojde k hromadnému úhynu jedinců. To má za následek prudké uvolnění živin do okolí a ve vodním prostředí tak dochází k radikálním změnám v objemu kyslíku a celkové toxicitě prostředí. Zajímavé je, že i když se jedná o exotický druh mlže, dokáže přežít evropské zimy, kdy se teploty vody blíží k 0 °C (Dogmala et Labecka, 2016). Což vyvrací domněnku, že exotické druhy nejsou schopné přežít ve vodách s kolísavou teplotou. Dalším problémem, jakožto tomu je u většiny invazivních druhů je to, že tento nepůvodní mlž nemá na našem území, a ani v Evropě, žádného přirozeného predátora (Popa, 2006). I přes vzrůstající obavy týkající se invaze *Sinanodonta woodiana* do evropských a tím i českých vod, nebyla zatím provedena opatření na vyhubení či prevenci šíření tohoto druhu (Douda et al., 2017). Jedním z důvodů toho, proč nedochází k větší aktivitě v tomto směru, může být nedostatečné povědomí o této problematice u skupiny lidí, kteří jsou za šíření tohoto druhu zodpovědní. Jedná se především o porybné a rybáře (Douda et al., 2017)

## 4 Materiál a metody

### 4.1 Zpracování dat

Cílem bakalářské práce je zhodnotit potencionální negativní vlivy *Sinanodonta woodiana* na evropské druhy mlžů a jejich chovy. Pro tento účel byla zpracována data nalezených úlomků či celých částí lastur již uhynulých jedinců z celkem patnácti lokalit na jižní Moravě. Zároveň zde byl proveden i propočet jedinců živých. Druhové spektrum se skládalo z pěti druhů sladkovodních mlžů a tj. *Unio pictorum*, *Unio tumidus*, *Anodonta cygnea*, *Anodonta anatina*, *Sinanodonta woodiana*.

Všechna data na zpracování mi byla poskytnuta v papírové podobě ve formě zápisových tabulek a byla nasbírána v roce 2015 v rámci projektů na hodnocení vlivu nepůvodních druhů (TAČR, GAČR). Poté došlo k přepisu všech evidovaných dat o kompletních lasturách či jejich fragmentech do programu Microsoft office Excel 2016. Přepisovány byly listy papíru, které

kromě údajích o lokalitě a určitém druhu, obsahovaly ještě další informace. Každý list obsahoval přesně 16 sloupců a v průměru 30 řádků. První sloupec určoval stranu, kdy poslední z nich má číslo 98. Druhý sloupec pak obsahoval osobní číslo daného nálezu, kdy se čísla pohybovala v rozmezí od 1–143 v závislosti na tom, co je to za druh a v jaké lokalitě se nachází. Třetí sloupec pak určoval, o jakou lokalitu z celkem 15 se jedná. Další sloupec poskytoval informaci o transektu. Jednalo se určité revíry či jinak řečeno části do kterých byly jednotlivé lokality rozděleny z důvodů přehlednosti při třídění vzorků. Většinou byly označeny velkými tiskacími písmeny od A-F. Dále nám poskytovaly i informace o ploše zkoumané lokality. Další sloupce pak obsahovaly informace o daných druzích, jako například typu lastury, predace, délky nalezených lastur dané v milimetrech. Nejmenší naměřený údaj se týkal celého jedince druhu *Anodonta anatina* měřícího 10 mm. Největší z nich, tedy 216 mm, byl naměřen u čtyř jedinců *Anodonta cygnea*, kdy se však jednalo jen o poloviny lastur, a ne celé jedince. Další čtyři sloupce měli stejné číselné značení od 0 - 4, kdy nula měla značit nejlepší formu daného znaku a oproti tomu číslo 4 značilo nejhorší projev znaku. Hodnoceny byly stupeň fragmentace, tedy jestli se jednalo o kompletní nález, nebo v opačném případě velmi malý fragment, dále celistvost či narušení okraje lastury a kompletnost periostraka, tedy vnější vrstvy tvořící schránky mlžů. V posledním případě je to zhodnocování obsahu oxidů železa na daných jedincích. Další dva sloupce se týkaly barvy. První z nich charakterizoval barvy lastury, druhý pak popisoval jas či vybledlost perleti. Další sloupeček určoval funkčnost ligamentu, vazy, který drží obě půlky lastur u sebe a umožňuje jejich rozevírání. Předposlední sloupec pak sloužil jako prostor na poznámky, kdy je důležité podotknout, že se u dvou *Anodonta cygnea*, pěti *Anodonta anatina* třech *Unio tumidus* vyskytovala na povrchu *Dreissena polymorpha*, další invazivní mlž v České republice. U dvou *Unio tumidus*, čtyřech *Anodonta anatina* a jedné *Anodonta cygnea* byl tento invazivní mlž nalezen dokonce uvnitř schránky. Poslední sloupec pak udával sumu číselně značených údajů, jež byla využita v pozdějším hodnocení. Celkem bylo tímto způsobem popsáno a zpracováno přesně 3008 objektů. Nejpočetněji zastoupeným druhem zde byl *Anodonta anatina* a naopak nejmenší počet nalezených vzorků byl získán od druhu *Sinanodonta woodiana*.

Druhý dokument, který obsahoval údaje o živých jedincích už byl do programu Microsoft office Excel 2016 zpracován a posloužil pak jako velmi důležitý při vyhodnocování negativního vlivu *Sinanodonta woodiana*. Celkem zde bylo obsaženo 1185 jedinců, kdy nejdominantnější zastoupení s 468 jedinci zde měl *Unio pictorum*, dále *Anodonta anatina* 375, *Unio tumidus* 286, *Sinanodonta woodiana* 36 a nejmenší zastoupení *Anodonta cygnea* 20 jedinců. V tomto dokumentu však už nebylo zkoumáno všech patnáct lokalit, jako v předchozím souboru ale

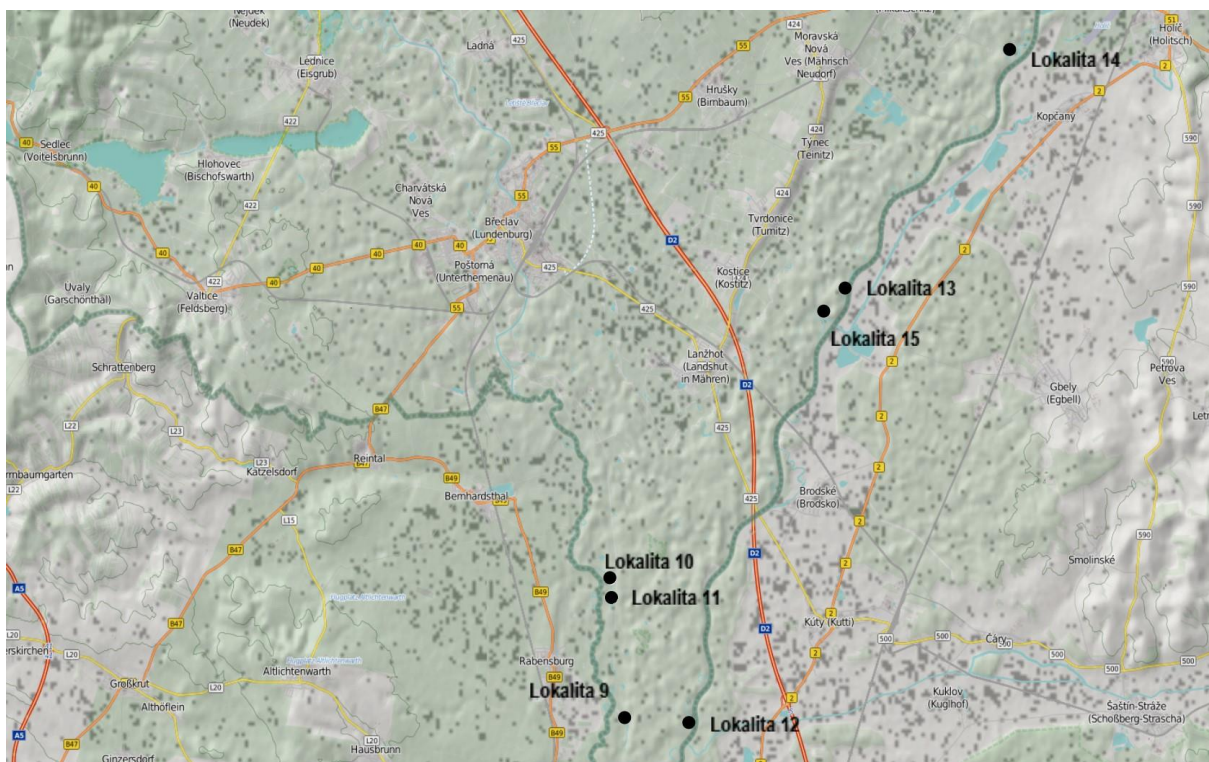
pouze lokality 9, 10, 11, 12, 13, 14 a 15. Proto bude pozornost nadále věnována jen těmto sedmi vybraným lokalitám.

## 4.2 Lokality

Z původního celkového počtu patnácti lokalit bylo vybráno lokalit sedm.

Všechny tyto lokality spadají pod katastr města Lanžhot, tvořící klín vybíhající mezi území Slovenska a Rakouska. Zkoumané lokality se nacházejí na území na jihozápadě ohraničeném Dyjí, na jihovýchodě a východě řekou Moravou. Lokality 10 a 11 se nachází mezi řekami Dyjí a Kyjovkou, na západě tohoto cípu. Na jižněji na západě k řece Dyji přiléhá i lokalita 9. Lokality 12, 13, 14 a 15 se nacházejí spíše na východě ve vzdálenosti několika metrů od hlavního toku řeky Moravy. Obecně se jedná o území s průměrnou nadmořskou výškou kolem 150 m a je velmi řídko osídleno. Nachází se v teplé a suché oblasti s průměrnou roční teplotou 9 - 10 °C s ročním úhrnem srážek 500 – 550 mm (Sukop, 2008). Oblast je také velmi bohatá na vodní plochy, kanály, slepá ramena řek, tůňe a menší vodní toky jako je Kyjovka, Vlčí struha či Kopanice. Nachází se zde jak vegetace přirozeně eutrofních a stojatých vod, tak i vegetace vodních toků s četnými druhy rostlin a živočichů. V blízkém okolí se nacházejí dvě národní přírodní rezervace, a to NPR Ranšpurk a NPR Cahnov – Soutok, chránící především ohrožené druhy rostlin, ptáků a hmyzu a zároveň zachovalou krajinu. Značná část tohoto území je pokryta lužními lesy, kdy se zde nachází i největší lužní les České republiky s rozlohou 30km<sup>2</sup>, ležící při soutoku řek Moravy a Dyje. O mimořádnosti této oblasti svědčí i to, že lužní ekosystémy, které se zde nacházejí, představují jednu z největších zachovalých souvislých ploch ve střední Evropě.

V každé lokalitě pak bylo vytyčeno průměrně 3 – 6 transektů o šířce 100 cm, které byly podrobně provzorkovány a především nám poskytovaly informace o velikosti prozkoumané plochy.

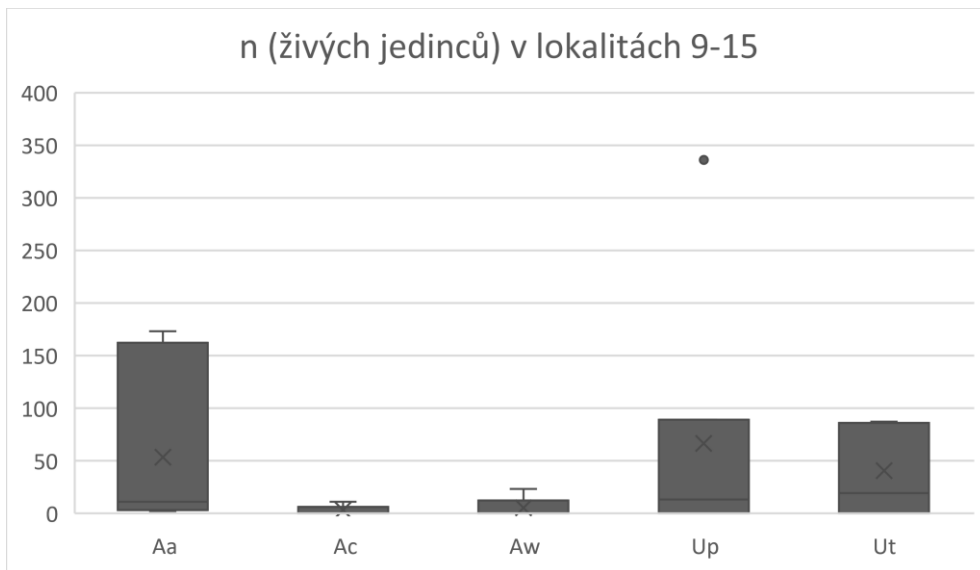


Obr. č.2 – Mapa popisovaných lokalit na jihu České republiky mezi hranicemi s Rakouskem a Slovenskem.

### 4.3 Souhrnná charakteristika lokalit

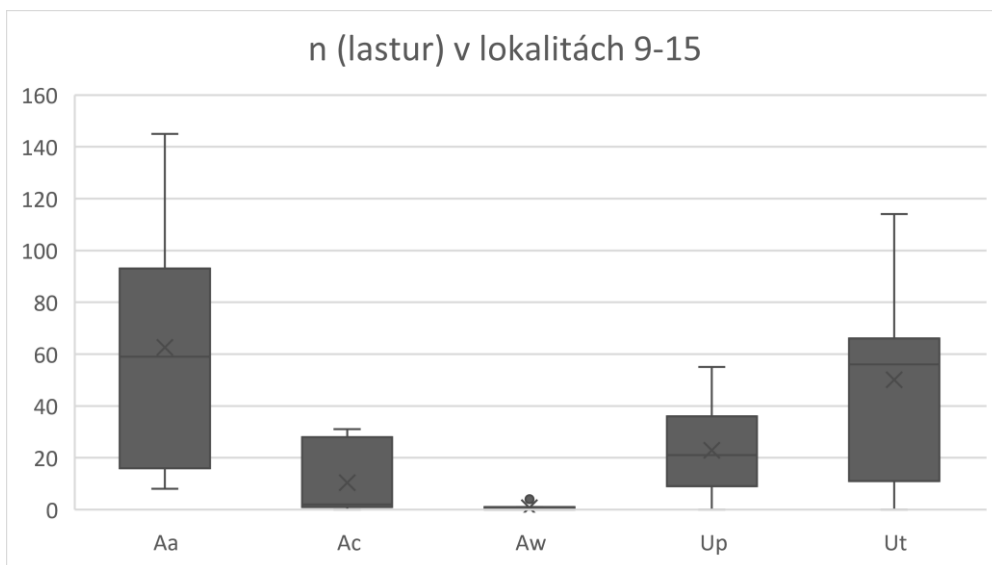
Pro lepší přehlednost získaných dat, byly všechny údaje o počtech zpracované do tzv. boxplotu. Jedná se o typ grafu, který využívá kvartily daných dat k jejich vizualizaci.

Kvartily jsou body, které rozdělují daná data do čtyř skupin, z nichž každá představuje čtvrtinu vzorku dat. Střední „krabicová“ část diagramu je shora ohraničená 3.kvartilem, zespodu tím 1. a mezi nimi se nachází linie, která vymezuje medián. Tedy hodnota, která dělí daný soubor na dvě stejně početné poloviny. Kromě linie mediánu, se zde nacházejí i dvě linie vedoucí kolmo nahoru a dolů označující se jako tzv. vousy. Ty vyjadřují variabilitu dat pod prvním a nad třetím kvartilem a zároveň na grafu maximální a minimální hodnotu. Křížek v krabicovém grafu pak značí hodnotu aritmetického průměru. Níže znázorněné grafy nám tak zobrazují počty daných druhů a je z nich tedy možné vyčíst i to, který druh byl v daných lokalitách nejběžnější a který se naopak objevoval jen zřídka.



Graf č.1 – zobrazení počtu živých jedinců pomocí boxplotu.

Nejběžnějším druhem v námi zkoumaných lokalitách je tak *Anadonta anatina* a poměrně běžně nacházenými druhy byly i *Unio pictorum* a *Unio tumidus*. Naopak nejméně běžným druhem na lokalitách byla *Anodonta cygnea*.



Graf č.2 – zobrazení počtu nalezených lastur pomocí boxplotu.

Co se týče množství nalezených lastur na lokalitách, prvenství má opět *Anodonta anatina*. Tento graf nám také znázorňuje to, že nejméně lastur bylo nalezeno od invazivního druhu, což naznačuje jeho krátkodobý výskyt na námi zkoumaných lokalitách.

## 4.4 Metody testování negativního vlivu

Abychom otestovali hypotézu o tom, že *Sinanodonta woodiana* může negativně působit na populace autochtonních sladkovodních měkkýšů, bylo potřeba provést analýzu, která by tu domněnku buď potvrdila či zamítla. K tomuto účelu byl vybrán Fisherův test.

### 4.4.1 Fisherův test

Jeho definice se dá vyložit jako test o shodnosti rozptylů dvou nezávislých výběrů. Je založen na výpočtu exaktní pravděpodobnosti, se kterou bychom za platnosti nulové hypotézy (dále  $H_0$ ) o nezávislosti určitých veličin  $X$  a  $Y$  získali konkrétní realizace čtyřpolní tabulky, která tvoří jeho základ. Nulová hypotéza je nezávislost veličin  $X$  a  $Y$ , což znamená že pokud  $H_0$  platí, tak by pozorované četnosti měli odpovídat těm očekávaným (Lánský et Pokora, 2015). Jeho cílem je tak výpočet pravděpodobnosti, se kterou bychom získali čtyřpolní tabulky stejně nebo více vzdálené od nulové hypotézy při zachování marginálních četností. Vzorec, pro pravděpodobnost získání konkrétního výsledku čtyřpolní tabulky s určitými marginálními četnosti je:

$$p = \frac{\binom{a+c}{a} \binom{b+d}{b}}{\binom{n}{a+b}} = \frac{(a+b)!(a+c)!(c+d)!(b+d)!}{n!a!b!c!d!}$$

Platnost nulové hypotézy je pak možné potvrdit či vyvrátit, pokud hodnotu  $p$  srovnáme s námi zvolenou hladinou významnosti testu označované písmenem  $\alpha$ , kdy její hodnota  $p$  menší než zvolené  $\alpha$ , nulová hypotéza o nezávislosti  $X$  a  $Y$  se zamítá. Nulovou hypotézu tak lze chápat jako tvrzení, které obvykle vyjadřuje nulový rozdíl mezi testovanými soubory dat (Lánský et Pokora, 2015).

Kdy je před tím, než začneme vypočítávat pravděpodobnost nutné vytvořit již výše zmíněnou čtyřpolní tabulku. Je třeba si představit, že daný pokus se provádí ze dvou veličin a může skončit úspěchem či neúspěchem. Kdy obecně platí následující schéma:

Výsledek pokusu	okolnosti		$n_{j.}$
	I	II	
úspěch	$a$	$b$	$a + b$
neúspěch	$c$	$d$	$c + d$
$n_{.k}$	$a + c$	$b + d$	$n$

## 5 Výsledky

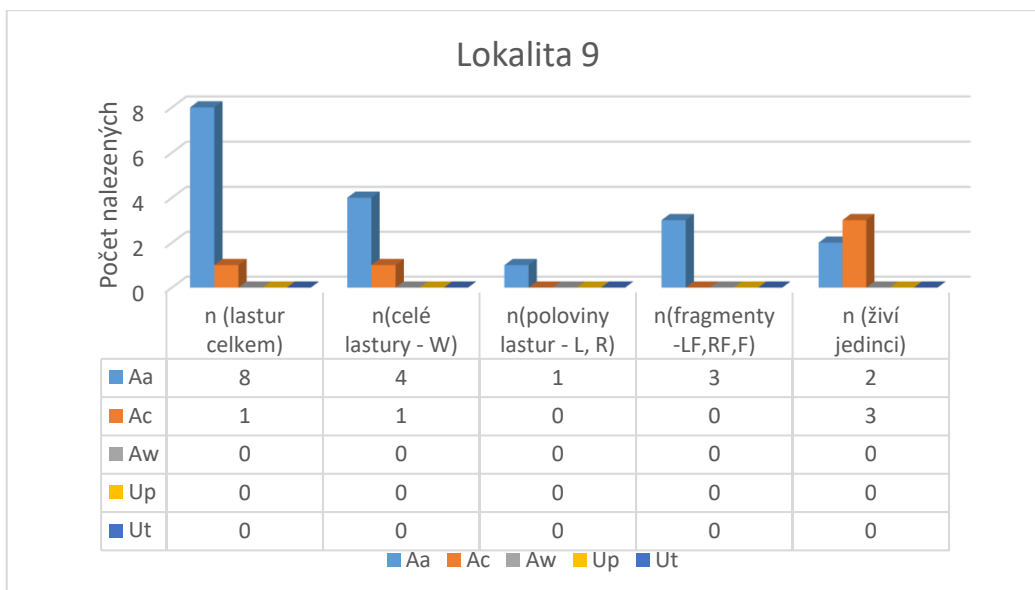
### 5.1 Lokalita 9



Obr. č. 3 – Letecký snímek lokality 9 s měřítkem a souřadnicemi

Dle územního katastru je u této vodní plochy odtokový kanál ústící do řeky Kyjovky, který však při nedostatku vody vysychá. Pokud nevysychá vlévá se níže po proudu do řeky Dyje (vlevo). Tato vodní nádrž s názvem Bažina je se všech stran ohraničena porostem stromů a keřů, v blízkosti se nachází i silnice III. třídy. Na tomto místě se vytyčily celkem 3 transekty, byla zde zkoumána plocha o rozloze 110 m<sup>2</sup> a zároveň se jedná o nejmenší zkoumanou lokalitu. V této lokalitě se ze všech 7 nacházel nejmenší počet nalezených jedinců. Výskyt invazivního druhu zde nebyl prokázán. Nalezen zde byl velmi nízký počet živých jedinců, z toho tři zástupci *Anodonta cygnea* a dva zástupci *Anodonta anatina*. Zástupci z čeledi Unionidae zde nalezeni také nebyli. Co je týče prázdných lastur, dominoval zde výskyt fragmentů od druhu *Anodonta anatina* s počtem 8 různých kusů s průměrnou délkou 60, 625 mm a jediná nalezená lastura od druhu *Anodonta cygnea* měla délku 167 mm. Z hlediska malého počtu vzorků tak není tato lokalita příliš atraktivní a nelze na ní kvůli nepřítomnosti druhu *Sinanodonta woodiana* provádět statistickou analýzu. Níže uvedený graf pak znázorňuje





Graf č.3 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 9.

Z grafu je patrné, že druhová variabilita na tomto stanovišti je velice nízká a z celkového počtu 5 zkoumaných druhů se zde vyskytují pouze dva z nich, a to je ještě ve velice malé míře.

## 5.2 Lokalita 10

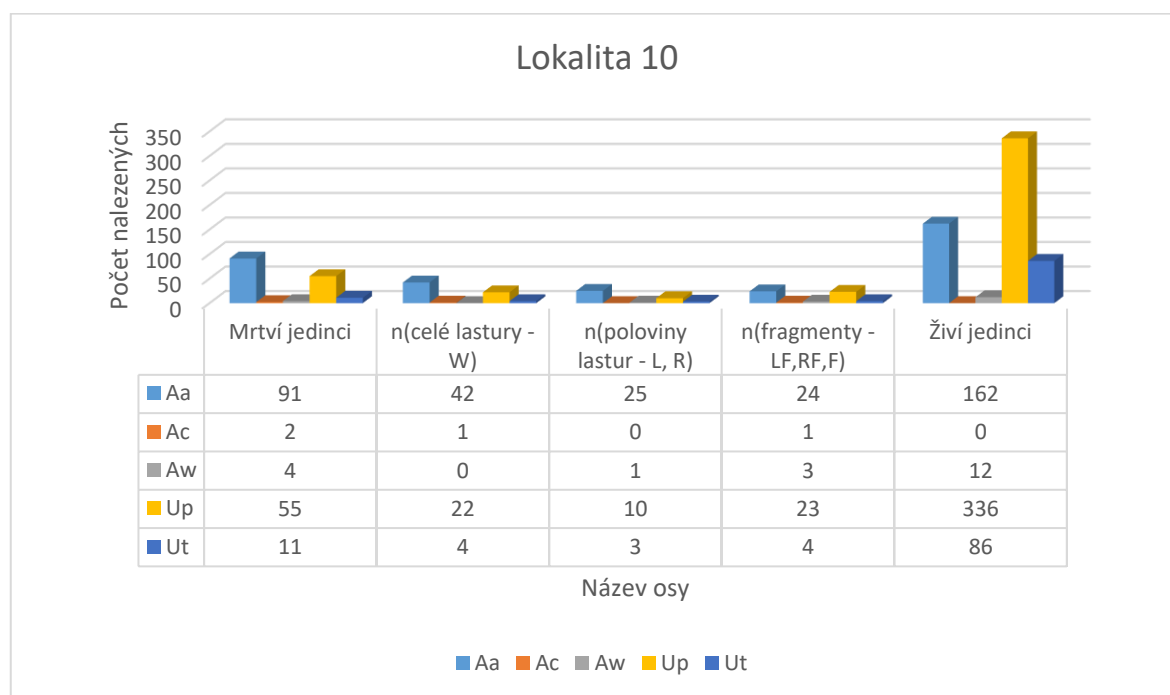


Obr. č. 4 – Letecký snímek lokality 10 s měřítkem a souřadnicemi

Menší vodní plocha se rozprostírá mezi silnicí III.třídy a polní cestou. Ve vzdálenosti přibližně 300 m vzdušnou čarou pramení řeka Dyje a okolní krajina je porostlá hustými lužními lesy.

Zkoumaná plocha v této lokalitě byla dvakrát větší než v té předchozí a byly zde vytyčeny 4 transekty zaujímající rozlohu 270 m<sup>2</sup>. Lokalita 10 už byla z hlediska počtů jedinců významnější. Celkem zde bylo nalezeno 163 fragmentů lastur a 596 živých jedinců, což je nejvyšší počet ze všech zkoumaných lokalit.

Invazivní *Anodonta woodiana* se zde nacházela v počtu 12 živých jedinců a současně zde bylo nalezeno několik fragmentů lastur tohoto mlže, konkrétně jedna polovina lastury a 3 fragmenty. To nám prokazatelně dokazuje, že se zde tento druh množí a jeho výskyt se dá označit za stálý. Nejvyššího počtu zde dosahují zástupci druhu *Unio pictorum*, kterých bylo živých nalezeno 336, uhynulých celých jedinců zde bylo 22, polovin 10 a 23 různých fragmentů. Druhý z tohoto rodu, tedy *Unio tumidus* se zde vyskytoval sice v menším počtu, ale 86 živých a 11 nálezů uhynulých jedinců, dokazuje jeho schopnost zde dlouhodobě přežívat a rozmnožovat se. *Anodonta anatina* se zde nacházela v počtu 162 jedinců a zároveň zde bylo objeveno 42 prázdných lastur, 25 jejich polovin a 24 nejrůznějších fragmentů, což dokazuje že tento druh obdobně jako zástupci čeledi Unionidae se na daném území vyskytuje dlouhodobě a jeho výskyt je zde relativně stálý. Za druh *Anodonta cygnea*, zde byl nalezena jedna prázdná lastura a jeden fragment, živý jedinci se zde nenacházeli.



Graf č.4 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 10.

Lokalita 10 disponuje poměrně velkým množstvím zkoumaných jedinců a také druhovou variabilitou. I za přítomnosti invazivního druhu, zde populace původních mlžů prosperují a

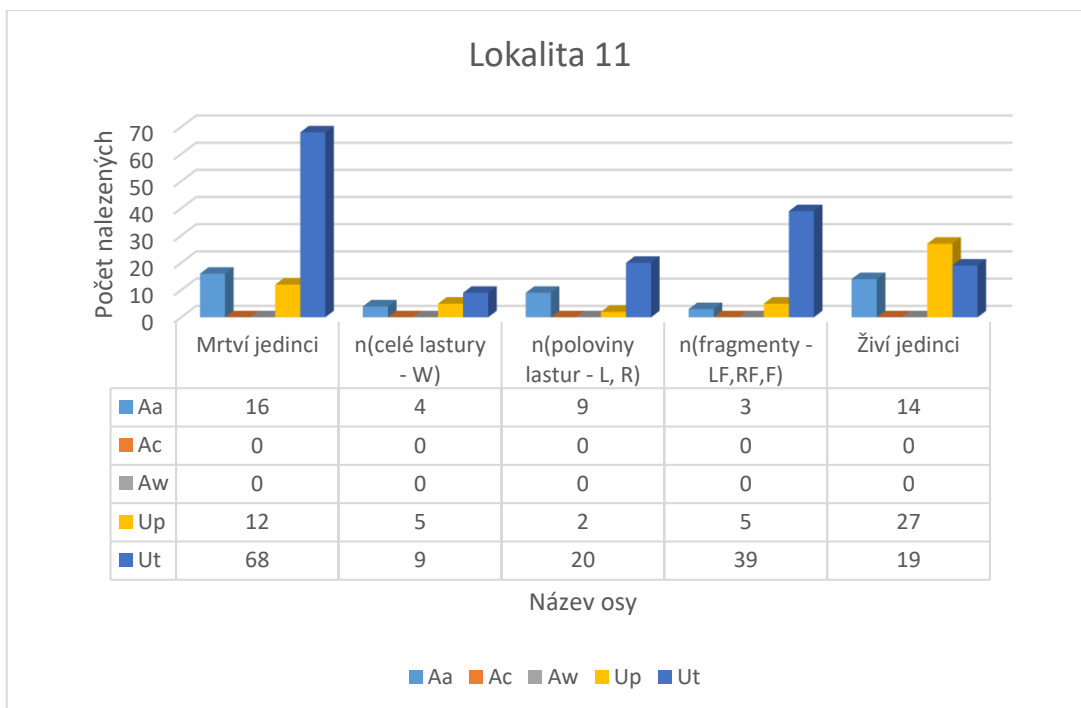
v naprosté většině případů, s výjimkou *Anodonta cygnea*, jsou počty živých jedinců průměrně 4,5 krát vyšší než počty jedinců uhynulých.

### 5.3 Lokalita 11



Obr. č. 5 – Letecký snímek lokality 11 s měřítkem a souřadnicemi

Tato vodní plocha je ze tří stran ohraničena silnicí a blízké okolí je celé zalesněné. 350 m od této plochy se nachází lokalita 10 a stejná vzdálenost vede i k hlavnímu proudu řeky Dyje. Jedná se o druhou největší zkoumanou lokalitu. S počtem 6 transektů, zde byla navzorkována plocha o velikosti 291 m<sup>2</sup>. Obdobně jako u první lokality, zde nebyl prokázán výskyt zkoumaného invazivního druhu. Celková populace zde přítomných vodních mlžů, byla z hlediska porovnání počtů prázdných lastur a živě nalezených jedinců klesající. Bylo zde nalezeno celkem 60 jedinců třech různých druhů. Nejhojnější zde byl *Unio pictorum*, 27 živých a celkem 12 prázdných lastur. Druhý z čeledi Unionidae, tedy *Unio tumidus*, měl na tomto stanovišti mnohem větší počet prázdných lastur než živě nalezených jedinců. Poměr 19 živých a 68 fragmentů nám alespoň potvrzuje to, že se na této lokalitě výskyt daného druhu dá označit za stálý. Z rodu *Anodonta* se zde nacházelo pouze 14 živých kusů *Anodonta anatina*, fragmentů zde pak bylo nalezeno celkem 16, kdy se ve 4 případech jednalo o celou lasturu, v 9 o jednu polovinu a zbytek tvořili fragmenty. Výskyt *Anodonta cygnea* zde potvrzen nebyl ani z živých jedinců, ba dokonce se zde nenašly ani vzorky fragmentů.



Graf č.5 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 11.

Populace mlžů na tomto stanovišti jsou stabilní a jejich výskyt je zde stálý. Nejpočetněji je zde zastoupen druh *Unio pictorum*, podobně jako je tomu v předchozí lokalitě.

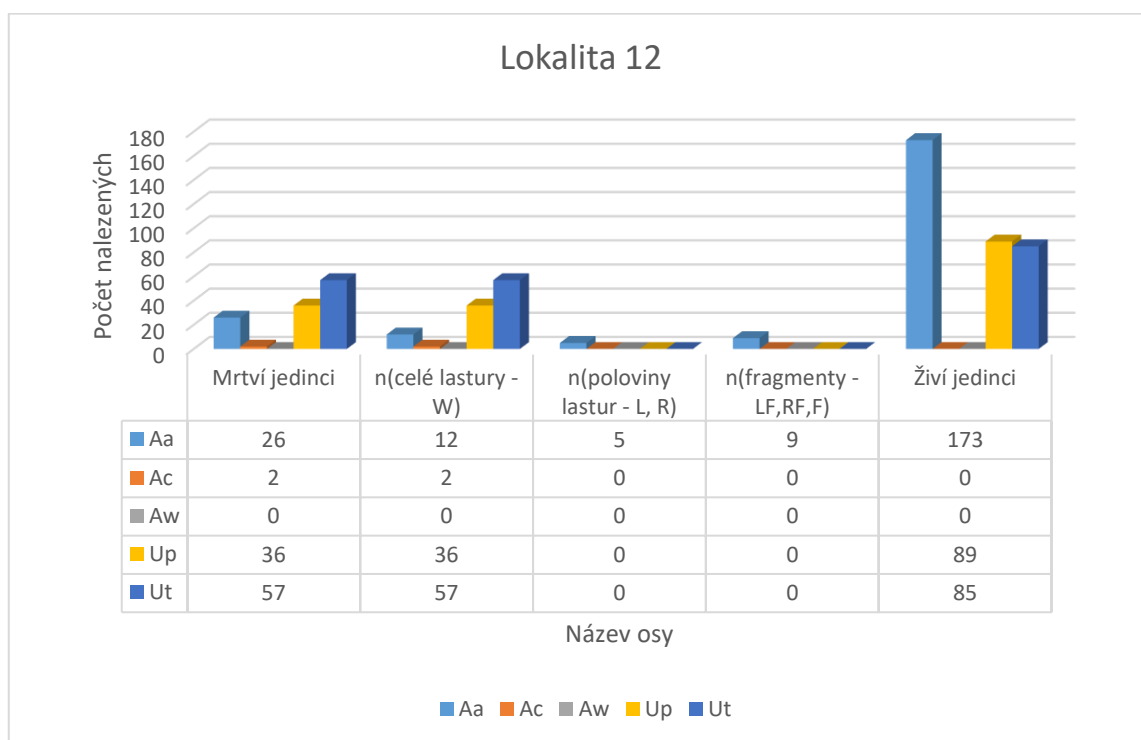
## 5.4 Lokalita 12



Obr. č. 6 – Letecký snímek lokality 12 s měřítkem a souřadnicemi

Tato vodní plocha se nazývá Dědova pískovna a nachází se v blízkosti řeky Moravy, odkud je s největší pravděpodobností napájena spodními vodami. V jarním období, kdy hladiny řek dosahují vysokého stavu vody, bývá tato oblast zcela pod vodou. V průběhu roku však hladina v tůni klesá až o 2 metry a celá plocha se transformuje na izolované tůňky s odlišnou makrovegetací. To lze zřetelně rozpoznat i na výše sdíleném snímku. Ze všech stran je pak tato plocha obklopena hustými lesními porosty. Oproti lokalitě předešlé je tato naopak druhá nejmenší, kdy vytyčeny byly transekty 4 a plocha na které probíhal sběr vzorků měla rozlohu 138 m<sup>2</sup>.

V této lokalitě bylo nalezeno celkem 347 živých jedinců a 121 prázdných lastur. Zástupci *Sinanodonta woodiana* zde nalezeni nebyli. Z celkového počtu živých jedinců zde početně převažoval *Anodonta anatina* s 173 jedinci, kdy zde bylo nalezeno 12 prázdných lastur a celkem 14 fragmentů. Z rodu *Unionidae*, zde byli oba zástupci, *Unio pictorum* 89 a *Unio tumidus* 85 živých kusů. Dále zde byly nalezeny i prázdné lastury, kdy se jednalo o celé jedince v počtu 36 u *Unio pictorum* a 57 u *Unio tumidus*. Z těchto dat lze tvrdit, že populace těchto tří druhů jsou zde stabilní a jejich počty stoupají. Rizikem však pro ně zůstává to, že by při nedostatku vody v kombinaci s nízkým úhrnem srážek mohla tato tůň vyschnout.



Graf č. 6 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 12.

Jedná se již o čtvrtou lokalitu, kde se nevyskytuje ani jeden živý exemplář druhu *Anodonta cygnea*, kdy zde zároveň nebyly nalezeny ani fragmenty lastur tohoto druhu. A zároveň se jedná

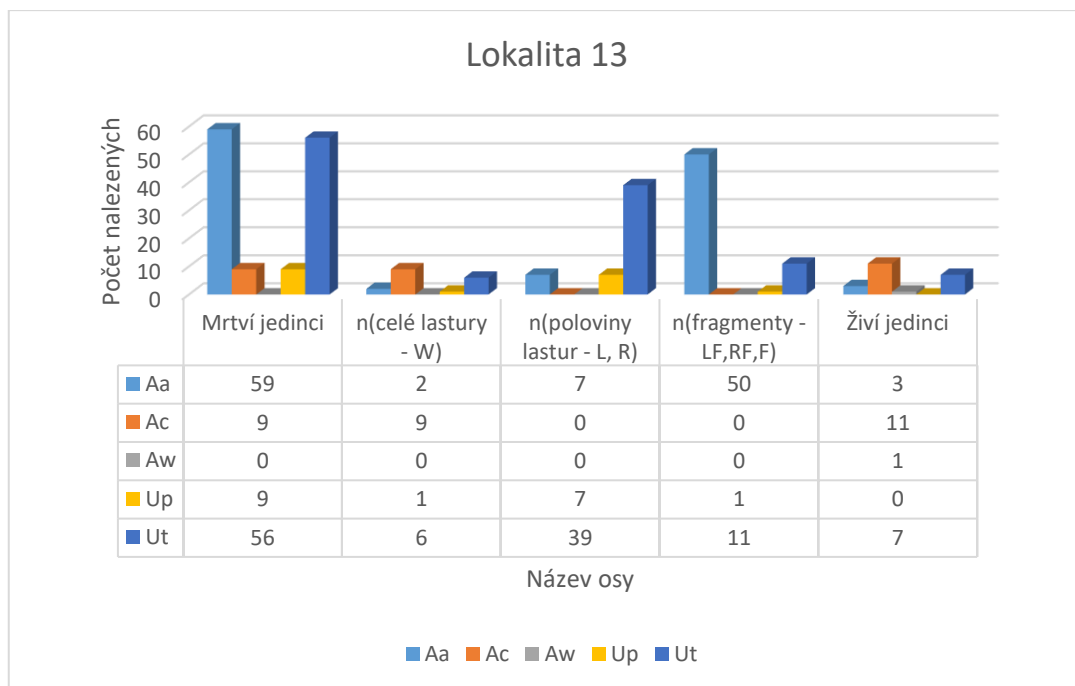
o čtvrtou lokalitu, kde nebyl potvrzen výskyt invazivního druhu a populace původních druhů zde prosperují a tvoří stálé a stabilní populace.

## 5.5 Lokalita 13



Obr. č. 7 – Letecký snímek lokality 13 s měřítkem a souřadnicemi

S největší pravděpodobností se jedná o slepé rameno vzniklé akumulací činností řeky Moravy, nacházející se ve vzdálenosti přibližně 50 metrů od tohoto toku. Necelých 700 metrů vzdušnou čarou na jih od tohoto místa se nachází lokalita 15. Obdobně jako u předchozích míst, je i toto obklopeno lesním porostem, kdy z pravé strany vede kromě koryta řeky i cyklostezka. Transekty zde byly vytvořeny také 4 a zkoumaná oblast má rozlohu 157 m<sup>2</sup>. Na této lokalitě byl nalezen jeden jediný exemplář *Sinanodonta woodiana* a nedošlo ani k nalezení prázdných lastur, což značí, že její výskyt zde není dlouhodobý. Z rodu *Anodonta* se zde nacházejí oba dva zástupci, tedy *Anodonta anatina* s počtem 3 živých jedinců a *Anodonta cygnea* s 11 jedinci. Pokud však porovnáme počty nalezených živých jedinců a prázdných lastur, dostáváme se do záporných čísel, neboť u *Anodonta anatina* zde bylo nalezeno 59 různých nálezů, z toho 2 celé jedinci a u *Anodonta cygnea* bylo kompletních 9. Identický výsledek nastal i u *Unio tumidus*, kdy se zde nacházelo pouze 7 živých mlžů, naopak počet uhynulých kompletních lastur se dostal na počet 6, polovin bylo nalezeno 39 a fragmentů 11. A v neposlední řadě zde byly nalezeny fragmenty lastur druhu *Unio pictorum*, avšak k nalezení živých jedinců zde nedošlo.



Graf č.7 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 13.

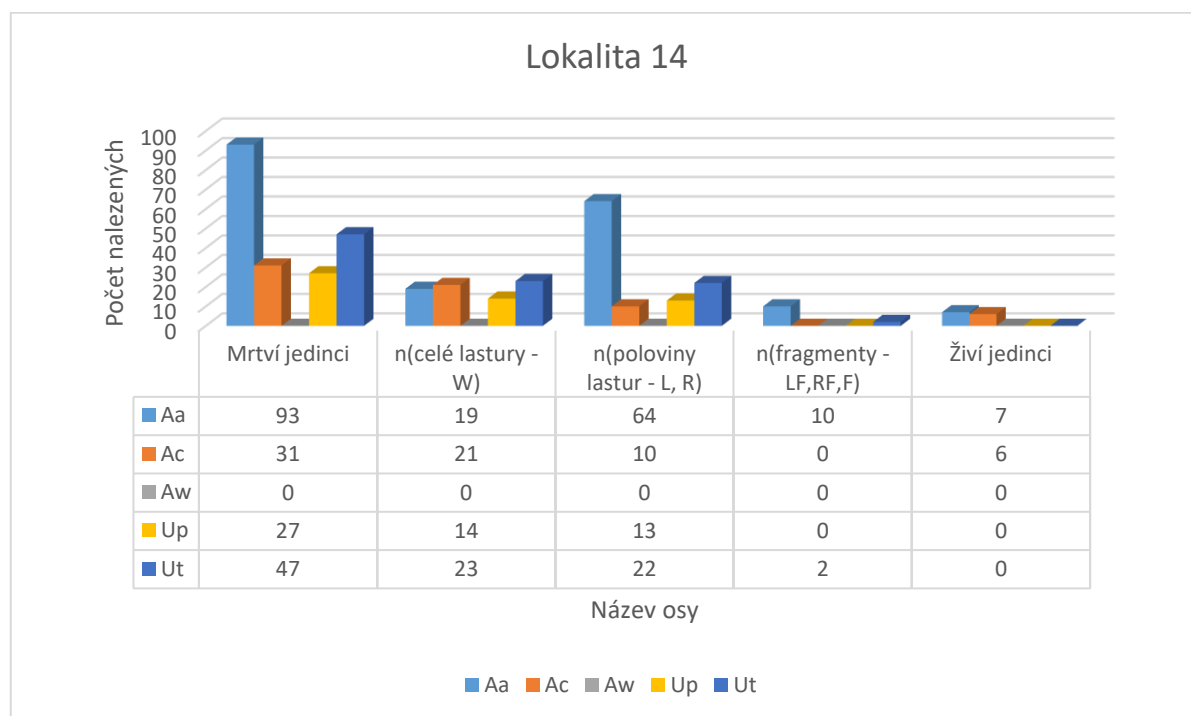
Jedná se o druhou lokalitu, ve které byl potvrzen nález živého exempláře *Sinanodonta woodiana*. Zároveň se jedná o druhou lokalitu s výskytem živých jedinců *Anodonta cygnea*. Populace původních mlžů jsou vzhledem k velkému počtu nalezených fragmentů na této lokalitě stále, jejich stabilita však už tak jednoznačná není.

## 5.6 Lokalita 14



Obr. č. 8 – Letecký snímek lokality 13 s měřítkem a souřadnicemi

Z důvodů velikosti této lokality, bylo nutné pozměnit měřítko mapy. Toto slepé rameno řeky Moravy se nachází hned vedle přírodní rezervace Skařiny, významné hlavně díky hnízdišti čápa bílého a volavky popelavé jejichž zdejší kolonie patří k největším na Moravě, kdy jsou hnízda těchto ptáků zřetelná i na leteckém snímku tohoto okolí. A také zde byly vytyčeny 4 transekty a zkoumaná plocha dosahovala rozlohy 242 m<sup>2</sup>. Na této lokalitě je počet nalezených lastur vyšší než počet nalezených živých jedinců. Druhy *Unio pictorum* a *Unio tumidus* se tu v minulosti sice vyskytovaly, což dokazuje i nespočet nalezených lastur a jejich úlomků, avšak živí jedinci se tu nenacházeli vůbec. Druh *Anodonta anatina* zde byl zastoupen 7 jedinci, avšak počet nalezených lastur se blížil ke stovce. Obdobně na tom je i druh *Anodonta cygnea*, který se disponoval 6 jedinci a 21 celými lasturami a dále zde bylo nalezeno 10 polovin. Souhrnně lze tedy tyto populace označit za nestabilní. Výskyt *Sinanodonta woodiana* zde potvrzen nebyl.



Graf č.8 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 14.

V této lokalitě opět nebyl potvrzen výskyt invazivního druhu *Sinanodonta woodiana*, ovšem nalezení zde nebyli ani zástupci dalších dvou zástupců rodu *Unio*. Byly zde sice nalezeny vzorky lastur těchto sladkovodních mlžů, ale živí jedinci se zde nenacházeli. Dominantními druhy zde tak byly *Anodonta anatina* se sedmi živými jedinci a *Anodonta cygnea* s šesti živými. Nálezy prázdných lastur však byly v porovnání s těmi živými až dvanáctkrát početnější u



*Anodonta anatina* a u *Anodonta cygnea* až pětkrát. V minulosti tak sice toto stanoviště bylo bohaté na druhy původních mlžů, avšak v této chvíli jejich počty klesají.

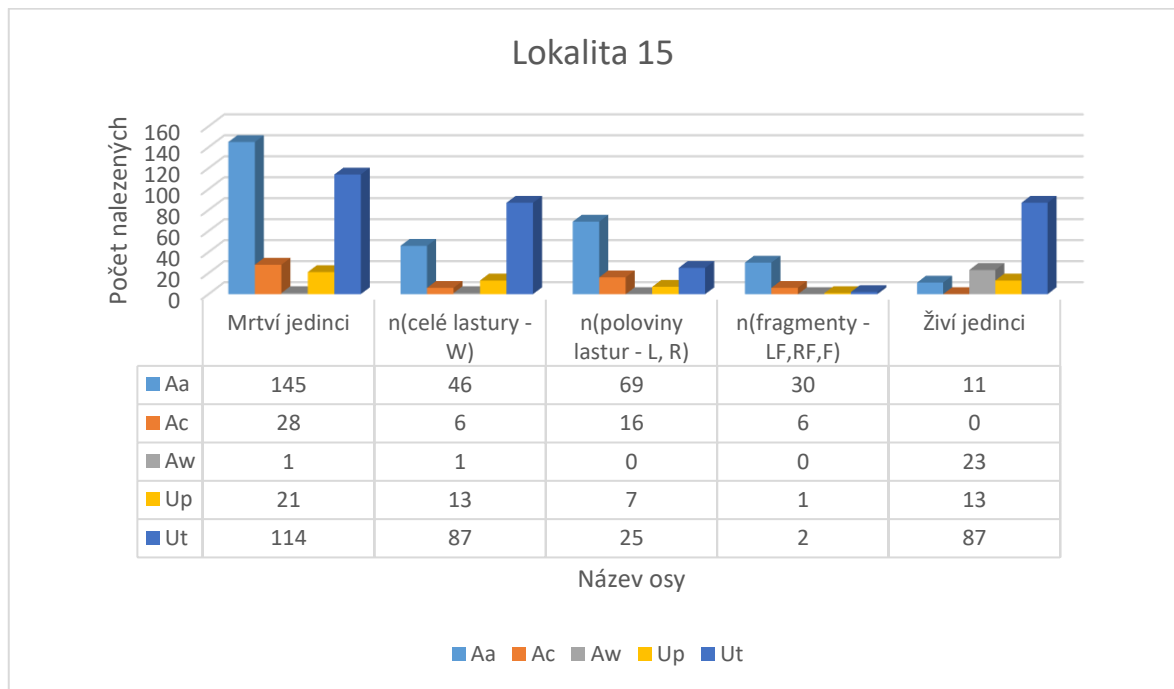
## 5.7 Lokalita 15



Obr. č. 9 – Letecký snímek lokality 15 s měřítkem a souřadnicemi

Stejně jako předchozí lokalita je i tato destinace slepým ramenem řeky Moravy, která se od ní nachází přibližně 50 metrů a ve vzdálenosti 200 m vzdušnou čarou se nachází i státní hranice se Slovenskem. Odtud to této vodní plochy přitéká Brodský kanál a vývodný odtok z tohoto ramene dává základ vodnímu toku Kopanice, která se na jihu později vlévá do řeky Kyjovky. Z hlediska rozlohy je tato největších z všech zkoumaných. Bylo zde vytyčeno celkem 5 transektů a celková plocha, která byla provzorkována, měla rozlohu 310 m<sup>2</sup>. Jedná se také o nejvýznamnější lokalitu, co se týče počtu jedinců *Sinanodonta woodiana*, kdy zde bylo nalezeno 23 živých jedinců a jedna kompletní lastura jedince uhynulého. To naznačuje, že výskyt tohoto druhu v tomto stanovišti je poměrně nový. Zajímavých výsledků pak dosahují i počty ostatních druhů mlžů. Od druhu *Anodonta anatina* zde bylo objeveno 11 živých kusů. Prázdných lastur zde však bylo nalezeno 145, kdy se ve 46 případech jednalo o kompletní lasturu, v 69 pouze o půlku a zbylých 30 tvořili fragmenty. 28 různých fragmentů bylo nalezeno od druhu *Anodonta cygnea*, kdy se našlo 6 celých jedinců, 16 půlek lastur a zbytek tvořili fragmenty. Živý jedinec tu však nalezen nebyl. Ze zástupců rodu *Anodonta* tak na daném území prosperuje pouze druh *Sinanodonta woodiana*. Za čeleď Unionidae se zde nacházelo taky

několik exemplářů, konkrétně pak 13 živých *Unio pictorum* a 87 *Unio tumidus*. Počty prázdných lastur však opět převyšovaly počty živých, tak jako u dvou původních druhů rodu *Anodonta*. Celkem zde bylo nalezeno 13 celých jedinců a 7 poloviček lastur za druh *Unio pictorum*. 87 kompletních lastur a 25 polovin pak bylo nalezeno u druhu *Unio tumidus*. Tyto údaje tak naznačují, že po objevení invazivního druhu na této lokalitě, začaly populace domácích mlžů rapidně klesat.



Graf č.9 – Graf znázorňuje počty nalezených vzorků na lokalitě číslo 15.

Poslední lokalita je zároveň tou nejvíce atraktivní ze všech zkoumaných stanovišť. Druhové spektrum je zde poměrně velké a až na živé zástupce druhu *Anodonta cygnea* se zde vyskytují všechny zkoumané druhy v poměrně vysokých počtech. Kdy nejdominantnější zastoupení zde má druh *Unio tumidus* s 87 jedinci a druhým nejpočetnějším je *Sinanodonta woodiana* s 23 exempláři. Tato lokalita však nedisponuje pouze velkým počtem živých jedinců, ale bylo zde nalezeno i obrovské množství prázdných lastur. Souhrnně se tak tyto data staly podkladem pro další zkoumání.

## 5.8 Statistické vyhodnocení

Jelikož byl výskyt invazivní *Sinanodonta woodiana* potvrzen pouze ve třech lokalitách, bude statická analýza provedena pouze u nich. Jedná se o lokality 10, 13 a 15. Hypotéza byla taková, že se na jednotlivých lokalitách neliší relativní četnost výskytu živých jedinců a prázdných lastur u nepůvodního druhu *Sinanodonta woodiana* a domácích zástupců rodu *Anodonta*. Předpokládalo se, že přítomnost tohoto druhu na stanovišti může způsobit úbytek počtu živých jedinců a způsobit tak vzestup počtu prázdných lastur. Sesbírané vzorky byly proto rozděleny dle stanoviště a dále pak do kategorie živých jedinců či prázdných lastur. Z těchto údajů byly vytvořeny níže vložené tabulky pro lepší přehlednost.

Nejprve byl vybrán druh, který projevoval dle získaných údajů největší výkyvy v hodnotách po objevení *Sinanodonta woodiana* na stanovišti, jímž byla původní *Anodonta anatina*. Využitím Fisherova testu se pak hodnotila správnost hypotézy  $H_0$ , která byla definována jako  $DX=DY$ .

### 5.8.1 Lokalita 10

Lokalita	Druh	n (lastury)	n (živí jedinci)
10	Aa	91	162
10	Ac	2	0
10	Aw	4	12
10	Up	55	336
10	Ut	11	86

Tab. 1 – Počet nalezených vzorků na lokalitě 10

Nejprve byla vytvořena čtyřpolní tabulka, ze které se pak odvíjel celý výpočet.

	n (lastury)	n (živí jedinci)	Celkem
Aa	91	162	253
Aw	4	12	16
Celkem	95	174	269

Tab 2. – čtyřpolní tabulka pro lokalitu 10

Po provedení Fisherova testu nám vyšlo  $p = 0,4323 > \alpha = 0,05$ , což nám říká že rozdíl je nevýznamný,  $H_0$  se tedy nezamítá.

U ostatní druhů lze předpokládat podobný vývoj, jelikož jejich počty jsou poměrně velké a živých jedinců zde bylo nalezeno nejvíc, ze všech zkoumaných lokalit. Charakteristický je i velký počet prázdných lastur, který indikuje to, že populace těchto druhů zde má dlouhodobé a stabilní stanoviště. Největší zastoupení zde měl druh *Unio pictorum* s 336 jedinci, což je největší počet nalezených živých jedinců, jak na tomto stanovišti, tak na všech ostatních. Druhý nejvíce zastoupený druh byla námi vybraná *Anodonta anatina*, kdy se zde nacházelo přesně

162 živých mlžů a z celkového počtu 91 lastur, bylo 42 celých jedinců, 25 polovin a zbytek tvořily fragmenty. Naopak nejméně zastoupeným druhem zde byla *Sinanodonta woodiana*, kdy se zde nacházelo 12 živých jedinců a 4 vzorky lastur. *Anodonta cygnea* zde živými jedinci nebyla zastoupena vůbec.

### 5.8.2 Lokalita 13

<i>Lokalita</i>	<i>Druh</i>	<i>n (lastury)</i>	<i>n (živí jedinci)</i>
13	Aa	59	3
13	Ac	9	11
13	Aw	0	1
13	Up	9	0
13	Ut	56	7

Tab. 3 – Počet nalezených vzorků na lokalitě 13

	<i>n (lastury)</i>	<i>n (živí jedinci)</i>	<i>Celkem</i>
<b>Aa</b>	59	3	62
<b>Aw</b>	0	1	1
<b>Celkem</b>	59	4	63

Tab. 4 – čtyřpolní tabulka pro lokalitu 13

V tomto případě nám pravděpodobnost vyšla jako  $p = 0,06349 > \alpha = 0,05$ . Obdobně jako v předchozím případě i tady nebyla hypotéza  $H_0$  zamítnuta, statisticky se jedná o bezvýznamný údaj.

U této lokality nebyl potvrzen negativní vliv možná i díky tomu, že zde byl nalezen pouze jeden jedinec nepůvodního druhu a tím pádem nelze určit, zda zde k nějakému efektu na ostatní populace vůbec došlo. Celkově se na této lokalitě nacházel velmi nízký počet nalezených vzorků a ve většině případů zde bylo nalezeno více prázdných lastur a jejich fragmentů než živých jedinců. Jediný druh, který si v tomto ohledu udržoval kladnou bilanci byla *Anodonta cygnea* s 11 kusy. Nejméně zastoupený druh byla *Sinanodonta woodiana* s jedním jedincem a zástupci za *Unio pictorum* se zde nevyskytovali živí vůbec.

### 5.8.3 Lokalita 15

<i>Lokalita</i>	<i>Druh</i>	<i>n (lastury)</i>	<i>n (živí jedinci)</i>
15	Aa	145	11
15	Ac	28	0
15	Aw	1	23
15	Up	21	13
15	Ut	114	87

Tab. 5 – Počet nalezených vzorků na lokalitě 15

	n (lastury)	n (živí jedinci)	Celkem
Aa	145	11	156
Aw	1	23	24
<b>Celkem</b>	146	34	180

Tab. 6 – čtyřpolní tabulka pro lokalitu 15

Lokalita 15 už byla z hlediska výsledných hodnot atraktivnější. Při výpočtu Fisherova testu vyšlo  $p = 2.2e-16 < \alpha = 0,05$ . Hypotéza  $H_0$  je zamítnuta. Domácí i invazivní druhy mají v tomto případě signifikantně odlišný poměr v počtu živých jedinců a fragmentů lastur, ovšem  $p=2.2e-16$  představuje velmi nízkou hodnotu.

Výskyt *Sinanodonta woodiana* je konkrétně zde poměrně nový, protože zde byl nalezen pouze jeden jediný fragment lastury tohoto druhu. A celkem se zde nacházelo 23 živých jedinců. U *Anodonta anatina* byl rozdíl v počtu obou zkoumaných kategoriích výrazný, živých jedinců se zde nacházelo 11 a co je zajímavější, lastur se zde nacházelo 145, což je největší počet nalezených lastur od tohoto druhu jak v této, tak i v ostatních lokalitách. Z toho 46 celých jedinců, 69 polovin a 30 fragmentů. Podobně na tom byly i ostatní druhy, kdy měly všechny kromě *Sinanodonta woodiana* větší počet prázdných lastur, než živě nalezených vzorků. Populace rodu *Unio* a *Anodonta* se tak pravděpodobně stali částečně nestabilní. Tato lokalita byla celkově nejbohatší na počet prázdných lastur, kdy jich zde bylo nalezeno celkem 309, což je nejvíce ze všech zkoumaných míst.

## 6 Diskuze

Invazivní mlži mají vysoký potenciál k tomu působit ekologické, ekonomické i evoluční škody. Jejich negativní vliv začíná již v prvních dnech života, kdy jsou glochidia uvolněna do vodního prostředí a infikují hostitelské ryby. A vzhledem k tomu, že *Sinanodonta woodiana* dokáže úspěšně parazitovat i na českých druzích ryb, brání tak glochidiím autochtonních druhů mlžů dokončit svůj vývojový cyklus. A co je zajímavější, bylo prokázáno, že glochidia *Sinanodonta woodiana* mají negativní vliv na zdravotní stav rybích hostitelů (Douda, 2016). Problém nastává i ve chvíli, kdy *Sinanodonta woodiana* vyprodukuje glochidia i třikrát do roka, kdežto u původních druhů mlžů dochází k tomuto procesu jen jedenkrát do roka (Popa et Popa, 2006). Konkurentem může být v mnoha dalších ohledech, podstatné ale je, že v České republice nemá tento invazivní mlž žádného přirozeného predátora a vzhledem k vysoké intenzitě růstu a rychlému rozmnožování se tak její počty budou do budoucna s největší pravděpodobností zvětšovat. Dá se předpokládat, že pokud nebudou zavedena opatření proti šíření tohoto druhu, mohl by se postupem času stát dominantním na většině již osídleného území. Problém však nastává ve chvíli, kdy by se mělo proti výskytu tohoto druhu zasahovat, nýbrž by to ve většině případů mohlo mít negativní vliv i na původní druhy. Asi nejšetrnějším, avšak nejpracnějším způsobem by mohl být ruční výlov, kdy by nedocházelo k narušení původních populací. Toto téma má však tolik alternativ, že by vystačilo na samostatnou práci.

Vliv sladkovodní *Sinanodonta woodiana* byl již zhodnocen několika studiemi. Douda et al. (2012) zjistili, že se tento druh jednoduše adaptuje na podmínky řek střední Evropy a může tak představovat potencionální hrozbu pro populace původních druhů mlžů. Donrovich et al. (2017) provedli výzkum, který potvrdil negativní vliv *Sinanodonta woodiana*, jenž ohrožuje reprodukci původního druhu *Anodonta anatina*. Dle Kraszewski et Zdanowski (2007) byl výskyt tohoto mlže prokázán v jezerech ohraničujícím polské město Konin, a vzhledem k vysoké schopnosti adaptace, může tento druh zvyšovat své počty a tím ohrožovat původní druhy. Avšak ze získaných dat nebylo možné jednoznačně určit negativní vliv a je potřeba provést i další studie. Benko-Kiss et al. (2013) pak srovnávali data o počtech původních druhů i nepůvodní *Sinanodonta woodiana* v jezeře Balaton získaná z roku 1992 a 2011, přičemž za tuto dobu došlo k úbytku původních druhů a některé byly dokonce zcela vyhubeny a posléze nahrazeny druhem *Sinanodonta woodiana*. Opět však nelze s jistotou tvrdit, že tyto změny v ekosystému daného jezera, byly přímo způsobeny výskytem invazivního druhu. Studie o šíření tohoto invazivního druhu a jeho negativním vlivu však nepocházejí jen z Evropy. V Asii,

konkrétněji na ostrově Borneo, provedl Zieritz et al. (2018) studii zkoumající početnost původních druhů mlžů, kdy se čtyři z pěti původních druhů staly extrémně vzácnými, a naopak nepůvodní *Sinanodonta woodiana* se stala tím nejpočetnějším a nejrozšířenějším druhem. V tomto případě je to hlavně díky tomu, že původní druhy na tomto ostrově jsou na rozdíl od nepůvodního druhu obzvláště citlivé na změny biotopů.

Existují však i studie, které neprokazují negativní dopady tohoto invazivního mlže na původní ekosystémy ba dokonce potvrzují, že tento invazivní druh nemá na společenstva původních druhů žádný vliv. Lajtner et Crnčan (2011) ve své práci našli vzorky prokazující přítomnost tohoto invazivního mlže na stanovištích v Chorvatsku, kde se druh vyskytoval společně s původními druhy ze skupiny Unionidae bez zjevného negativního dopadu. Dle studie prováděné Szlauer-Lukaszewska et al (2017) v Polsku v řece Odře, byl sice zjištěn výskyt *Sinanodonta woodiana*, avšak tento druh se zde nestal dominantním, a ani jeho negativní vliv zde nebyl prokázán.

Hlavní cílem bylo prokázat, zdali může *Sinanodonta woodiana* negativně ovlivňovat populace našich původních mlžů. Z původního počtu 7 lokalit, byla přítomnost tohoto druhu potvrzena jen ve třech z nich. V lokalitě 13 byl u všech druhů, s výjimkou *Anodonta cygnea*, nalezen větší počet prázdných lastur než živých jedinců. Zároveň se jednalo o jedinou lokalitu, ve které by druh *Anodonta cygnea* prosperoval víc než ostatní druhy. Také zde byl nalezen pouze jediný jedinec *Sinanodonta woodiana* a zároveň se zde nenašel vzorek od lastury či fragmentu tohoto druhu, což nás dovádí k myšlence, že daný jedinec sem byl zavlečen například prostřednictvím některého z mnoha druhů ptáků, kteří se vyskytují v této oblasti.

Další lokalita, tedy 10 byla co se týče počtu živých mlžů nejbohatší. Nalezeno zde bylo 596 jedinců, kdy nejhojnější zastoupení zde měl *Unio pictorum* s 336 jedinci, dále *Anodonta anatina* a 162 jedinců, a nakonec *Unio tumidus* s 86 nalezenými exempláři. Byl potvrzen i nález 12 živých kusů a 4 vzorků lastur invazivního druhu, což sice dokazuje, že sem druh nebyl zavlečen náhodou ale pokud porovnáme jeho počty s počty ostatních druhů mlžů vyskytujících se na této lokalitě zjistíme, že se jedná o jeden z nejméně frekventovaných druhů. Dále se zde nacházelo celkem 91 fragmentů lastur od druhu *Anodonta anatina* a předpokládalo se, že tak velký počet uhynulých jedinců mohl být způsoben právě přítomností invazivního druhu, což se ale nepotvrdilo. Výskyt živých jedinců zde nebyl prokázán jedině u druhu *Anodonta cygnea*, kdy by se dalo spekulovat nad tím, zdali nebyl vytlačen invazivním mlžem. Ovšem v celé této lokalitě byla nalezena pouze jedna celá lastura a jeden částečný fragment. Nelze tedy tvrdit, že za vymizení tohoto druhu může *Sinanodonta woodiana*. A vzhledem k tomu, že zde byl učiněn

pouze jeden nález lastury je více pravděpodobné, že byl tento jedinec na stanoviště zavlečen například nějakým druhem ptáka z jiné lokality.

Asi nejvíce atraktivní lokalitou se tak stává ta poslední, tedy 15. Vyskytovalo se zde mnohem více prázdných lastur než živých jedinců. U druhu *Anodonta anatina* zde bylo nalezeno 145 různých vzorků lastur, což je největší počet ze všech zkoumaných lokalit. A co je zajímavější, živých exemplářů zde bylo nalezeno jen 11. Obdobně na tom byly i další druhy původních mlžů. U druhu *Unio tumidus* zde bylo nalezeno 114 vzorků lastur, ale jen 87 živých jedinců. *Unio pictorum* se zde vyskytoval v počtu 21 lastur a 13 živých jedinců a u mlže *Anodonta cygnea* bylo sice nalezeno 28 fragmentů lastur, ale živý exemplář se zde nevyskytoval ani jeden. Jediným druhem s kladnou bilancí byla *Sinanodonta woodiana*, kdy zde byl nalezen jeden fragment lastury, ale živých jedinců se zde nacházelo 23. Zde nám byl díky výsledkům statistické analýzy naznačen možný negativní vliv *Sinanodonta woodiana* na populace původních mlžů v této lokalitě. Byla to také jediná lokalita, kde se nacházelo více než dvacet živých kusů, což nám umožňuje větší možnosti ve vyhodnocování výsledků. A co je důležitější u každého původního druhu zde byl potvrzen nález více prázdných lastur nežli živých jedinců. U jediné *Sinanodonta woodiana* je tomu naopak. Dle daných výsledků získaných ze zpracovaných dat a statistické analýzy lze předpokládat, že *Sinanodonta woodiana* by mohla mít negativní vliv na populace původních sladkovodních mlžů.



## 7 Závěr

Práce pojednávala o problematice výskytu invazivního druhu *Sinanodonta woodiana*, kdy v rešeršní části byly popsány dříve zjištěné negativní vlivy na prostředí a původní populace mlžů. Dále zde byly uvedené i informace o výskytu tohoto druhu na území České republiky k březnu roku 2018 k nimž byla vytvořena i mapa. Pokud by se zde tento invazivní druh nadále množil a byl introdukován na více stanovišť, mohla by tato mapa i s informacemi o výskytech do budoucna posloužit jako předmět k porovnávání.

Cílem práce bylo zhodnotit potencionální negativní vliv *Sinanodonta woodiana* na evropské druhy mlžů a jejich chovy. Díky statistickému testu a porovnání počtů jedinců se dospělo k tomu, že lze předpokládat negativní vliv *Sinanodonta woodiana* na původní populace mlžů, avšak s určitostí to nelze konstatovat. Nízký počet lokalit s invazivním druhem a malé množství dat k porovnávání neumožnil podrobnější analýzu. Do budoucna by proto bylo vhodné odběr vzorků opakovat a porovnat je posléze s těmi získanými v roce 2015.

## 8 Seznam literatury

- Araujo, R. Jong, Y. 2015. Fauna Europaea: Mollusca – Bivalvia. Biodiversity data journal. (3) 1-8.
- Atkinson, C. Opsahl, S. P. Covich, A. P. Golladay, S. W. Conner, M. 2010. Stable isotopic signatures, tissue stoichiometry, and nutrient cycling (C and N) of native and invasive freshwater bivalves. Journal of the North American Benthological Society. 29 (2). p. 496-505
- Benko-Kiss, A. Ferincz, A. Kováts, N. Paulovits, G. 2013. Spread and distribution pattern of *Sinanodonta woodiana* in Lake Balaton. Knowledge and Management of Aquatic Ecosystems. 408 (09)
- Beran, L. 1998. Vodní měkkýši ČR. Vlašim: ZO ČSOP Vlašim, 1998. Metodika Českého svazu ochránců přírody. Str. 113 ISBN 80-902469-4-x.
- Beran, L. 2014. Škeblice asijská (*Sinanodonta woodiana*) – další nepůvodní druh byl nalezen v Poodří. Poodří (2). str. 10-11
- Beran L. 2017. Nepůvodní druhy vodních měkkýšů v ČR. Fórum ochrany přírody. (3). str. 31-34
- Boon, P. Raven, P. 2012. River conservation and management. In: Cosgrove, P. Hastie, L. (eds.). Scotlands freshwater pearl mussels: the challenge of climate change. John Wiley & Sons, Ltd. UK. p. 121-122. ISBN: 9780470682081
- Cummings, K. *Sinanodonta woodiana*. The IUCN Red List of Threatened Species [online] 2011. [cit. 15.03.2018]. Dostupné z <<http://www.iucnredlist.org/details/166313/0>>.
- Darrigran, G. 2002. Potential impact of filter-feeding invaders on temperate inland freshwater environments. Biological invasion (4) p. 145-156.
- Dillon, R. 2004. The ecology of freshwater molluscs. Cambridge University press. United Kingdom. P. 509. ISBN: 052135210X
- Dogmala, J. Labecka, A. M. 2016. Continuous reproduction of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1824) females: an invasive mussel species in a female-biased population. Hydrobiologia 810 (1). p. 57-76.
- Donrovich, S. W. Douda, K. Plechingerová, V. Rylková, K. Horký, P. Slavík, O. Liu, H. Reichard, M. Lopes-Lima, M. Sousa, R. 2017. Invasive Chinese pond mussel *Sinanodonta woodiana* threatens native mussel reproduction by inducing cross-resistance of host fish. Aquatic conservation: Marine and freshwater ecosystems. 27 (6). p. 1325-1333
- Douda, K. Vrtílek, M. Slavík, O. Reichard, M. 2012. The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. Biological invasion (14). p. 127-137

- Douda, K. Velíšek, J. Kolářová, J. Rylková, K. Slavík, O. Horký, P. Langrová, I. 2017. Direct impact of invasive bivalve (*Sinanodonta woodiana*) parasitism on freshwater fish physiology: evidence and implications. *Biological invasion*. (3). p. 989-999
- Douda, K. Čadková, Z., 2017. Water clearance efficiency indicates potential filter-feeding interactions between invasive *Sinanodonta woodiana* and native freshwater mussels. *Biological Invasions*. p. 1-6
- Dudgeon, D. Morton, B. 1983. The population dynamics and sexual strategy of *Anodonta woodiana* (Bivalvia: Unionacea) in Plover Cove Reservoir, Hong Kong. *Journal of Zoology* 201(2). p. 161-183.
- Gosling, E. 2015. *Marine bivalve molluscs*. John Wiley & Sons, Incorporated. UK. p. 537. ISBN: 9780470674949
- Lánský, P. Pokora, O. 2015. Vybrané kapitoly z matematického modelování. In: Holčík Jiří, Komenda Martin. (eds.) *Matematická biologie: e-learningová učebnice*. 1. vyd. Brno. ISBN 978-80-210-8095-9.
- Horsák, M. Juříčková, L. Beran, L. Čejka, T. Dvořák, L. Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. *Malacologica Bohemoslovaca*. [online]. 2010. [cit. 15.03.2018]. Dostupné z <<http://mollusca.sav.sk/pdf/9/Suppl-1-v2.pdf>>
- Kraszewski, A. 2007. The continuing expansion of *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia: Unionidae) in Poland and Europe. *Folia Malacologica*, 15(2). p. 65-69
- Kraszewski, A. Zdanowski, B. 2007. *Sinanodonta Woodiana* (Lea, 1834) (Mollusca)-A new mussel species in Poland: Occurrence and habitat preferences in a heated lake system. *Polish Journal of Ecology*. 55(2). p. 337-356
- Lajtner, J. Crnčan, P. 2011. Distribution of the invasive bivalve *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834) in Croatia. *Aquatic invasions*. 6 (1). p. 119-124
- Lopes-Lima, M., R. Sousa, J. Geist, D. C. Aldridge, R. Araujo, J. Bergengren, Y. Bepalaya, E. Bódis, L. Burlakova, D. Van Damme, K. Douda, E. Froufe, D. Georgiev, C. Gumpinger, A. Karatayev, U. Kebapçi, I. Killeen, J. Lajtner, B. M. Larsen, R. Lauceri, A. Legakis, S. Lois, S. Lundberg, E. Moorkens, G. Motte, K. O. Nagel, P. Ondina, A. Outeiro, M. Paunovic, V. Prié, T. von Proschwitz, N. Riccardi, M. Rudzīte, M. Rudzītis, C. Scheder, M. Seddon, H. Şereflişan, V. Simić, S. Sokolova, K. Stoeckl, J. Taskinen, A. Teixeira, F. Thielen, T. Trichkova, S. Varandas, H. Vicentini, K. Zajac, T. Zajac, & S. Zogaris (2016). Conservation status of freshwater mussels in Europe: State of the art and future challenges. *Biological Reviews* doi:10.1111/brv.12244
- Lucas, J. Southgate P. 2012. *Aquaculture: farming aquatic animals and plants*. In: Lucas, J. (ed.) *Bivalve molluscs*. John Wiley & Sons, Ltd. UK. p. 541-566. ISBN: 9781405188586
- MŽP - Ministerstvo životního prostředí. [online]. 2017 [cit. 7.3.2018]. Dostupné z <[http://www.env.cz/cz/nepuvodni\\_a\\_invazni\\_druhy](http://www.env.cz/cz/nepuvodni_a_invazni_druhy)>

- Nentwig, Wolfgang. Nevítaní vetřelci: invazní rostliny a živočichové v Evropě. Praha: Academia, 2014, s. 126-127. ISBN 978-80-200-2316-2.
- Novák, J. Peltanová, A. *Sinanodonta woodiana* (škeble asijská) - Mapa rozšíření [online]. 2018 [cit. 16.03.2018]. Dostupné z: <<https://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id223/>>
- Nowak, J. Kozłowski, M. 2013. Mussels: ecology, life habits and control. Nova Science Publishers, Inc. New York. p. 182. ISBN: 9781626180833
- Patzenhauerová, H. Spisar, O. Bryja, J. 2011. Perlorodka říční – mlž na rozcestí. *Živa* (2). 80-81.
- Popa, O. P. Popa, L. O. 2006. *Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834), *Corbicula fluminea* (O.F. Müller, 1774), *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897) (Mollusca: Bivalvia): alien invasive species in Romanian fauna. *Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle*. 49. p. 7-12
- Pou-Rovira, Q. Araujo, R. Boix, D. Clavero, M. Feo, C. Ordeix, M. Zamora, L. Presence of the alien chinese pond mussel *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) (Bivalvia, Unionidae) in the Iberian Peninsula. *Graellsia*. 65(1). p.67-70
- Shumway, S. 2011. Shellfish aquaculture and the environment. John Wiley & Sons, Ltd. UK. p. 527. ISBN: 9780813814131
- Segers, H. Martens, K. 2005. Aquatic biodiversity II – The diversity of aquatic ecosystem. Springer. Netherlands. p. 390. ISBN 1-4020-3745-7.
- Sicuro, B. 2015. Freshwater bivalves rearing: a brief overview. Springer Berlin Heidelberg. 7(2). P. 93-100
- Smith, D. G. 2001. Systematics and Distribution of the Recent Margaritiferidae. In: Bauer, G. Wachtler, K (eds.). Ecology and evolution of the freshwater mussels unionoida. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. New York. ISBN: 978-3-642-56869-5
- Stickney, R. McVey J. 2002. Responsible marine aquaculture. CABI. UK. p. 407. ISBN: 9780851996042
- Soroka, M. Zdanowski, B. 2001. Morphological and genetic variability of the population of *Anodonta woodiana* (Lea, 1834) occurring in the heated Konin Lakes system. *Archives of Polish fisheries*. 9 (2). p. 239-252
- Sousa, R. Novais, A. Costa, R. Stayer D. L. 2014. Invasive bivalves in fresh water: impacts from individuals to ecosystems and possible control strategies. *Hydrobiologia*. 735 (1). p. 233-251
- Sukop, I. Biodiverzita vybraných mokřadů dolního Podyjí. *Acta universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis* [online] 2008 [cit. 16.03.2018]. 56 (1). p. 179–188. Dostupné z: [https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun\\_2008056010179.pdf](https://acta.mendelu.cz/media/pdf/actaun_2008056010179.pdf)

Szlauer-Lukaszewska, A. Andrzejewski, W. Gierszal, H. Urbanska, M. 2017. Co-occurrence of *Sinanodonta woodiana* with native Unionidae in the lower Oder. Oceanological and hydrobiological studies. 46 (2). p. 244-248

Thorp, J. H. Covich, A. P. 2001. Ecology and classification of North American freshwater invertebrates. Elsevier Science & Technology. p. 1073. ISBN: 9780126906479

Vaničková, I. Simon, O. P. Dort, B. 2015. Omlazení populací perlorodky říční. Časopis Ochrana přírody. 6. p. 11-15. Dostupné také z: <<http://www.casopis.ochranaprirody.cz/pece-o-prirodu-a-krajinu/omlazení-populací-perlorodky-říční/>>

Vaughn, C. C. 2018. Ecosystem services provided by freshwater mussels, Hydrobiologia. 810 (1). p. 15-27

Vaughn, C. C. 2001. The functional role of burrowing bivalves in freshwater ecosystems. Freshwater Biology. 46. p. 1431-1446

Williams et al. 2014. Freshwater mussels of Florida. University of Alabama press. Florida. p. 525. ISBN: 9780817318475

WHO. 2010. Safe management of shellfish and harvest waters. In: Rees G. et al. (eds.) Bivalves: Global production and trade trends. IWA Publishing. London, UK. p. 12-13 ISBN: 9781843392255

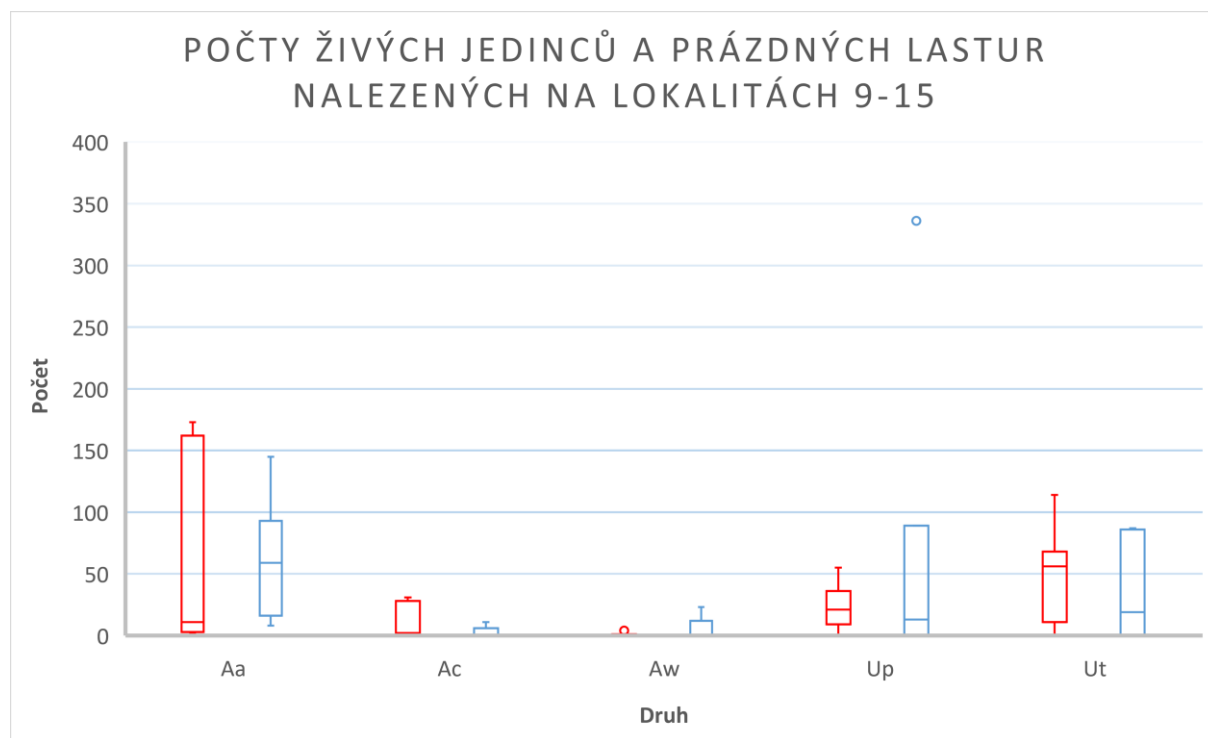
Zieritz, A. Bogan, A. E. Rahim, K. A. A. Sousa, R. Jainih, L. Harun, S. Razak, N. F. A. Gallardo, B. McGowan, S. Hassan, R. Lopes-Lima, M. 2018. Changes and drivers of freshwater mussel diversity and distribution in northern Borneo. Biological conservation. 219. p. 126-137

## 9 Přílohy



Obr. č. 10 – zcela jasné rozdíly ve zbarvení *Sinanodonta woodiana*, podle toho, na jaké lokalitě se vyskytuje. Z pravého obrázku je patrná i její velikost.

Zdroj: <https://www.biolib.cz/cz/taxonimage/id227241/?taxonid=3003&type=1>



Graf č. 10 – Červeně jsou označeny lastury a modrá barva označuje živé jedince. Nejpočetnější druh je tedy *Anodonta anatina* a naopak nejméně se ve zkoumaných lokalitách objevuje *Anodonta woodiana*.