

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra zoologie a rybářství**



**Fakulta agrobiologie,  
potravinových a přírodních zdrojů**

**Srovnání fauny rekultivace a předpolí Dolu Nástup  
Tušimice na základě fauny vodních měkkýšů  
Bakalářská práce**

**Patricie Novotná**

**Chov exotických zvířat**

**Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.**

**© 2024 ČZU v Praze**

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Srovnání fauny rekultivace a předpolí Dolu Nástup Tušimice na základě fauny vodních měkkýšů" 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 20.4.2024

---

## **Poděkování**

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D., za odborné vedení mé práce pomoc při hledání literatury a za cenné rady, které napomohly úspěšnému napsání této práce.

# Srovnání fauny rekultivace a předpolí Dolu Nástup Tušimice na základě fauny vodních měkkýšů

## Souhrn

Cílem této bakalářské práce bylo hodnocení druhové diverzity vodních měkkýšů. Výzkum probíhal v území Dolu Nástup Tušimice, který spadá do vlastnictví Severočeských dolů, a.s. a nachází se v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve. Sbíráno bylo v roce 2022 s využitím metody ručního sběru za pomoci hydrobiologického cedníku. Zkoumáno bylo celkem 19 lokalit, přičemž 14 vybudovaných lokalit se nacházelo na vzniklé rekultivaci a 5 lokalit samovolně vzniklo a považujeme je za lokality předpolí.

Celkem bylo sběrem zaznamenáno 11 druhů a 1 druh určený na úrovni rodu: *Galba truncatula*, *Gyraulus albus*, *Gyraulus crista*, *Lymnaea stagnalis*, *Musculium lacustre*, *Physa fontinalis*, *Physella acuta*, *Pisidium* sp., *Pisidium casertanum*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix auricularia*, *Radix labiata*, z čehož 1 druh *Physa fontinalis* se řadí na Červený seznam ohrožených druhů České republiky do kategorie téměř ohrožený. Byl nalezen nepůvodní druh *Potamopyrgus antipodarum* pocházející z Nového Zélandu.

Formulována byla hypotéza: „Celková diverzita zvolené skupiny živočichů je obdobná v území předpolí i rekultivace.“, kterou tato práce nebyla schopná potvrdit ani vyvrátit. Rozdíly v druhové diverzitě nebyly markantní a dat je málo pro podrobné statistické hodnocení, ovšem na území předpolí byl zaznamenán výskyt většího počtu druhů než na území rekultivace. Jako jeden z dalších faktorů ovlivňující konečné výsledky lze identifikovat rozdílný počet sběrových lokalit na rekultivaci a předpolí, tento faktor byl ovlivněn krajinným rázem zkoumané lokality.

Ze zjištěných dat je však možno potvrdit, že rekultivace probíhají úspěšně a vytvářejí tak nové biotopy pro návrat mnoha živočišných druhů.

**Klíčová slova:** povrchové doly, druhová diverzita, faunistika, rekultivace, vodní měkkýši

# Comparison of fauna for reclamation and forefield of Doly Nástup Tušimice on the basis of a freshwater Molluscs

## Summary

The goal of this bachelor thesis is evaluation of species diversity of freshwater molluscs. Research was executed in the area of Nástup Tušimice mine, which is property of company Severočeské doly a.s. and is located in the area of North Bohemian brown coal basin. Research was performed in year 2022 by manual sample collection method with utilization of hydrobiological colander. 19 locations were selected, 14 of those were located at areas of reclamation and 5 locations were located at forefield area.

Collected samples consisted of 11 species and 1 genus of water molluscs (*Galba truncatula*, *Gyraulus albus*, *Gyraulus crista*, *Lymnaea stagnalis*, *Musculium lacustre*, *Physa fontinalis*, *Physella acuta*, *Pisidium* sp., *Pisidium casertanum*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix auricularia*, *Radix labiata*), of which *Physa fontinalis* specie is classified as almost endangered by the Red list of endangered species of Czech Republic.

Designed testing hypothesis: „Overall diversity of the selected group of animal species is comparable between areas of reclamation and forefield.“, was neither confirmed nor disproved. Differences in species diversity were not prominent, nonetheless, forefield area proved to hold higher number of the species present, than area of reclamation. However, this result might be contributed to the different number of researched locations between the two area types. Obtained data concludes successful results of reclamation leading to creation of new biotopes available for return of the number of original animal species.

**Keywords:** surface mining, species diversity, faunistic, reclamation, water Molluscs

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Cíl práce .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Literární přehled.....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Vodní měkkýši.....</b>	<b>10</b>
3.1.1	Morfologie a anatomie.....	10
3.1.1.1	Morfologie a anatomie mlžů.....	11
3.1.1.2	Morfologie a anatomie plžů.....	12
3.1.2	Rozmnožování .....	14
3.1.3	Potrava.....	14
<b>3.2</b>	<b>Ekologie měkkýšů .....</b>	<b>15</b>
3.2.1	Ekologické faktory ovlivňující výskyt vodních měkkýšů .....	15
3.2.2	Biotopy .....	16
3.2.3	Mezihostitelé parazitů.....	17
<b>3.3</b>	<b>Bioindikace a její význam u měkkýšů .....</b>	<b>17</b>
<b>3.4</b>	<b>Metody sběru měkkýšů.....</b>	<b>17</b>
<b>3.5</b>	<b>Hnědouhelné doly.....</b>	<b>18</b>
3.5.1	Rekultivace .....	19
3.5.1.1	Hydrologická rekultivace .....	19
3.5.1.2	Zemědělská rekultivace .....	20
3.5.1.3	Lesnická rekultivace .....	20
<b>4</b>	<b>Metodika .....</b>	<b>21</b>
<b>4.1</b>	<b>Charakteristika zkoumaných lokalit.....</b>	<b>21</b>
<b>4.2</b>	<b>Popis jednotlivých zkoumaných lokalit.....</b>	<b>22</b>
4.2.1	Rekultivace .....	22
4.2.2	Předpolí.....	24
<b>4.3</b>	<b>Metodika výzkumu .....</b>	<b>25</b>
4.3.1	Vlastní metodika sběru vodních měkkýšů.....	25
4.3.2	Metodika vyhodnocení vzorků .....	25
<b>5</b>	<b>Výsledky .....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Celkové výsledky vlastního sběru .....</b>	<b>26</b>
5.1.1	Rekultivace .....	27
5.1.1.1	N7 .....	27
5.1.1.2	N8 .....	27
5.1.1.3	NS9.....	28

5.1.1.4	NS33 .....	28
5.1.1.5	Střezov III. ....	28
5.1.2	Předpolí nebo samovolně vzniklé nádrže .....	29
5.1.2.1	SL3 .....	29
5.1.2.2	SL6 .....	29
<b>5.2</b>	<b>Celkový přehled druhů na stanovištích.....</b>	<b>30</b>
<b>5.3</b>	<b>Porovnání početnosti taxonů na rekultivaci a předpolí.....</b>	<b>31</b>
<b>6</b>	<b>Diskuze.....</b>	<b>32</b>
<b>6.1</b>	<b>Zjištěné druhy a jejich výskyt na stanovištích .....</b>	<b>32</b>
6.1.1	Rekultivace .....	33
6.1.2	Předpolí.....	33
<b>6.2</b>	<b>Charakteristika nalezených druhů .....</b>	<b>33</b>
6.2.1	<i>Galba truncatula</i> .....	33
6.2.2	<i>Gyraulus albus</i> .....	34
6.2.3	<i>Gyraulus crista</i> .....	34
6.2.4	<i>Lymnaea stagnalis</i> .....	35
6.2.5	<i>Musculium lacustre</i> .....	35
6.2.6	<i>Physa fontinalis</i> .....	36
6.2.7	<i>Physella acuta</i> .....	36
6.2.8	<i>Pisidium casertanum</i> .....	37
6.2.9	<i>Potamopyrgus antipodarum</i> .....	37
6.2.10	<i>Radix auricularia</i> .....	38
6.2.11	<i>Radix labiata</i> .....	38
<b>6.3</b>	<b>Posouzení kvality životního prostředí .....</b>	<b>39</b>
<b>6.4</b>	<b>Testovaná hypotéza .....</b>	<b>39</b>
<b>7</b>	<b>Závěr.....</b>	<b>40</b>
<b>8</b>	<b>Literatura .....</b>	<b>41</b>
<b>9</b>	<b>Seznam obrázků, grafů a tabulek.....</b>	<b>44</b>
<b>9.1</b>	<b>Obrázky.....</b>	<b>44</b>
<b>9.2</b>	<b>Tabulky .....</b>	<b>44</b>
<b>9.3</b>	<b>Grafy.....</b>	<b>44</b>
<b>10</b>	<b>Samostatné přílohy.....</b>	<b>I</b>

# 1 Úvod

Oblast, ve které se nachází Severočeské doly je léta sužována intenzivní těžbou hnědého uhlí, což má za následek devastaci krajiny. Probíhá zde proces rekultivace, jenž se snaží krajině navrátit život. Na některých místech je krajina ponechána přirozené sukcesi. Do krajiny se postupně vrací mnoho rostlinných a živočišných druhů, které zde nalézají svá nová útočiště. Snaha navrátit krajině její přirozený ráz je spojena s potřebou monitorovat změny, ke kterým v ní dochází. K tomuto monitoringu jsou využívány bioindikační organismy, mezi které patří také vodní měkkýši. Ti jsou jako bioindikační organismy využity i v této bakalářské práci.

Měkkýši představují velice početnou skupinu bezobratlých živočichů vyskytujících se ve vodních ekosystémech. Jsou také považováni za velice významné bioindikátory, kteří svou přítomností v prostředí mohou značit stav a kvalitu životního prostředí. Jejich přítomnost je závislá na několika faktorech, mezi které můžeme řadit množství vápníku v půdě, kyselost vody, nadmořskou výšku a také místní vegetaci. Základní typy určování kvality životního prostředí obnáší přítomnost či nepřítomnost určitých druhů ve zkoumaných lokalitách či přítomnost látek s toxickými účinky v tělech živočichů (Horsák et al. 2013).

Téma své bakalářské práce „Srovnání fauny rekultivace a předpolí Dolu Nástup Tušimice na základě fauny vodních měkkýšů“ jsem si vybrala, protože mne daná problematika zajímala a chtěla jsem se podílet na výzkumu, který je v dané oblasti realizován.



## 2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce je na základě získaných vzorků fauny vodních měkkýšů (*Mollusca*) porovnat stav nově vzniklé rekultivace se stavem předpolí (území kam důl postupuje) v oblasti Dolu Nástup Tušimice.

Testována je hypotéza: Celková diverzita zvolené skupiny živočichů je obdobná v území předpolí i rekultivace.

### 3 Literární přehled

Slovo měkkýš neboli Mollusca pochází z latinského slova *molluscus* jež znamená měkký. Jejich tělo se z velké části skládá z měkkého parenchymu. Věda zkoumající život měkkýšů a je samotné se nazývá malakologie (Brusca et al. 2003).

Měkkýši jsou velmi starobylým kmenem živočichů vyskytující se již od dob před Kambriem, jehož počátek se datuje jako první perioda prvohor již od cca 542 mil let. Za dobu své existence dokázali osídlit v podstatě všechny biotopy na zemi. Měkkýše najdeme na dně oceánů, na hladinách moří, na skalách, v písčných oblastech či ve dřevě. Vodní měkkýši žijí ve vodách stojatých, tekoucích, sladkých, slaných i brakických. Měkkýši jsou svým počtem druhů okolo 130 000 druhým nejpočetnějším kmenem živočichů na zemi. Na území České republiky se vyskytují 2 z 8 existujících tříd, těmi jsou plži (*Gastropoda*) a mlži (*Bivalvia*). V České republice se vyskytuje celkem 249 druhů měkkýšů, z čehož 221 druhů jsou zástupci plžů (51 vodních a 171 suchozemských) a 28 druhů, jež patří mezi zástupce mlžů (Horsák et al. 2013).

Mezi zbylých 6 tříd měkkýšů řadíme hlavonožce (Cephalopoda), kelnatky (Scaphopoda), červovce (Aplousobranchia) jež se následně dělí ještě na Solenogastres a Caudofoveata, přílipkovce (Monoplacophora) a poslední chroustnatky (Polyplacophora). Všichni tito živočichové jsou pouze mořští a nenajdeme je tudíž ve sladké vodě (Brusca et al. 2003).

#### 3.1 Vodní měkkýši

##### 3.1.1 Morfologie a anatomie

Beran (1998) uvádí, že schránka měkkýšů je vylučována kožním záhybem, kterému se říká plášť. Stěny schránky měkkýšů se skládají z několika vrstev, přičemž vrchní vrstva se nazývá periostrakum a je tvořena konchinem, který se svým složením podobá chitinu hmyzu. Periostrakum je vrstva, která nese zbarvení schránky. To je ovlivněno kombinací 4 odlišných přírodních pigmentů, které měkkýši získávají z potravy. Výsledná barva schránky je ovlivněna těmito pigmenty: žluté karotenoidy, černé melaniny, zelené porfyriny a modré či červené indigoidy. Každý druh má geneticky danou barvu a vzor, ovšem může se vyskytnout určitá barevná proměnlivost, která je ovlivněna vnějším prostředím výskytu jedince.

Pod konchinem se nachází další dvě vrstvy, které jsou tvořeny uhličitanem vápenatým ( $\text{CaCO}_3$ ), který je pro stavbu a růst schránky měkkýšů velice důležitý, jelikož při jeho nedostatku dochází k problémům s růstem schránky. Vnitřní vrstva schránky se nazývá hypostrakum, jinými slovy perleťová (Beran 1998).

### 3.1.1.1 Morfologie a anatomie mlžů

Mlže (Bivalvia) dělíme na čtyři podtřídy:

- ❖ Perožábří (Protobranchia)
- ❖ Nitkožábří (Filibranchia)
- ❖ Listožábří (Eulamellibranchia)
- ❖ Skulinožábří (Septibranchia)

(Bieler et Mikkelsen 2006)

Schránka mlžů chrání tělo se skládá ze dvou souměrných lastur, které jsou spojeny kochinovým vazem, který často také nazývá slovem ligament (Beran 1998). Proti síle vazy působí svěrací svaly, které stahují obě lastury k sobě, proto po zahynutí živočicha dochází k rozevření lastury (Horsák et al. 2013). Vrchní vyklenutá část ve vrcholy je nejstarší částí lastury mlžů (Beran 1998).

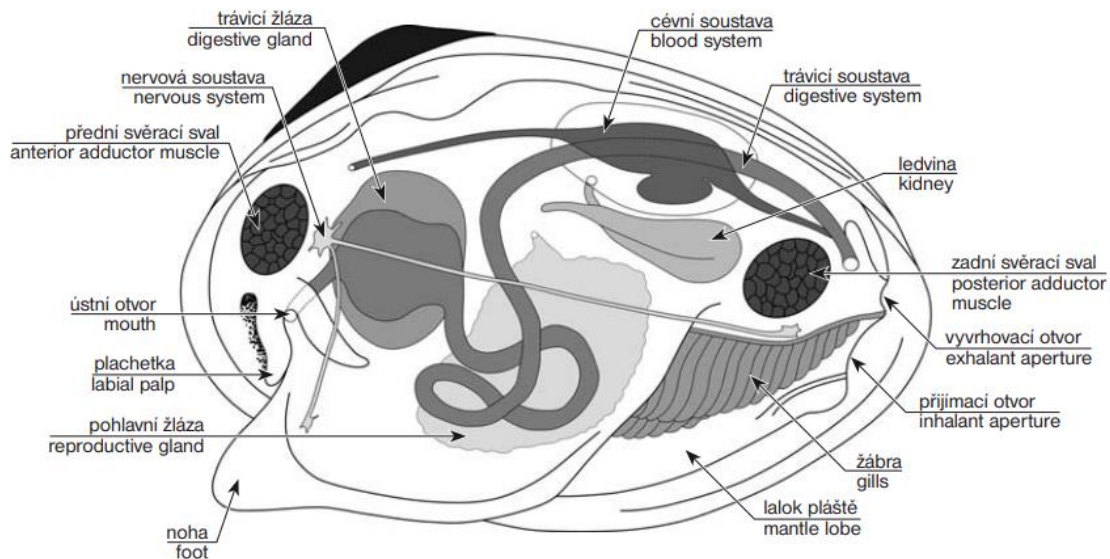
Lastury jsou produkovány dvěma plášťovými lupeny, které srůstají v oblasti vrcholu (Horsák et al. 2013). Určení lastur se provádí pomocí znaků na přítomném zámku, který zevnitř spojuje obě části lastury. Zámek může být u některých rodů zcela bezzubý nebo ozubený (Beran 1998).

Lastury mlžů se skládají ze tří vrstev, přičemž vnitřní perleťová vrstva se stará o zpracování nečistot, které se dostanou dovnitř mezi plášťový lupen a lasturu. Aby nečistota nedráždila tkáň pláště, je následně obalena perletí. Tímto procesem vznikají perly (Horsák et al. 2013). Beran (1998) tvrdí, že podle tloušťky stěny schránky se lastury dělí na silnostěnné a tenkostěnné. Silnostěnné lastury mají silnou perleťovou vrstvu a řadí se mezi ně například perlorodkovití (*Margaritiferae*) a velevrubovití (*Unionidae*). Barva lastur je mnohem méně různorodá než u plžů. U tenkostěnných druhů převládají bělavé, bíložluté a šedohnědé odstíny. V některých případech mohou mít lastury až tmavě tygrováné zbarvení – slávička (*Dreissena*). U mlžů čeledi *Unionacea* může barva získat až tmavohnědé odstíny, lastury mohou být páskované nebo mohou mít barevné paprsky až do zelených barev (Ložek 1956).

Tělo mlžů je kryto dvěma lupeny pláště, které srůstají a mohou vytvářet pouzdro obsahující tři otvory pro svalnatou nohu, vývod a příjem vody nebo se volně přikládají podél obvodu. V případě srůstu okrajů plášťových lupenů dochází k tvorbě tzv. sifonu, což je trubicovitá struktura spojující dva zadní otvory pro příjem a vývod vody, sloužící k průtoku vody za účelem nasávání vody s potravou a vyvrhování vody s odpadními látkami. Svalnatá noha slouží k rytí v substrátu. Velkým rozdílem oproti plžům je absence hlavy a redukce s ní spojených orgánů. Dýchání je zajišťováno žábry, které slouží také k filtrování potravy z vody. Žábry jsou velice složitou strukturou zabírající velkou část útrobního prostoru (Horsák et al. 2013).

Filtrovaná potrava postupuje přes žábry do úst, jež neobsahují čelisti ani radulu. V žaludku se nachází krystalové těleso, které víří obsah žaludku. Trávicí soustava končí střevem, které postupuje do konečníku a řitního otvoru a vyústuje v zadní části žaberní dutiny. Párové ledviny se nachází pod srdcem a nazývají se Bojanův orgán (Beran 1998).

Mlži mají mnohem jednodušší nervovou soustavu než plži, nejdůležitějším smyslovým orgánem jsou tzv. statocysty, jež slouží k udržování rovnováhy. Mlži mají také velmi jednoduché pohlavní orgány a k oplození u nich dochází ve vodě (Pfleger 1988).



Obrázek 1: Základní anatomie těla sladkovodního mlže (Horsák et al. 2013)

### 3.1.1.2 Morfologie a anatomie plžů

Plže (Gastropoda) dělíme na tři podtřídy:

- ❖ Předožábří (Prosobranchia)
- ❖ Zadožábří (Opistobranchia)
- ❖ Plicnatí (Pulmonata)

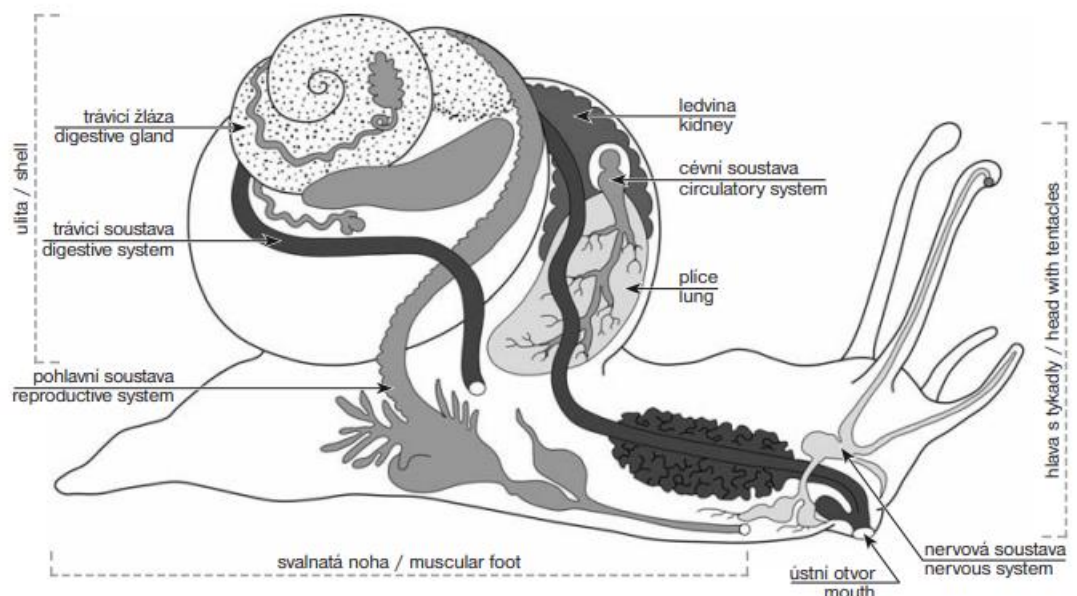
Schránka plžů se nazývá ulita, může být spirálně vinuta kolem osy, čepičkovitá například u slimáků anebo může být v podobě vápnitých zrníček například u plžáků. Povrch ulity je kryt horní vrstvou periostrakum, která nese zbarvení ulity (Horsák et al. 2013). Nejstarší část ulity je její špička, od které se postupně ulita rozšiřuje v jednotlivých závitěch. Z otvoru ulity vylézá následně tělo plže (Pfleger 1988). Velice důležitým rozlišovacím znakem je směr závitů, některé ulity mohou být levotočivé, jak je tomu například u čeledi levatkovití (*Physidae*), ovšem většina ulit je pravotočivých. Strofostylní ulita je taková kde vnitřní stěny závitů tvoří tzv. cívku, ta potom umožňuje průhled vnitřkem ulity od otvoru až po vrchol. Taková ulita se vyskytuje například u plovatky bahenní (*Lymnea stagnalis*). Ortostylní ulita je taková kde průhled ulitou není možný a je to nejčastější případ většiny našich plžů (Beran 1998).

Pro správné určení plžů existují rozlišovací znaky, které závisí na povrchové struktuře ulity, síle stěn ulity, zbarvení a na celkovém tvaru ulity. Zbarvení je u plžů mnohem variabilnější než u mlžů, vyskytují se barvy hnědé, žluté, mléčné, oranžové až červené. Často se vyskytuje také pestřejší zbarvení se skvrnami či pruhy (Pfleger 1988).

Tělo plžů je tvořeno spirálně točeným nesouměrným útrobním vakem a souměrným tělem, které je tvořeno svalnatou nohou a hlavou se smyslovými orgány. Svalnatá noha umožňuje pohyb, přední část chodidla produkuje sliz chodidlovou žlázou. Pohyb je díky slizu mnohem snazší a klouzavější. Sladkovodní plži mají jeden pár nezatažitelných tykadél, na kterých jsou umístěny oči. U předožábřých plžů je ústní krajina tvořena rypáčkem směřujícím dopředu a dolů, u plicnatých plžů je ústní otvor z části překryt párem příústních laloků. Ulita je vylučována kožním záhybem nazývaným plášť, který je vytvářen útrobním vakem a je trvale skryt v ulitě. Dýchání je umožněno plášťovou dutinou, v té se nachází ledvina a srdce skládající se z komory a předsíně (Beran 1998). U plicnatých plžů je dýchání zajištěno za pomoci plicního vaku, zatímco u skupiny předožábřých plžů dýchání zajišťují žábry. Otevřená cévní soustava obsahuje hemolymfu, což je modře zbarvená krev. Modré zbarvení je způsobeno díky krevnímu barvivu zvanému hemocyanin obsahující měď. Červená krev s hemoglobinem se vyskytuje pouze u okružáků (*Planorbidae*). K filtraci krve dochází jak v srdci, tak v ledvině, ze které vede primární močovod (Horsák et al. 2013).

Trávicí soustava začíná ústní dutinou, kde se vyskytuje radula, což je orgán připomínající svými zoubky struhadlo. Radula je vyztužená chrupavkou zvanou odontophor. Radula umožňuje snazší rozmělnění potravy. Dále trávicí soustava přechází v jícen obsahující slinné žlázy, postupuje dále do volete a následně do malého vakovitého žaludku. K samotnému trávení dochází v trávicí žláze zvané hepatopankreas. Nestravitelná potrava odchází do střeva a do řitního otvoru, který ústí do plášťové dutiny (Horsák et al. 2013).

Nervová soustava je tvořena nervovou páskou z jednoho páru mozkových ganglií a ze čtyř párů nervových zauzlin, ty jsou následně spojeny v nervový prstenec. Toto tvoří centrální nervovou soustavu, ze které vyběhává periferní nervová soustava do smyslových orgánů (Pfleger 1988).



Obrázek 2: Morfologie a základní anatomie těla stopkookého plže (Horsák et al. 2013)

### 3.1.2 Rozmnožování

Plži mohou být gonochoristé nebo hermafrodité, ti si při páření s jinými jedinci vymění navzájem spermie, kterými oplodní vlastní vajíčka. Dojde tak tedy k oplození obou jedinců najednou (Horsák et al. 2013). U některých čeledí např. u plovatkovitých (*Lymnaeidae*), levatkovitých (*Physidae*) a okružákovitých (*Planorbidae*) se vzácně vyskytuje samooplození (Piechocki 1979).

Vajíčka jsou po oplození kladena na různé předměty ve vodě, mohou to být vodní rostliny, kameny či jiné neživé předměty. Postupně se z nich vylíhnou malí plži, kteří připomínají zmenšeniny dospělců (Beran 1998).

V průběhu růstu plže mu přirůstají závitky na ulitě a dospělého jedince odlišíme od mláďat, pokud má plně vyvinuté obústí (Horsák et al. 2013). Dospělosti se dožívá jen zhruba 5 % plžů. Vajíčka jsou vystavena velice těžkým a nepříznivým podmínkám, hrozí jim vyschnutí nebo predace jinými živočichy. Jen malé procento se zvládne dožít druhé sezóny kdy se mohou rozmnožovat. Většina druhů je pohlavně dospělá a schopná se rozmnožovat až v 1 roce života. Jen pár jedinců se zvládne dožít až 10 let (Pfleger 1988).

U mlžů se vyskytují jak gonochoristé, tak hermafroditi. Pohlavní dimorfismus se u většiny druhů mlžů nevyskytuje a jediným způsobem, jak určit u gonochorního jedince pohlaví je pak přes histologické vyšetření pohlavních žláz (Dillon 2004).

Oplození se u mlžů odehrává ve vodě, k oplození dojde po splynutí vajíček a spermií, které jsou volně vypuštěny do vody. Tak je tomu třeba u slávičky mnohotvárné (*Dreissena polymorpha*). Po oplození dojde k tvorbě larvy nazývané trochofora. Po určité době se tato larva přemění v následující larvální stádium, kdy je nazývána veliger, následně dospěje a přisedá ke dnu (Beran 1998).

Dalším způsobem pohlavního oplození je ten, kdy samec vypustí volně spermie do vody a samice je nasaje do svého těla. K oplození dochází uvnitř těla samice. Vajíčka se vyvíjejí v larvy zvané glochidium uvnitř žaberních komůrek samice. Glochidie jsou následně vypouštěny do vody kde se zachytí na žábřácích ryb a dochází k jejich dalšímu vývoji. Po několika týdnech z ryby odpadnou a přemění se v dospěléce. V případě, že se glochidie nezvládne uchytit na hostiteli nastává po určité době smrt, jelikož nemůže pokračovat ve svém vývoji. Malí mlži pak larvy nemají a rodí rovnou juvenilní jedince.

Nejdéle se dožívajícím druhem mlže je perlorodka říční (*Margaritifera margaritifera*), její věk může dosahovat přes 100 let. Vysokou délku dožití ovlivňuje fakt, že se vyskytují v chladných a málo úživných vodách (Beran 1998).

### 3.1.3 Potrava

Plži jsou schopni složení své stravy kontrolovat mnohem lépe než mlži, tím pádem mají mnohem širší možnosti jejich potravní specializace. Mlži jsou filtrátoři což znamená, že potravu přijímají společně s vodou a následně ji přefiltrují přes žábry. Při vypouštění profiltrované vody ven vyvíjejí větší sílu, aby se vypouštěná voda dostala dále od nich a nebyla zpět nasána k dalšímu přefiltrování (Dillon 2004).

Mlži filtrací z vody získávají především drobný plankton jako jsou řasy a prvoci. Detrit což jsou odumřelé části těl rostlin a živočichů jsou také součástí filtrované vody. Ve větším počtu jedinců mohou mlži výrazně zlepšit kvalitu vody (Beran 1998).

Plži jsou na rozdíl od mlžů mnohem aktivnější při hledání potravy. Jedinci využívají chemoreceptorů, které zjišťují podle chemického složení vody přítomnost potravy ve vodních proudech, které následně využívají, aby se dostali za potravou (Dillon 2004).

Ve stojatých vodách využívají plži principu tropotaxe, ten je založen na bilaterální souměrnosti kdy živočich vyhodnocuje podněty z obou stran těla a vypraví se tím směrem kde je podnět silnější (Townsend 1974).

Beran (1998) uvádí, že plže nalezneme nejčastěji na vodní vegetaci u hladiny či na spadlém listí ve vodě. Většina vodních plžů požívá nárůsty řas a sinic na povrchu předmětů pod vodou. Také detrit tvoří velkou část jejich potravy.

## 3.2 Ekologie měkkýšů

### 3.2.1 Ekologické faktory ovlivňující výskyt vodních měkkýšů

Faktory ovlivňující druhovou skladbu měkkýšů se dělí na biotické, mezi které patří predace, parazité a kompetice a na abiotické mezi které řadíme teplotu vody, množství kyslíku ve vodě, chemismus vody, nadmořskou výšku, substrát a hloubku (Glöer 2002).

Nadmořská výška je velice důležitým kritériem pro výskyt vodních měkkýšů. Počet druhů klesá s narůstající nadmořskou výškou. Většina druhů se vyskytuje v nížinách, kde je voda bohatší na živiny (Beran 1998).

Dussart (1976) uvádí, že více druhů měkkýšů se vyskytuje v místech s vyšší tvrdostí vody a vyšším pH. Chemické složení vody je velice významné pro výskyt vodních měkkýšů, velice důležitý je obsah rozpuštěných látek ve vodě, a to především množství vápníku. Horsák et al. (2013) uvádějí, že největší druhová diverzita a počet jedinců je v místě bohatém na vápník, který je důležitý pro stavbu schránky či lastury. Pokud jedinci trpí nedostatkem vápníku, může to mít negativní vliv na jejich rozmnožování (Wärebörn 1979).

Hloubka je dalším důležitým faktorem ovlivňujícím rozšíření vodních měkkýšů. Sladkovodní plicnatí plži se vyskytují na dně v mělkých částech jezer, rybníků, potoků a tůň. Výskyt v hloubkách vyšších, než čtyři metry je jen velice ojedinělý, avšak ne úplně nemožný. Populace plovatky (*Lymnaea* sp.) žijící na dně Ženevského jezera dokáže přežít v hloubce 40-200 m (Pfleger 1988).

Pfleger (1988) tvrdí, že ve velkých jezerech a řekách je daleko méně plžů než v malých vodních tocích či tůňích.

Predace je velice velkým problémem pro společenstva vodních měkkýšů. Mezi predátory měkkýšů se řadí ryby, obojživelníci, plazi, ptáci i savci. Nejčastějšími predátory jsou ovšem ryby (Dillon 2004).

Kappes & Haase (2012) popisují aktivní pohyb vodních měkkýšů, který závisí na vnitřních faktorech, kam můžeme řadit velikosti jedinců, jejich pohlaví a reprodukční stav a také na vnějších faktorech mezi které řadíme teplotu vody, heterogenitu sedimentu, rychlost proudu vody a také dostupnost potravy. Pasivní pohyb zahrnuje pohyb pomocí vodního proudění. Vektory pasivního pohybu mohou být ryby, které mohou sloužit jako hostitelé

mnohých larválních stádií vodních měkkýšů a také ve větším měřítku lodě ke kterým mohou být živočichové přichyceni. Vodní měkkýši mohou být přenášeni také za pomoci suchozemských vektorů společně se zeminou ve které se vyskytují nebo dokonce v zaživacím traktu ptáků.

### 3.2.2 Biotopy

Vodní měkkýši se vyskytují v oblastech od horských potoků až po nivy velkých řek. Horské potoky jsou kvůli svým mnohdy nevlídným podmínkám a velkému proudu obývány jen několika málo druhy. Jediným endemickým zástupcem vyskytujícím se v podzemních vodách ČR je vývěrka slovenská (*Alzoniella slovenica*), která byla popsána až v roce 1964 (Beran 1998).

Ve stojatých vodách se měkkýši shlukují na rostlinách, v tekoucích vodách jsou nejčastěji přichyceni k pevnému povrchu, kterým mohou být například kameny (Pfleger 1988).

Horsák et al. (2013) uvádějí, že nejméně druhů se vyskytuje ve vodách o vysoké kyselosti, které vodním měkkýšům nesvědčí. Jediným početnějším druhem, který se u nás vyskytuje v místech o vyšší kyselosti je ostroústka drsná (*Columella aspera*), ta byla nalezena na místech s podložím o pH 3,5, avšak zde se jedná o suchozemský druh.

Periodické vody, které jsou typické svým pravidelným vysycháním mohou být obývány pouze druhy přizpůsobenými tomuto prostředí. Mezi ně se řadí například plovatka malá (*Galba truncatula*), svinutec běloustý (*Anisus leucostoma*) nebo levotočka bažinná (*Aplexa hypnorum*). Vysychání a délka trvání tohoto období se výrazně podílí na množství jedinců a druhů (Beran 2002).

Vodní plochy vzniklé v souvislosti s těžbou vznikají na čerstvých substrátech bez přítomnosti organických sedimentů a nebývají napojeny na vodní toky. Menší vodní plochy mívají tendenci zarůstat rostlinami a zazemňovat se. U větších vodních ploch s větší hloubkou bývá zarůstání vegetací omezeno pouze na břehovou linii. Tyto hluboké vodní biotopy nejsou pro naše přírodní podmínky přirozené. Druhová rozmanitost je v těchto velkých nádržích ovlivněna nadmořskou výškou a délkou období od vytvoření nádrží (Beran 2002).

Drobné, mělké a zarostlé vodní plochy, které vznikaly v souvislosti s těžbou nebývají hlubší než 1 m. Sem se řadí tůně vznikající v původních pískovnách, kde je druhová rozmanitost poměrně menší. Velice významný je výskyt svinutce tenkého (*Anisus vorticulus*), který je považovaný za vzácný druh (Beran 2002). Je ovšem velmi důležité při tvorbě postindustriálních stanovišť volit vhodné rybí společenstvo, jelikož ryby jsou velice významným predátorem vodních měkkýšů. Je tedy nutno vytvořit členité dno s větším množstvím litorálního porostu, který poskytuje bezpečné prostředí a ochranu vodních měkkýšů před rybami (Beran 2011).

Povrchové vody se dělí na prameny, potoky, říčky, řeky a kanály. Prameniště bývají poměrně chudá na druhovou diverzitu a vyskytuje se v nich jen pár druhů mezi které můžeme uvést hrachovky (*Pisidium personatum* a *Pisidium casertanum*). V oblastech s vysokým obsahem vápenitých hornin můžeme nalézt praménku rakouskou (*Bythinella austriaca*). Nejruznorodější malakofaunu nalezneme v pomalu tekoucích vodách (Beran 2002).



### 3.2.3 Mezihostitelé parazitů

Sladkovodní měkkýši se často stávají mezihostiteli parazitů, převážně motolic (*Trematoda*). Larvy motolice jaterní (*Fasciola hepatica*) se vyvíjejí v těle plovatky malé (*Lymnaea truncatula*). Larvy motolic se v postižených vodách vyskytují v obrovských číslech, napadají vodní měkkýše a následně v nich pokračují ve svém vývoji. Velice nebezpečné jsou motolice rodu *Schistosoma* parazitující v krevním oběhu a vyvolávají u člověka až smrtelné onemocnění jehož příznakem je močení krve. Nejznámějším zástupcem je *Schistosoma haematobium* jež vyvolává egyptskou bilharziózu. Jejím hostitelem je plž *Bulinus truncatus* vyskytující se v oblasti rovníkové Afriky (Pfleger 1988).

### 3.3 Bioindikace a její význam u měkkýšů

Posouzení diverzity a složení společenstev vodních měkkýšů slouží k určení celkového zdraví vodních ekosystémů a pomáhají odhalit známky znečištění. Druhy citlivé na znečištění mohou vymizet, zatímco ve znečištěných vodách přetrvává výskyt tolerantních druhů (Verma et al. 2023).

Měkkýše můžeme dělit na euryekní a stenoekní, přičemž euryekní zástupci jsou na prostředí nenáročni živočichové a vyskytují se i na místech ovlivněných člověkem. Stenoekní druhy jsou citlivé na změny v jejich přirozeném prostředí a špatně snášejí změny, nalézáme je proto převážně v místech nedotčených člověkem (Ložek 1956).

Pro bioindikační účely je tudíž vhodné využití stenoekních druhů, jež jsou schopny rozpoznat i nejmenší změny v prostředí (Hellowell 1986). Horsák et al. (2013) píše, že měkkýši jsou významnými bioindikátory, jelikož jsou vázáni na abiotické podmínky a mají velice rychlou reakci při změně těchto podmínek, poskytují nám tedy jak informace o momentálních změnách, tak i díky fosilním nálezům o změnách podmínek prostředí v minulosti.

Významnou bioindikační vlastností měkkýšů je schopnost kumulovat velké množství těžkých kovů, které může být pro jiné organismy až smrtelné. Tyto látky se mohou vyskytovat v jiných částech vodního prostředí. Olovo se vyskytuje převážně v sedimentech dna, zatímco kadmium a zinek se nejvíce vyskytuje v živých organismech. Tyto látky se do vodního prostředí dostávají půdní erozí nebo společně s industriálním odpadem. Tyto látky se následně stávají součástí potravy pro malakofaunu, jež se živí sedimenty či odumřelými organismy (Jóźwiak et al. 2010).

### 3.4 Metody sběru měkkýšů

Metody sběru se dají rozdělit na kvantitativní a kvalitativní. Kvantitativní metody se zaměřují především na množství zjišťovaných organismů, je možné využít specializované pasti, které sbírají organismy průběžně bez nutné přítomnosti člověka. Kvalitativní metody zkoumají danou lokalitu víc do hloubky, jde o kompletní porozumění dané oblasti na základě přítomných či nepřítomných druhů. Tato metoda je využívána při osobním sběru, kdy je sběr dat prováděn vlastnoručně jen za pomoci nástrojů vhodných pro sběr dané cílové skupiny. Metody jsou dále děleny na selektivní a neselektivní. Při selektivních metodách se při sběru zaměřujeme na úzce

vybranou taxonomickou skupinu. Mezi poslední dělení metod sběru lze řadit metody aktivní, přičemž jde o aktivní vyhledávání a sběr organismů nebo metody pasivní kdy je sběr prováděn za pomoci pastí s návnadami (Novák 1969).

V případě sběru vodních měkkýšů se používá kovový kuchyňský cedník s šířkou ok 1 mm. V případě, že je daná zkoumaná lokalita rozlehlá či nedostupná je možné využít dřevěnou či kovovou tyč jako násadec, aby bylo možné dostat se i do míst kam člověk nedosáhne. Pohybem v okolí vodních rostlin do cedníku nachytáme vodní plže, jež žijí přisedlým způsobem právě na vegetaci nebo kamenech. Vodní mlže můžeme nachytat pomocí propírání sedimentů na dně. Velké mlže lze hledat pouze vizuálně v dobrých viditelných podmínkách. V případě větších hloubek je možno provádět také ponory. Pro práci s nasbíraným materiálem je používána měkká entomologická pinzeta, aby se zamezilo poškození vzorků (Beran 1998).

Pro kvantitativní sběr je možno využít Surber sampler, také česky nazýván jako Surberova síť. Jedná se o malou síť s maximální hloubkou použití do 15 cm a jemným substrátem dna, kdy jsou za pomoci malého proudu dovnitř vnášeni malé bezobratlé živočichové společně s úlomky větví či malých kamenů na kterých se mohou nacházet vodní měkkýši (Čejka 2011).

Sběr vodních měkkýšů lze provádět v rámci celého roku, avšak pozdní jaro a podzim jsou pro tyto sběry nejvhodnější. V období léta mohou být výsledky ovlivněny klimatickými podmínkami, které mohou zapříčinit vysychání vodních tůní, či nepříznivými podmínkami pro sběr z důvodu velkého množství krve sajícího hmyzu. Nejlepší data ze sběru jsou získávána v případě, že je sběr prováděn několikrát do roka v jiných ročních obdobích (Beran 1998).

V případě sběru dat v tekoucí vodě je doporučováno jít proti proudu vody, aby se zamezilo narušování neprozkoumané oblasti dna. Tato metoda zvaná kick-net sampling vyžaduje pouze použití cedníku. Při chůzi proti proudu je substrát narušen povrchem podrážky a následně proudem vnesen společně s cílovými organismy do cedníku, tato metoda ovšem nemůže být využívána v případě stojatých vod (Loke et al. 2010). Tato metoda v dnešní době získává dodatečné využití, vědci z Novozélandské univerzity ve městě Otago touto metodou monitorují znečištění mikroplasty v tekoucích vodách společně se stavy vodních měkkýšů (Mora-Teddy et al. 2023).

### 3.5 Hnědouhelné doly

Při povrchové těžbě hnědého uhlí dochází k zásadním změnám v rázu krajiny, z původních zemědělských pozemků se stala „měsíční krajina“. Antropogenní krajinné prvky můžeme dělit na rozsáhlé velkolomy, jejich předpolí a výsypky, které jsou tvořeny substrátem z nadloží uhelných slojí. Povrchové velkolomy jsou rozsáhlá území, ve kterých se pomocí rýpadel vytěžuje uhlí z hnědouhelných slojí. Povrchové velkolomy postrádají jakékoli známky vegetace a kompletně mění ráz krajiny svými stupňovitě strmými stěnami. Jde o velice devastující proces, jež by bez následující rekultivace zanechal jen velkou trhlinu v krajině. Předpolí je oblast připravovaná na postup velkolomu. Oblast je postupně odlesňována, vodní toky jsou svedeny do koryt odvádějících vodu mimo oblast. I přes snahy oblast připravit na budoucí těžbu se zde tvoří místa zarůstající mokřadní vegetací bohatá na život. Substrát z nadloží uhelných slojí je navážen do oblasti výsypek a může až o několik desítek metrů

převyšovat okolní krajinu. Na výsypkách se následně provádí rekultivace (Bejček et Šťastný 1999).

Povrchové doly mohou mít nepříznivý dopad také v sociální sféře. Mezi hlavní dopady povrchové těžby se řadí zvýšení hlučnosti a prašnosti, což může zásadně znepříjemnit život lidem žijícím v okolí, rozvoj navazujícího průmyslu na těžbu či ohrožení zásob pitné vody, kde může dojít ke kontaminaci nebo ke snížení hladiny podzemních vod (Škuta et al. 2017). Připomenout je třeba i vysídlení a zánik obcí, pod kterými se ložisko nachází.

### 3.5.1 Rekultivace

Rekultivace oblastí zasažených těžbou je nedílnou součástí procesu povrchové těžby. Cílem rekultivace je dosáhnout ekologické a sociální udržitelnosti, kdy se ze zdevastované krajiny stává místo, do kterého se vrací život. Dochází k vytvoření samostatných zemědělských, lesních a vodních ekosystémů. Ekotechnická etapa rekultivací je komplet na sebe navazujících rekultivačních opatření kdy dochází k terénním úpravám, navážce úrodných zemin, výstavbě dopravní infrastruktury a ke stabilizačním úpravám svahů. Do skupiny biotechnických opatření řadíme zemědělské rekultivace, sadovnické rekultivace, tvorbu rekreačních oblastí, lesnické a hydrologické rekultivace. V postrekultivační etapě dochází k předávání rekultivovaných oblastí do následného využívání. Volba vhodného způsobu rekultivace je velice důležitou částí procesu rekultivace. Správná volba způsobu rekultivace je ovlivněna ekologickými, sociálně-ekonomickými a územně technickými hledisky. Rekultivované území by mělo plnit funkci harmonicky vyváženého celku zdravého životního prostředí. V oblastech rekultivací dochází k značnému přírůstku druhové diverzity jak už fauny, tak i flóry. Můžeme v těchto oblastech nacházet také mnoho kriticky ohrožených druhů, které zapříčiňují fakt, že by některá rekultivovaná místa měla být prohlášena za přírodní rezervace (Štýs 2014).

#### 3.5.1.1 Hydrologická rekultivace

Hydrologické rekultivace mohou být dvojího druhu. Prvním je tvorba obrovských rozlehlých nádrží v oblasti kde se nachází zbytkové jámy po povrchové těžbě. Tyto všestranně využitelné nádrže zadržují ohromné množství vody v krajině, dochází k ustálení režimu podzemních vod, budou sloužit jako protipovodňová opatření, zásobárny vody v období sucha nebo mohou být použity pro hydroenergetické účely. Tyto vodní nádrže mají také rekreační charakter, zde můžeme zmínit Mostecké jezero či jezero Milada v blízkosti města Ústí nad Labem, které představují jak rekreační oblast pro místní obyvatele, tak i turistické lákadlo pro návštěvníky ze širokého okolí. Svou rozlehlostí jsou tyto nádrže také útočištěm pro spoustu druhů živočichů a rostlin (Štýs 2014).

Jezero Most má rozlohu 311 ha, maximální hloubka dosahuje 75 m. Stav vodní malakofauny v roce 2013, tedy stále v průběhu napouštění z řeky Ohře je takový, že počet objevených druhů je velmi nízký, bylo zde nalezeno pouze šest druhů vodních měkkýšů. Toto nízké číslo bylo ovlivněno faktem, že se jednalo o nově vytvářený biotop. Jediným druhem zde se vyskytujícího mlže byla slávička mnohotvárná (*Dreissena polymorpha*), která se vyskytuje také v Nechanické nádrži. Jezero Milada, jež bylo plně napuštěno už v roce 2011, tedy o dva roky dříve, obsahovalo 14 druhů vodních měkkýšů (Beran 2013). Hydrologicky dominantním prvkem Tušimicka by mělo být jezero Libouš (Štýs 2014).

Druhým typem hydrologické rekultivace je tvorba soustavy malých nádrží rozmístěných po celé rekultivované oblasti. Malé nádrže plní funkci závlahy zemědělských ploch, odvodňování území v případě přívalových dešťů, zamezení vodní erozi a regulace vodního režimu. Tyto místa jsou často osidlována velkým počtem živočišných druhů (Štýs 2014).

### 3.5.1.2 Zemědělská rekultivace

Zemědělské rekultivace jsou řešeny tvorbou polních kultur, mezi které řadíme tvorbu polí, luk a trvale zatravněných pastvin. Velice častá je také tvorba ovocnářských plantáží a sadů. Aby mohla proběhnout zemědělská rekultivace musí se výsypky za pomoci těžké techniky zarovnat a je třeba navézt vrstvu úrodné zeminy. Aby co nejdříve došlo k propojení navezené úrodné vrstvy s vrstvou výsypky používá se směs vojtěšky seté (*Medicago sativa*) s travinami v poměru 70:30, která způsobí prorůst kořenové soustavy hluboko do podorniči a spojí tak dvě odlišné vrstvy zeminy do jednoho celku. Jižní svahy výsypek se dají použít k tvorbě ovocných sadů. Na jižním svahu výsypky Merkur, který byl součástí zemědělské rekultivace Dolu Nástup Tušimice vzniklo v letech 1981 až 1988 postupně 200 hektarů ovocných sadů, ve kterých převažovaly jabloně, višně a hrušně (Štýs 2014).

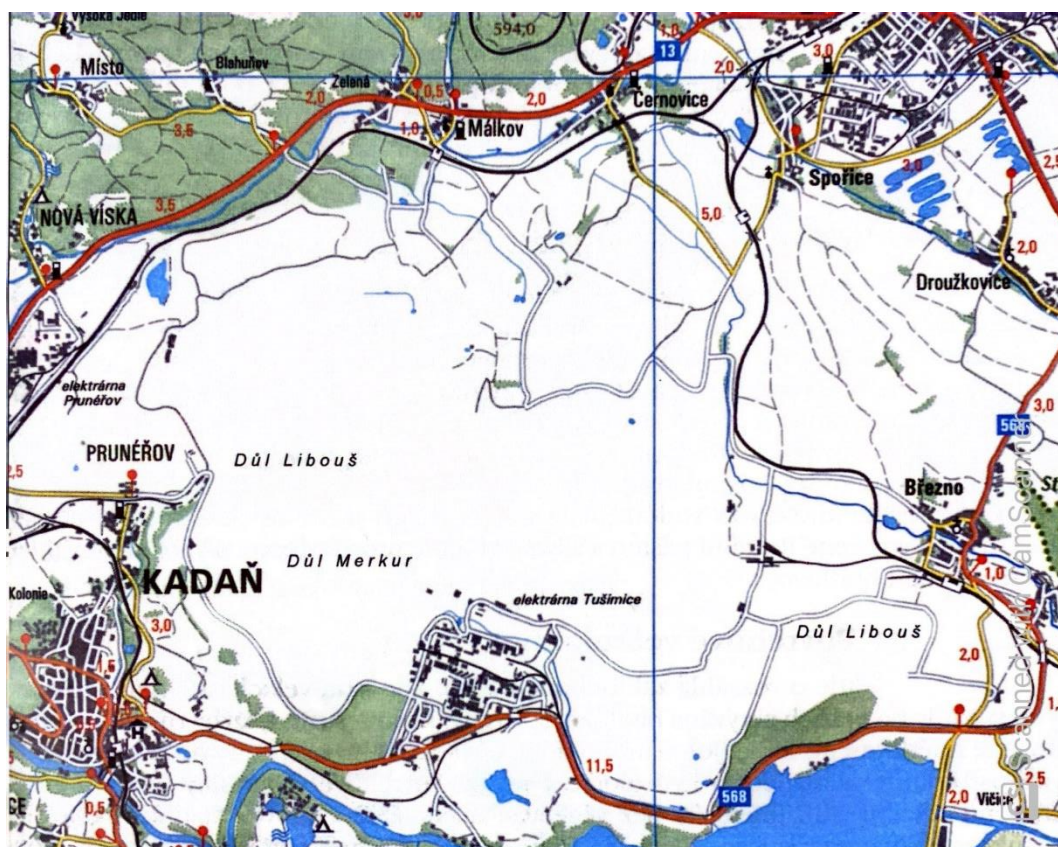
### 3.5.1.3 Lesnická rekultivace

Před začátkem lesnické rekultivace se výsypky musí stabilizovat a zajistit proti erozi. Lesnické rekultivace jsou jedny z nejčastěji využívaných typů rekultivací. Navážená zemina nemusí být tak vysoké kvality jako v případě zemědělských rekultivací, jelikož lesní dřeviny nemají tak vysoké nároky na kvalitu půdy. Nově založené lesy lze dělit na základě jejich využití. Hospodářské lesy jsou primárně určeny k produkci dřeva pro dřevozpracující průmysl. To ovlivňuje také volbu vhodných dřevin a prostorové uspořádání. Ochranné lesy mají funkci protierozní a stabilizační hlavně na svazích výsypky. Mají také funkci půdotvornou, kdy pomáhají utvářet organickou lesní půdu, pro tuto funkci jsou nejvhodnější opadavé listnaté stromy jejichž listí každý rok tlí a tvoří tak půdu bohatou na živiny. Další funkcí je hydrologická, kdy stromy pomocí svých kořenových systémů pomáhají usnadňovat vsak povrchové vody. Poslední funkcí je funkce klimatotvorná jež umožňuje vyrovnávání extrémních teplot či vlhkosti. V neposlední řadě zde musíme zmínit fotosyntetické procesy. Rekreační lesy jsou skupina, do které můžeme zařadit tvorbu parků, lesoparků či loveckých prostor. Slouží především pro účely krátkodobé rekreace obyvatelstva a tvoří tak příjemné prostředí k odpočinku, sportu nebo jiným venkovním volnočasovým aktivitám. Ochranné lesní pásy chrání okolní oblasti před nepříznivými dozvuky povrchové těžby, zamezují šíření hluku a prachových částic, taktéž mají funkci estetickou, jelikož bývají zakládány na valech po obvodu povrchových dolů. Lesy tvoří skvělé místo k životu pro velký počet divoké zvěře, lesy poskytují množství úkrytů a ideálně členitého porostu pro kvalitní život. V oblasti honitby Tušimice se vyskytuje množství spárkaté zvěře, malých šelem a velké množství vodního a pernatého ptactva (Štýs 2014; Bejček et al. 2003).

## 4 Metodika

### 4.1 Charakteristika zkoumaných lokalit

Zájmové území spadá do území Ústeckého kraje do prostoru Severočeské hnědouhelné pánve, jež je na západě ohraničena Doupovskými horami, na severu úpatím Krušných hor, na východě městem Chomutov a na jihu Žateckou plošinou. Přesněji můžeme hranice určit pomocí jmenování obcí a objektů v okolí mezi které spadá východní okraj Kadaně, Prunéřov, elektrárna Prunéřov, Málkov, Černovice, Spořice, jižní část Chomutova, Údlice, Droužkovice, Březno, severní břeh Nechranické přehrady a elektrárna Tušimice (Bejček et Šťastný 1999).



Obrázek 3: Mapa sledované lokality (Bejček et Šťastný 1999).

Doly Nástup Tušimice spadají do vlastnictví akciové společnosti Severočeské doly, která vznikla v období privatizace 1. ledna 1994. Doly Nástup Tušimice jsou známé svou těžbou kvalitního uhlí se stálou kvalitou, hlavním odběratelem jejich uhlí je společnost České energetické závody (ČEZ), která ve svých tepelných elektrárnách uhlí spaluje. Společnost Severočeské doly má na starost jak těžbu, tak také následnou rekultivaci a zpříjemnění podmínek pro život místního obyvatelstva po čas těžby. Tato lokalita je velice různorodá svým vzezřením, při pohledu z dálky jsou vidět obrysy kopců Českého středohoří, města, rozlehlé vodní plochy, lesy, louky, parky, ovocné sady a naproti tomu velké těžební jámy a stroje drásající krajinu a vysoké chladicí věže tepelných elektráren (Bejček et al. 2003).

Bejček et al. (2003) doslova napsali: „Trpká je krása severozápadních Čech“.

Těžební lokalita důl Libouš je nejmladším novodobým lomem. Výsypka Merkur má rozlohu 800 ha a svými mírnými svahy a vhodnou zeminou nabízí skvělé vlastnosti pro tvorbu zemědělských rekultivací do kterých řadíme například již existující ovocné sady o rozloze 112 ha. Výsypka Březno se nachází mezi Nechranickou přehradou a elektrárnou Tušimice, se svou rozlohou 600 ha je na ní provedena zemědělská a lesnická rekultivace. Výsypka Pruněřov je nejmladší. Má rozlohu 250 ha a její zemědělskou rekultivaci spravuje školní statek Kadaň (Bejček et al. 2003).

## 4.2 Popis jednotlivých zkoumaných lokalit

Níže je uveden popis jednotlivých stanovišť zkoumaných z hlediska vodních měkkýšů v území DNT. Stanoviště jsou uvedena pod označeními užívanými v různých výzkumných zprávách zpracovávaných týmem vedoucího práce. Vodní plochy jsou rozděleny do skupin podle toho, zda se nalézají v předpolí dolu nebo na rekultivaci.

### 4.2.1 Rekultivace

Do této skupiny jsou zařazeny uměle vzniklé nádrže a tůně DNT a okolí dolu, značnou část tvoří náhradní stanoviště (NS) záměrně budovaná kvůli podpoře obojživelníků.

#### **N7 Pruněřov XI.** (50°26'7.094"N, 13°18'3.377"E)

Malá vodní plocha na sev. svahu označovaná jako „U Vydrýska“ Dříve poměrně bohatě osídlená bezobratlými živočichy a populací čolka se zárustem vodní vegetací. Situace se změnila se zavlečením ryb a výskytem nutrií. Dnes z větší části zastíněná hladina, kalná voda a výskyt živočichů omezený.

#### **N8 Pruněřov VII** (50°24'44.036"N, 13°16'9.784"E)

Vodní plocha o délce 438 m a šířce 83 m (plocha přibližně 23 420 m<sup>2</sup>) vzniklá snad již dříve (před technickými úpravami) s charakterem retenční nádrže v terénní depresi výsypky. Po celém okraji s velmi hustým porostem dále pronikajícího rákosu, v němž prorůstají oba druhy orobince. Ve svahu navazujícím na břeh výsadby dřevin, zejm. svída krvavá (*Cornus sanguinea*). Vodní nádrž byla opatřena pozorovacím molem a jednoduchými lávkami umožňujícími ornitologická pozorování. Z hlediska oživení limnofaunou však nádrž příliš nevyniká, což je dáno pravděpodobnou přítomností ryb a hnízděním vodních ptáků (predační tlak, změny v kvalitě vody).

#### **N15 Merkur XI** (50°24'8.053"N, 13°17'23.986"E)

Spíše menší nádrž s rozměry 74 x 45 m a plochou 3 584 m<sup>2</sup>. Hloubka okolo 2 m, nádrž se zazemňuje a je dostatečně obohacena organickými látkami, aby zde docházelo k nežádoucímu přemnožení sinic („vodní květ“). Břehová linie lemována rákosovým porostem, přítomni jsou zelení skokani (*Pelophylax* sp.) a rovněž ryby.

**NS1 Merkur VII** (50°23'34.573"N, 13°19'6.682"E)

Jedná se o spíše menší nádrž naproti elektrárně, která byla založena v roce 2013.

**NS2 Merkur V** (50°23'36.212"N, 13°18'4.433"E)

Jedná se o malou nádrž na kraji pole, která byla založena v roce 2013.

**NS3 Merkur V** (50°23'35.703"N, 13°18'5.092"E)

Jedná se o malou nádrž na okraji pole, která byla založena v roce 2013.

**NS5 Pruněrov** (50°24'19.883"N, 13°17'6.909"E)

Jedná se o malou nádrž na podmáčené louce, která byla založena v roce 2013.

**NS9 Spořice OP** (50°26'4.522"N, 13°23'39.763"E)

Jedná se o malý vodní žlab u odbočení ze silnice, který byl založen v roce 2014.

**NS16 Merkur XI** (50°24'5.426"N, 13°17'30.265"E)

Jedná se o nádrž založenou v roce 2015.

**NS18 Merkur XVII** (50°25'29.458"N, 13°17'49.009"E)

Jedná se o nádrž, která byla založena v roce 2015.

**NS30 Merkur XXIII - 1 část** (50°25'45.680"N, 13°18'12.660"E)

Malá vodní nádrž pod severními svahy, která byla založena v roce 2018.

**NS33 Merkur XXIX -1 část** (50°24'18.335"N, 13°19'57.283"E)

Jedná se o nádrž založenou v roce 2018.

**NS40 Pruněrov IX B** (50°25'49.041"N, 13°17'38.041"E)

Jedná se o nádrž založenou v roce 2019.

**Střezov III.** (50°24'6.840"N, 13°26'14.604"E)

Jedná se o záměrně vybudovanou tůňku v rezervaci na okraji těžebního prostoru.

## 4.2.2 Předpolí

Do této skupiny jsou zařazeny nádrže existující před zahájením těžebních prací nebo samovolně vzniklé a postupně rušené v souvislosti s postupem dolu nebo jinými následnými pracemi v území DNT. Část z nich se nachází na území Severního lomu (SL), kde jsou přirozeně vzniklé sukcesní tůňky zaváženy vedlejšími energetickými produkty z elektrárny.

**SL2** (50°24'52.688"N, 13°17'29.141"E)

Jedná se o větší nádrž, která je částečně zrušená a uchovává pouze malý fragment rákosin.

**SL3** (50°24'49.096"N, 13°17'26.900"E)

Jedná se o větší nádrž, která je částečně zrušená, ale je doporučené uchování alespoň jejího malého fragmentu jako refugia vodních organismů pro oživení náhradních stanovišť. V letech 2022 a 2023 nastal problém se zatěsněním oddělující hráze.

**SL5** (50°24'42.705"N, 13°17'31.017"E)

Jedná se o větší nádrž, která zůstává uchován bez narušení.

**SL6** (50°24'37.389"N, 13°17'30.168"E)

Jedná se o větší nádrž, která je částečně zasypána, ale zůstane uchován její fragment jako refugium vodních organismů. Na přelomu let 2022 a 2023 byla rozdělena násypem hráze.

**SL9** (50°24'37.832"N, 13°17'17.190"E)

Jedná se o větší nádrž, která po úpravě plánu sypaní zůstane uchována.



## **4.3 Metodika výzkumu**

### **4.3.1 Vlastní metodika sběru vodních měkkýšů**

Vlastní sběr dat byl proveden ve dnech 15.6. a 16.6. 2022 na lokalitách rekultivací a předpolí Dolu Nástup Tušimice.

Sběr dat trval zhruba 30 minut na každé zkoumané lokalitě. Mezi hlavní pomůcky při sběru patřil kuchyňský kovový cedník o průměru 25 cm s 1 mm oky a měkká entomologická pinzeta sloužící k jemné manipulaci s drobnými a křehkými živočichy. Samotný sběr byl prováděn na několika okrajích nádrží a tůní, které jsou pro sběr materiálu nejvhodnější díky své nízké hloubce. Propíráním sedimentu dna a následným tahem cedníku ke břehu do něj byl nabírán požadovaný zkoumaný materiál a zemina. Prosmýkávány byly také trsy vegetace a kameny u břehu. Přebytečná hrabanka se následně v cedníku pročistila a zbyly v něm jen požadované vzorky, které byly za pomoci měkké entomologické pinzety přendávány do zkumavek.

Každá zkumavka byla naplněna roztokem ethanolu, ve kterém se uchovával získaný materiál. Společně s materiálem byl do zkumavky vložen ústřížek papíru s názvem lokality a datem sběru.

Tento postup proběhl stejným způsobem v každé zkoumané lokalitě. Následně byl materiál zpracován v laboratoři na FAPPZ ČZU.

### **4.3.2 Metodika vyhodnocení vzorků**

Obecně jsou výsledky vyhodnocovány pomocí určovacího klíče, kdy nejdříve určujeme směr vinutí ulity, zda je pravotočivá nebo levotočivá. Následně se pokračuje s určením tvaru obústí, počtem zoubků v ústí, tvarem píštěle, vroubováním schránky a posuzováním barvy, která může být v rámci stejného druhu hodně variabilní na základě lokality výskytu. V případě vybledlé schránky můžeme soudit, že se jedná o prázdnou schránku (Horsák et al. 2013; Glöer 1994). Získaný materiál byl porovnán s nálezem z předchozích let, které byly poskytnuty vedoucím práce.

Nasbíraný materiál jsem předběžně roztřídila a byl určen vedoucím práce doc. Mgr. Vladimírem Vrabcem, Ph.D. Poskytnutá data byla následně přepsána do tabulek programu Microsoft Office Excel, které umožnily podrobnější hodnocení.

## 5 Výsledky

### 5.1 Celkové výsledky vlastního sběru

Ve zkoumaných lokalitách bylo provedeným sběrem v roce 2022 zjištěno celkem 11 druhů a 1 neurčený rod vodních měkkýšů z celkových 17 které na těchto stanovištích byly nalezeny v předchozích letech. Materiál byl odebrán celkově z 19 lokalit z čehož 14 lokalit vzniklo záměrně na rekultivaci Dolu Nástup Tušimice (označujeme za rekultivace) a 5 lokalit je samovolného původu (považují pro zjednodušení za předpolí).

Tabulka 1: Celkové výsledky vlastního sběru

Latinský název druhu	N7	N8	N15	NS1	NS2	NS3	NS5	NS9	NS16	NS18	NS30	NS33	NS40	Střezov III.	SL2	SL3	SL5	SL6	SL9
<i>Gyraulus crista</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Galba truncatula</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Gyraulus albus</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lymnaea stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Musculium lacustre</i> (O. F. Müller, 1774)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Physa fontinalis</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Physella acuta</i> (Draparnaud, 1805)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pisidium sp. C.</i> Pfeiffer, 1821	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0
<i>Pisidium casertanum</i> (Poli, 1791)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> (J.E. Gray, 1843)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
<i>Radix auricularia</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Radix labiata</i> (Rossmässler, 1835)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

### 5.1.1 Rekultivace

Na stanovištích v oblasti rekultivace bylo zjištěno celkem 5 druhů a 1 rod vodních měkkýšů na 5 stanovištích z celkových 14, které se na rekultivaci nacházejí. Nejčastěji se vyskytujícími druhy byly *Galba truncatula*, která se vyskytovala na dvou stanovištích, *Lymnea stagnalis* a *Pisidium* sp., které byly také nalezeny na dvou stanovištích. Tabulka 2 zobrazuje všechny nalezené druhy v konkrétních lokalitách nálezů.

Tabulka 2: Výsledky vlastního sběru na rekultivaci

Rekultivace	N7	N8	N15	NS1	NS2	NS3	NS5	NS9	NS16	NS18	NS30	NS33	NS40	Sřezov III.
<i>Gyraulus crista</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Galba truncatula</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Gyraulus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Pisidium</i> sp.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
<i>Pisidium casertanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

#### 5.1.1.1 N7

Na lokalitě N7 byl nalezen jeden druh *Lymnea stagnalis*.

Tabulka 3: Výsledky vlastního sběru na lokalitě N7

N7	
Druhy	Počet
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1

#### 5.1.1.2 N8

Na lokalitě N8 byl nalezen jeden druh *Lymnea stagnalis*.

Tabulka 4: Výsledky vlastního sběru na lokalitě N8

N8	
Druhy	Počet
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1

### 5.1.1.3 NS9

Na lokalitě NS9 byly nalezeny celkově 3 druhy a 1 rod a je tak nejrozmanitější ze všech lokalit na rekultivaci.

Tabulka 5: Výsledky vlastního sběru na lokalitě NS9

NS9	
Druhy	Počet
<i>Gyraulus crista</i>	1
<i>Galba truncatula</i>	1
<i>Gyraulus albus</i>	1
<i>Pisidium sp.</i>	1

### 5.1.1.4 NS33

Na lokalitě NS33 byl nalezen jeden rod mlžů *Pisidium sp.*

Tabulka 6: Výsledky vlastního sběru na lokalitě NS33

NS33	
Rod	Počet
<i>Pisidium sp.</i>	1

### 5.1.1.5 Střezov III.

Na lokalitě Střezov III. Byly nalezeny celkově dva druhy.

Tabulka 7: Výsledky vlastního sběru na lokalitě Střezov III.

Střezov III.	
Druhy	Počet
<i>Galba truncatula</i>	1
<i>Pisidium casertanum</i>	1

### 5.1.2 Předpolí nebo samovolně vzniklé nádrže

Na stanovištích v oblasti předpolí bylo nalezeno celkově 7 druhů a 1 rod vodních měkkýšů na 2 stanovištích z celkových 5 zkoumaných. Druhově nejrozmanitější stanoviště je lokalita s názvem SL3 s celkovým počtem 6 druhů a 1 rod.

Tabulka 8: Vlastní výsledky sběru na předpolí

Předpolí	SL2	SL3	SL5	SL6	SL9
<i>Lymnaea stagnalis</i>	0	1	0	0	0
<i>Musculium lacustre</i>	0	1	0	0	0
<i>Physa fontinalis</i>	0	1	0	0	0
<i>Physella acuta</i>	0	1	0	0	0
<i>Pisidium</i> sp.	0	1	0	0	0
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0	0	0	1	0
<i>Radix auricularia</i>	0	1	0	0	0
<i>Radix labiata</i>	0	1	0	0	0

#### 5.1.2.1 SL3

Na lokalitě SL3 bylo nalezeno celkově 6 druhů a 1 rod vodních měkkýšů.

Tabulka 9: Výsledky vlastního sběru na lokalitě SL3

SL3	
Druhy	Počet
<i>Lymnaea stagnalis</i>	1
<i>Musculium lacustre</i>	1
<i>Physa fontinalis</i>	1
<i>Physella acuta</i>	1
<i>Pisidium</i> sp.	1
<i>Radix auricularia</i>	1
<i>Radix labiata</i>	1

#### 5.1.2.2 SL6

Na lokalitě SL6 byl nalezen 1 druh jenž se nevyskytoval v žádné další zkoumané lokalitě.

Tabulka 10: Výsledky vlastního sběru na lokalitě SL6

SL6	
Druhy	Počet
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	1

## 5.2 Celkový přehled druhů na stanovištích

V této tabulce je zobrazen celkový přehled sesbíraných druhů a jejich výskyt na rekultivaci a na předpolí a také na kolika stanovištích celkem se druhy vyskytovaly.

Tabulka 11: Celkový přehled druhů na stanovištích

	Rekultivace	Předpolí	Stanovišť celkem
<i>Gyraulus crista</i>	1	0	1
<i>Galba truncatula</i>	2	0	2
<i>Gyraulus albus</i>	1	0	1
<i>Lymnaea stagnalis</i>	2	1	3
<i>Musculium lacustre</i>	0	1	1
<i>Physa fontinalis</i>	0	1	1
<i>Physella acuta</i>	0	1	1
<i>Pisidium</i> sp.	2	1	3
<i>Pisidium casertanum</i>	1	0	1
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	0	1	1
<i>Radix auricularia</i>	0	1	1
<i>Radix labiata</i>	0	1	1

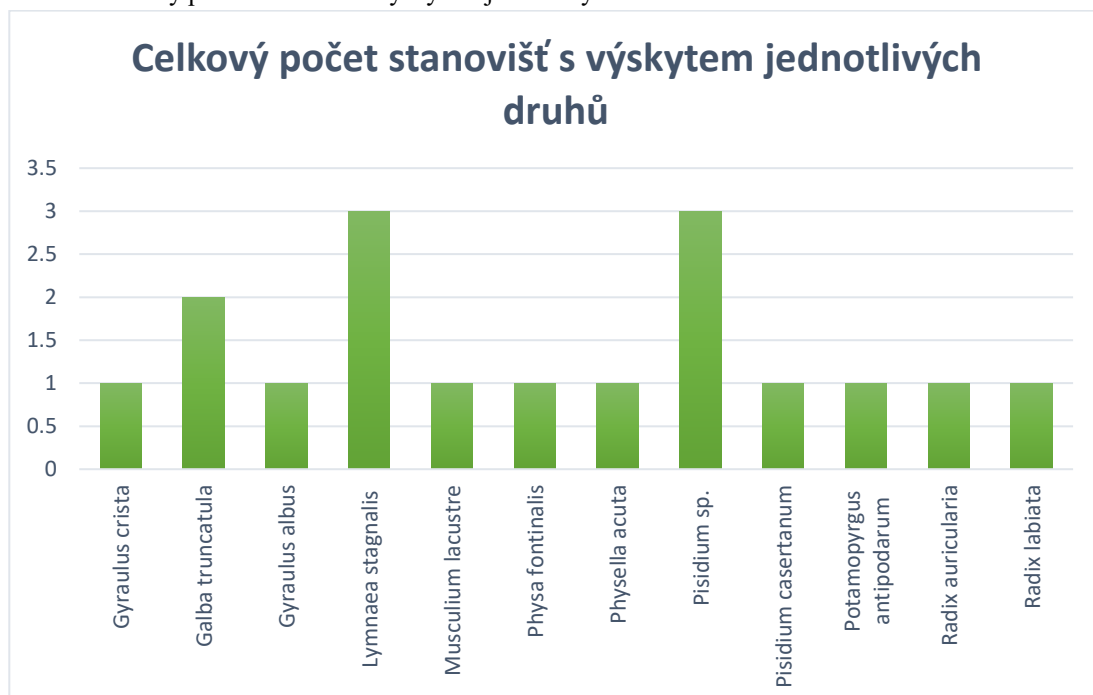
### 5.3 Porovnání početnosti taxonů na rekultivaci a předpolí

Graf 1 znázorňuje přehled jednotlivých taxonů vodních měkkýšů a jejich výskyt na rekultivaci v porovnání s jejich výskytem na předpolí. Graf 2 znázorňuje na kolika stanovištích celkem se jednotlivé druhy nacházely.

Graf 1: Porovnání početnosti taxonů na rekultivaci a předpolí



Graf 2: Celkový počet stanovišť s výskytem jednotlivých taxonů



## 6 Diskuze

### 6.1 Zjištěné druhy a jejich výskyt na stanovištích

Studované lokality zahrnovaly celkem 19 nádrží z čehož nalezené vzorky se vyskytovaly v 7 lokalitách, z toho 5 lokalit se nacházelo na rekultivaci a 2 lokality v samovolně vzniklých nádržích (označuji jako předpolí). Malé množství získaných údajů neumožnilo provedení statistického hodnocení, resp. takové hodnocení na stávajícím souboru dat je zbytečné a nevypovídající. Faktorem ovlivňujícím konečné výsledky může být rozdílný počet sběrových lokalit na rekultivaci a předpolí, tento faktor byl ovlivněn krajinným rázem zkoumané lokality.

Nejčastěji se vyskytujícím druhem byla plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*), jež se vyskytovala na 3 lokalitách, z toho 2 na rekultivaci a 1 na předpolí, a rod hrachovka (*Pisidium* sp.), s výskytem taktéž na dvou lokalitách na rekultivaci a na 1 lokalitě na předpolí. Druhem vyskytujícím se na dvou lokalitách je bahnatka malá (*Galba truncatula*), vyskytující se ve 2 nádržích na rekultivaci. Mezi druhy vyskytující se pouze na 1 lokalitě patří kružník žebrovaný (*Gyraulus crista*), kružník bělavý (*Gyraulus albus*), okrouhlice rybničná (*Musculium lacustre*), levatka říční (*Physa fontinalis*), levatka ostrá (*Physella acuta*), hrachovka obecná (*Pisidium casertanum*), písečník novozélandský (*Potamopyrgus antipodarum*), uchatka nadmutá (*Radix auricularia*) a uchatka toulavá (*Radix labiata*).

Mezi rozlohou obrovskou hydrologickou rekultivaci se řadí Mostecké jezero, ve kterém byl v roce 2013 prováděn výzkum malakofauny (Beran 2013). Mostecké jezero je napájeno z řeky Ohře, která protéká Nechranickou přehradou nacházející se v těsné blízkosti Dolu Nástup Tušimice, to zapříčiňuje možný výskyt stejných druhů, jež migrovaly společně s proudem řeky, eventuálně mohly být přeneseny ptáky. V Mosteckém jezeře bylo zjištěno celkem 6 druhů vodních měkkýšů, z toho 3 druhy byly stejné jako na lokalitách zkoumaných v této bakalářské práci. Druhy *Radix auricularia*, *Physella acuta* a *Gyraulus crista* se vyskytují v Mosteckém jezeře stejně tak jako na rekultivaci a předpolí Dolu Nástup Tušimice. Naopak druhy *Dreissena polymorpha* a *Menetus dilatatus* z Mosteckého jezera na DNT chybí (Beran 2013).

Nelze zcela vyloučit, že některé druhy nebyly při sběru zachyceny z důvodu zvolené metodiky, která nezahrnovala sběr sedimentu ze dna nádrží za využití metody potápění, nebo z důvodu nedostatečného množství jedinců některých druhů, což může způsobit snížení pravděpodobnosti jejich nálezu při sběru dat.

Jediným zjištěným druhem červeného seznamu Beran et al. (2017) je levatka říční (*Physa fontinalis*) nalezena na lokalitě SL3 na předpolí.

Beran (2011) uvádí, že druhy uchatka nadmutá (*Radix auricularia*) a kružník bělavý (*Gyraulus albus*) jsou naše původní druhy, které poměrně rychle osidlují nové nádrže krátce po jejich vzniku. Písečník novozélandský (*Potamopyrgus antipodarum*) a levatka ostrá (*Physella acuta*) patří mezi nepůvodní druhy, pro které tyto nádrže představují ideální podmínky. Druhy plovatka bahenní (*Lymnaea stagnalis*) a kružník žebrovaný (*Gyraulus crista*) se obvykle vyskytují v nádržích v pozdějším stádiu sukcese, což by mohlo indikovat již vyrovnané ekologické poměry v nádržích s jejich výskytem.



### 6.1.1 Rekultivace

V oblasti rekultivace se nachází celkově 14 stanovišť z čehož byly zjištěny nálezy měkkýšů na 5 z nich. Nádrží s nejvyšší druhovou diverzitou bylo stanoviště NS9 s 3 druhy, a to konkrétně *Gyraulus crista*, *Galba truncatula* a *Gyraulus albus* a jedním nalezeným rodem *Pisidium* sp. Na lokalitě Střezov III. byly nalezeny celkem dva druhy *Galba truncatula* a *Pisidium casertanum*. Lokality N7 a N8 obsahovaly druh *Lymnaea stagnalis* a poslední lokalitou s nalezeným vzorkem je NS33, která obsahovala rod *Pisidium* sp.

### 6.1.2 Předpolí

Lokality samovolně vzniklých tůní (předpolí), mezi které se řadí SL2, SL3, SL5, SL6 a SL9 vznikly spontánním zaplavením depresí vzniklých sice již na rekultivaci, ovšem bez záměru člověka a jsou tím pádem považovány za lokality předpolí. Stejným způsobem vzniklé lokality jsou postupně zasypávány a řadí se mezi nádrže zanikající důlní činností. Některé z těchto zkoumaných lokalit jsou částečně zasypány a je uchován pouze jejich fragment (SL2, SL3, SL6), jiné jsou ponechány beze změny v původním stavu, v jakém vznikly (SL5, SL9). Na lokalitách předpolí byly zaznamenány nálezy ve dvou nádržích. V nádrži SL3 bylo zaznamenáno celkem 6 druhů a 1 rod což z ní dělá druhově nejbohatší zkoumanou lokalitu, ve které se nacházely druhy *Lymnaea stagnalis*, *Musculium lacustre*, *Physa fontinalis*, *Physella acuta*, *Radix auricularia*, *Radix labiata* a rod *Pisidium* sp. Druhou lokalitou se zjištěným nálezem byla nádrž SL6, a to s jedním druhem *Potamopyrgus antipodarum*.

## 6.2 Charakteristika nalezených druhů

### 6.2.1 *Galba truncatula*

Bahnatka malá *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1774) se řadí do čeledi plovatkovití – Lymnaeidae a je nejmenší plovatkou žijící na našem území. Dorůstá velikosti 12 mm a vyskytuje se převážně v oblastech mělkých stojatých vod či pomalu tekoucích bahnitých vod. Parazitologicky je velice významná, jelikož je hlavním přenašečem motolice jaterní (Horsák et al. 2013).

Ze zkoumaných území se vyskytovala na dvou lokalitách, a to konkrétně na NS9 a na lokalitě Střezov III.

Obrázek 4: Bahnatka malá *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1744)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.2 *Gyraulus albus*

Kružník bělavý *Gyraulus albus* (O. F. Müller, 1774) je v České republice poměrně častým druhem, vyskytuje se převážně v nižších a středních polohách. Obývá vodní nádrže s menším množstvím vegetace a velmi často jako jeden z prvních druhů osidluje nové biotopy. Jedná se o druh s holarktickým rozšířením (Beran 1998).

Ze zkoumaných území se vyskytoval na lokalitě na rekultivaci v nádrži NS9.

Obrázek 5: Kružník bělavý *Gyraulus albus* (O. F. Müller, 1774)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



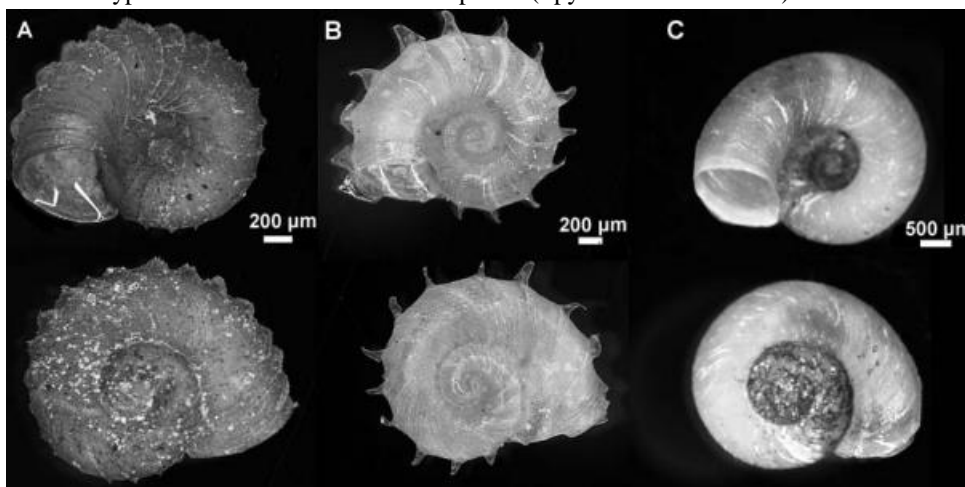
### 6.2.3 *Gyraulus crista*

Kružník žebrovaný *Gyraulus crista* (Linnaeus, 1758) je holarktický druh s výskytem v nižších až středních polohách v České republice. Vyskytuje se nejčastěji v odstavených ramenech řek, tůních a rybnících (Beran 1998).

Tento druh se vyskytoval na zkoumané lokalitě na rekultivaci v nádrži NS9.

Obrázek 6: Kružník žebrovaný *Gyraulus crista* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: Occurrence and morphological variability of *Gyraulus crista* (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) on different types of substratum in woodland ponds (Spyra & Strzelec 2013).



#### 6.2.4 *Lymnaea stagnalis*

Plovatka bahenní *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758) se řadí do čeledi plovatkovití – Lymnaeidae. Jedná se o největší druh z této čeledi. Vyskytuje se především ve stojatých či pomalu tekoucích vodách. Vyskytuje se převážně v pobřežní zóně s větším množstvím vegetace. Je jedním z nejběžnějších vodních měkkýšů žijících v České republice. Řadí se mezi holarktické druhy. Jedná se o typický pionýrský druh nově vytvořených nádrží (Beran 1998).

Ze zkoumaných lokalit se vyskytovala na 3 stanovištích z toho 2 na rekultivaci, tůň N7 a N8 a na 1 lokalitě na předpolí v nádrži SL3.

Obrázek 7: Plovatka bahenní *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: (Horsák et al. 2013)



#### 6.2.5 *Musculium lacustre*

Okrouhlice rybníčná *Musculium lacustre* (O. F. Müller, 1774) je mlž drobnější velikosti s holarktickým rozšířením. Vyskytuje se hlavně ve stojatých či pomalu tekoucích vodách v nižších polohách na celém území České republiky (Horsák et al. 2013).

Na zkoumaných územích byla nalezena pouze na lokalitě na předpolí v nádrži SL3.

Obrázek 8: Okrouhlice rybníčná *Musculium lacustre* (O. F. Müller, 1774)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.6 *Physa fontinalis*

Levatka říční *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758) je druh plicnatého plže z čeledi levatkovití – Physidae. Vyskytuje se v lokalitách s pomalu tekoucí vodou jako jsou odstavená ramena, tůň nebo rybníky. V České republice se vykytuje převážně v nižších polohách nejčastěji v oblastech jižní Moravy (Horsák et al. 2013).

Druh byl nalezen na lokalitě na předpolí v nádrži SL3.

Obrázek 9: Levatka říční *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.7 *Physella acuta*

Levatka ostrá *Physella acuta* (Draparnaud, 1805) je invazní druh vyskytující se v České republice od 20. století. Jedná se o drobného plže ze skupiny druhů s mediteránním typem rozšíření. Dnes se jedná o poměrně rozšířený druh převážně v nížinách v nivách větších řek. Vyskytuje se v rybnících i vodních tocích. Jedná se o velice odolný druh vůči znečištění prostředí (Beran 2002).

Tento druh se vyskytoval na lokalitě SL3 na předpolí.

Obrázek 10: Levatka ostrá *Physella acuta* (Draparnaud, 1805)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



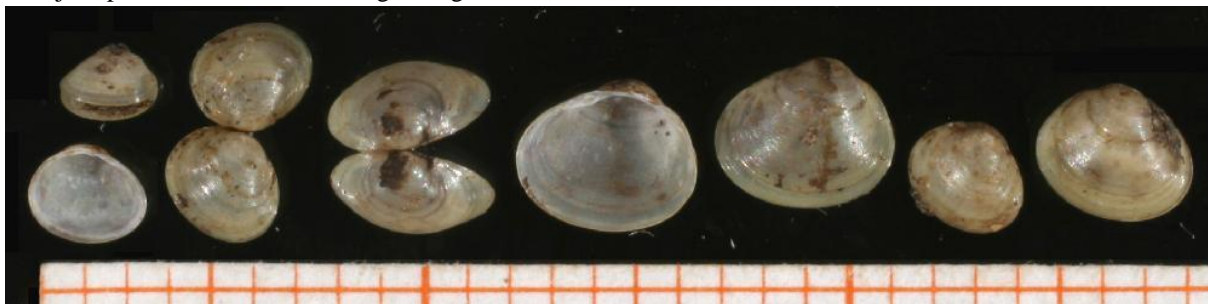
### 6.2.8 *Pisidium casertanum*

Hrachovka obecná *Pisidium casertanum* (Poli, 1791) je mlž malé velikosti s kosmopolitním výskytem. V České republice se jedná o nejběžnějšího zástupce mlžů. Vyskytuje se ve všech typech vodních toků od pramenišť v horských oblastech až po velké pomalu tekoucí vodní toky v nížinách. Často se vyskytuje také v malých mokřadech a tůních se stojatou vodou. Tento druh vykazuje vysokou odolnost vůči kyselým a silně znečištěným vodám (Horsák et al. 2013).

Tento druh se vyskytoval na lokalitě Střezov III.

Obrázek 11: Hrachovka obecná *Pisidium casertanum* (Poli, 1791)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.9 *Potamopyrgus antipodarum*

Písečník novozélandský *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) je invazní druh řadící se mezi druhy zavlečené z jiných kontinentů. Tento drobný předožábřý plž se vyskytuje především ve vodních tocích, pískovnách nebo vodních nádržích. Nachází se nejčastěji na dně v sedimentu (Beran 1998). Tento druh se patří mezi druhy rozmnožující se partenogenetickým způsobem, což je specifický způsob rozmnožování, kdy nedochází ke splnutí gamet (Rédei 2008). Velice významnou vlastností tohoto plže je eurohalinnost což znamená, že může žít ve vodě s velice rozdílným množstvím a koncentrací soli, tudíž zvládá život také v brakické vodě (Beran 1998, Anděl 2011).

Tento druh byl nalezen na 1 zkoumané lokalitě, a to na předpolí v nádrži SL6.

Obrázek 12: Písečník novozélandský *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.10 *Radix auricularia*

Uchatka nadmutá *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758) je druh plže vyskytující se hlavně ve stojatých vodách, nejčastěji v pískovnách a rybnících, ale žije také v pomalu tekoucích vodách s bahnitými dny. Jedná se o palearktický druh. Jako pionýrský druh osidluje nové nebo znovu obnovené biotopy (Beran 2002). Tento druh je mezihostitelem motolic, jejichž furkocerkárie mohou vyvolat alergickou reakci na kůži člověka (Horsák et al. 2013).

Tento druh se vyskytoval v nádrži SL3 nacházející se na předpolí.

Obrázek 13: Uchatka nadmutá *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.2.11 *Radix labiata*

Uchatka toulavá *Radix labiata* (Rossmässler, 1835) je jedna z nejhojnějších uchatek vyskytujících se na našem území. Nejčastěji se vyskytuje v chladných tocích středních až vyšších poloh. Tento druh se vyskytuje převážně v kyselých stojatých vodách a v nížinách je jeho výskyt vzácný (Horsák et al. 2013).

Tento druh se vyskytoval v nádrži SL3 nacházející se na předpolí.

Obrázek 14: Uchatka toulavá *Radix labiata* (Rossmässler, 1835)

Zdroj: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de>



### 6.3 Posouzení kvality životního prostředí

Pro posouzení kvality životního prostředí se využívají bioindikační druhy, mezi které řadíme také vodní měkkýše, kteří jsou silně vázáni na lokality, na kterých se vyskytují. Každý bioindikační druh preferuje jiné podmínky a podle nich se následně nachází na lokalitách, které tyto podmínky splňují. Pro posouzení kvality životního prostředí jsou nejčastěji využívány druhy s úzkou valencí, jinými slovy také stenoekní druhy, jež jsou úzce spjaty s určitými podmínkami. Bioindikační druhy se mohou dělit na dva způsoby podle přístupu k danému typu prostředí. Prvním typem jsou druhy, které dané podmínky vyhledávají, zatímco druhým typem jsou druhy, které se daným podmínkám vyhýbají. Ve vodním prostředí se tyto přístupy využívají k hodnocení chemismu vody, kdy zjišťují přítomnost železa, manganu, vápníku či kyselost vody (Anděl 2011). Jiným možným hodnocením kvality vod je využití saprobního indexu, které v minulosti rozpracoval prof. V. Sládeček až na úroveň technických norem. Hodnoty tohoto indexu i saprobní valence byly navrženy pro všechny vodní měkkýše s výskytem v ČR (Vrabec et al. 1998, 1999, 2000), avšak hodnocení pouze podle jejich výskytu je nedostatečné, proto zde provedeno není.

Druh písečník novozélandský *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843) je invazní druh, který se do Evropy dostal společně s lodní dopravou. Tento druh je vhodný k testům toxicity prostředí, ve kterém se vyskytuje, tímto prostředím jsou nejčastěji sedimenty dna vodních toků a nádrží. V nevhodných podmínkách dochází k zvýšení mortality druhu či ke změnám rozmnožovací soustavy (Anděl 2011).

Dalším nepůvodním druhem vhodným k bioindikaci je druh levatka ostrá *Physella acuta* (Draparnaud, 1805). Tento druh je typickým pionýrským druhem osidlující lokality s vysokým znečištěním a také lokality na začátku sukcese (Beran 2011).

### 6.4 Testovaná hypotéza

Testovaná hypotéza, jež byla zadána na začátku práce zní: „Celková diverzita zvolené skupiny živočichů je obdobná v území předpolí i rekultivace“, nemohla být na základě malého množství získaných dat potvrzena ani vyvrácena, což můžeme vidět v grafu 1, který porovnává celkovou diverzitu na základě taxonů vyskytujících se na rekultivaci a na předpolí. Z grafu 1 vyplývá, že druhová diverzita na rekultivaci a předpolí je lehce odlišná, jelikož na území předpolí se vyskytuje 8 různých druhů, zatímco na rekultivaci se nachází 6 různých druhů, ale data neumožňují statistické hodnocení.

Společný výskyt na obou územích byl zaznamenán u 2 stejných taxonů. Na území předpolí se vyskytovalo 6 dalších taxonů, které se nenacházely na území rekultivace. Na území rekultivace se vyskytovaly 4 další taxony, jež nebyly nalezeny na území předpolí.

## 7 Závěr

Tato práce shrnuje poznatky o fauně vodních měkkýšů vyskytujících se na území rekultivace a předpolí v oblasti Dolu Nástup Tušimice, který je součástí Severočeských dolů, a.s. Výzkum probíhal celkově na 19 stanovištích, z čehož 14 stanovišť se nacházelo na území rekultivace a 5 stanovišť vzniklo samovolně a jsou uvažována jako stanoviště předpolí.

Sběr byl na stanovištích prováděn mou osobou ve dnech 15.6. a 16.6. 2022 za pomoci metodických postupů zvolených vedoucím práce.

Celkem byla zjištěna přítomnost 11 druhů a 1 zástupce určeného do rodu vodních měkkýšů: *Galba truncatula*, *Gyraulus albus*, *Gyraulus crista*, *Lymnaea stagnalis*, *Musculium lacustre*, *Physa fontinalis*, *Physella acuta*, *Pisidium* sp., *Pisidium casertanum*, *Potamopyrgus antipodarum*, *Radix auricularia*, *Radix labiata*. Nálezy byly zaznamenány na 7 stanovištích z celkových 19 zkoumaných. Z toho 5 se jich nalézalo na rekultivaci a 2 na území předpolí. Druhově nejrozmanitější lokalitou byla samovolně vzniklá nádrž SL3 hodnocená v rámci předpolí s celkovým počtem 6 druhů a 1 zástupce určeného na úroveň rodu.

Mezi nejcennější druhy vyskytující se na zkoumaném území patří *Physa fontinalis* jež se řadí na Červený seznam ohrožených druhů České republiky do kategorie téměř ohrožený druh (Beran et al. 2017).

Největší frekvence výskytu byla zaznamenána u druhů *Galba truncatula*, *Lymnaea stagnalis* a u rodu *Pisidium* sp.

Dle výsledků této práce je možno konstatovat, že druhová diverzita je obdobná na území předpolí i rekultivace. Malé množství získaných dat neumožnilo přesné statistické porovnání.

### Doporučení pro praxi

Zřizování vodních stanovišť na území rekultivací považuji za účelné, protože nepředstavují biotopy pouze pro vodní měkkýše. Proto by se s jejich budováním mělo pokračovat.

Ohledně výskytu vodních měkkýšů je třeba realizovat intenzivnější průzkum a všechna stanoviště navštívit opakovaně, aby studie pracovala s větším množstvím dat i větším množstvím měkkýši osídlených lokalit.



## 8 Literatura

Anděl P., 2011: Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring. Evernia, Liberec, 243 s.

Bejček V., Šťastný K., 1999: Fauna Tušimicka. Grada, Praha, 71 s.

Bejček V., Cibulka J., Falešník M., Kazda J., Kunfürst J., Macholdová E., Náprstek J., Novák J., Ondráček V., Řehoř M., Sixta J., Suchý B., Svoboda I., Štádl P., Šťastný K., Štýš S. & Švejda J., 2003: Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku – rekultivace Severočeských dolů a.s. Chomutov. Severočeské doly a.s., Chomutov, 238 s.

Beran L., 1998: Vodní měkkýši ČR. ZO ČSOP, Vlašim. 113 s.

Beran L., 2002: Vodní měkkýši České republiky: rozšíření a jeho změny, stanoviště, šíření, ohrožení a ochrana, červený seznam. Přírodovědný klub v Uherském Hradišti, Uherské Hradiště, 258 s.

Beran L., 2011: Vodní měkkýši. In Tropek R. & Řehounek J. (eds.): Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Calla, České Budějovice. 20-25 s.

Beran L., 2013: Vodní měkkýši nově vzniklého jezera Most v severních Čechách. Malacologica Bohemoslovaca 12: 89-92.

Beran L., Juříčková & Horsák M., 2017: Mollusca (měkkýši). In: Hejda R., Farkač J. & Chobot K. (eds.): Červený seznam ohrožených druhů České republiky bezobratlí. AOPK ČR, Praha, 612 s.

Bieler R. & Mikkelsen P. M., 2006: Bivalvia-a look at the Branches. Zoological Journal of the Linnean Society 148: 223-235

Brusca R. C., Brusca G. J., 2003: Invertebrates. 2nd edition. Sinauer Associates, Sunderland, 936 pp.

Čejka T., 2011: Diversity patterns and freshwater molluscs similarities in small water reservoirs. Malacologica Bohemoslovaca 10: 5-9.

Dillon T. D., 2004: The Ecology of Freshwater Molluscs. Cambridge University Press, Cambridge, 509 pp.

Dussart G. B. J., 1976: The Ecology of Freshwater Molluscs in North West England in Relation to Water Chemistry. Journal of Molluscan Studies 42: 181-198.

Glöer P. & Meier-Brook C., 1994: Süßwassermollusken. Deutscher Jugendbund für Naturbeobachtung, Hamburg, 136 pp.

Glöer P., 2002: Die Süßwassergastropoden Nord-und Mitteleuropas. ConchBooks, Hackenheim, 327 pp.

Hellawell J. M., 1986: Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Springer, Dordrecht 546 pp.

Horsák M., Juříčková L. & Pícka J., 2013: Měkkýši České a Slovenské republiky. Molluscs of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 264 pp.

Józwiak M. A., Józwiak M., Kozłowski R. & Rabajczyk A., 2010: The role of indicator malacofauna in pollution assesment of inland waters exposed to anthropopressure: the case of the kielce lake. Ecological chemisry and engeneering 4: 458-495.

Kappes H. & Haase P., 2012: Slow, but steady: dispersal of freshwater molluscs. Aquatic Sciences 74: 1-14.

Loke L. H. L., Clews E., Low E., Belle Ch. C., Todd P. A., Eikaas H. S., Ng P. K. L., 2010: Methods for sampling benthic macroinvertebrates in tropical lentic systems. Aquatic Biology 10: 119-130.

Ložek V., 1956: Klíč československých měkkýšů. SAV, Bratislava, 437 s.

Mora-Teddy A., Closs G. P., Matthaei Ch. D., 2023: A bold new purpose for an old method: Using invertebrate kick-netting to improve monitoring of microplastic pollution in running waters. Limnology and Oceanography: Methods 22: 65-76.

Novák K., 1969: Metody sběru a preparace hmyzu. Academia, Praha, 243 s.

Pfleger V., 1988: Měkkýši. ARTIA, Praha, 191 s.

Piechocki A., 1979: Mieczaki (Mollusca). Slimaki (Gastropoda). Panstwowe Wydawnictwo Naukowe, Varšava, 186 pp.

Rédei G. P., 2008: Encyclopedia of Genetics, Genomics, Proteomics, and Informatics. 3rd Edition. Springer, Columbia, 2140 pp.

Spyra A. & Strzelec M., 2013: Occurrence and morphological variability of *Gyraulus crista* (Gastropoda: Pulmonata: Planorbidae) on different types of substratum in woodland ponds. Biologia 68: 679-686.

Škuta R., Kučerová R., Pavelek Z., Dirner V., 2017: Assessment of mining activities with respect to the environmental protection. *Acta Montanistica Slovaca* 22: 79-93.

Štýs S., 2014: Krajina naděje. Proměny území mezi Kadaní a Březnem. Nakladatelství Stanislav Srnka, Ústí nad Labem, 240 s.

Townsend C., 1974: The chemoreceptor sites involved in food-finding by the freshwater pulmonate snail, *Biomphalaria glabrata*, with particular reference to the function of the tentacles. *Behav. Biol.*, 11: 511-23.

Verma M. K., Saroniya R. K., Singh A., Khare R. K. Omar I., Singh J., 2023: Recent Developements in Biological Sciences. Shashwat Publication, Bilaspur, 273 pp.

Vrabec V., Velecká I., Sládeček V., 1998: Plži (Gastropoda) ve vodárenských tocích a nádržích České republiky a jejich individuální saprobní index. In Aktuální otázky vodárenské biologie. Sborník příspěvků 14. semináře, 4. a 5. února 1998 v Praze, ČVVS, Národní komitety IWSA ČR a SR, Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT Praha, ČLS, str. 108–118.

Vrabec V., Velecká I., Sládeček V. 1999: Plži (Gastropoda) ve vodárenských tocích a nádržích II – klíč k určování. In Aktuální otázky vodárenské biologie. Sborník příspěvků 15. semináře, 3. a 4. února 1999 v Praze, ČVVS, Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT Praha, ČLS, str. 83-93.

Vrabec V., Velecká I., Sládeček V. 2000: Klíč k určování mlžů (Bivalvia) z vodárenských toků ČR a jejich individuální saprobní index. In Aktuální otázky vodárenské biologie. Sborník příspěvků 16. semináře, 2. a 3. února 2000 v Praze, ČVVS, Ústav technologie vody a prostředí VŠCHT Praha, ČLS, str. 143-159.

Wärebörn I., 1979: Reproduction of two species of land snails in relation to calcium salts in the foena layer. *Malacologia*, 18: 177-180

## 9 Seznam obrázků, grafů a tabulek

### 9.1 Obrázky

- Obrázek 1:** Základní anatomie těla sladkovodního mlže (Horsák et al. 2013)  
**Obrázek 2:** Morfologie a základní anatomie těla stopkookého plže (Horsák et al. 2013)  
**Obrázek 3:** Mapa sledované lokality (Bejček et Šťastný 1999)  
**Obrázek 4:** Bahnatka malá *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1744)  
**Obrázek 5:** Kružník bělavý *Gyraulus albus* (O. F. Müller, 1774)  
**Obrázek 6:** Kružník žebrovaný *Gyraulus crista* (Linnaeus, 1758)  
**Obrázek 7:** Plovatka bahenní *Lymnaea stagnalis* (Linnaeus, 1758)  
**Obrázek 8:** Okrouhlice rybničná *Musculium lacustre* (O. F. Müller, 1774)  
**Obrázek 9:** Levatka říční *Physa fontinalis* (Linnaeus, 1758)  
**Obrázek 10:** Levatka ostrá *Physella acuta* (Draparnaud, 1805)  
**Obrázek 11:** Hrachovka obecná *Pisidium casertanum* (Poli, 1791)  
**Obrázek 12:** Písečník novozélandský *Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843)  
**Obrázek 13:** Uchatka nadmutá *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758)  
**Obrázek 14:** Uchatka toulavá *Radix labiata* (Rossmässler, 1835)

### 9.2 Tabulky

- Tabulka 1:** Celkové výsledky vlastního sběru  
**Tabulka 2:** Výsledky vlastního sběru na rekultivaci  
**Tabulka 3:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě N7  
**Tabulka 4:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě N8  
**Tabulka 5:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě NS9  
**Tabulka 6:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě NS33  
**Tabulka 7:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě Střezov III.  
**Tabulka 8:** Vlastní výsledky sběru na předpolí  
**Tabulka 9:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě SL3  
**Tabulka 10:** Výsledky vlastního sběru na lokalitě SL6  
**Tabulka 11:** Celkový přehled druhů na stanovištích

### 9.3 Grafy

- Graf 1:** Porovnání početnosti taxonů na rekultivaci a předpolí  
**Graf 2:** Celkový počet stanovišť s výskytem jednotlivých taxonů

## **10 Samostatné přílohy**

**Příloha 1:** Zaznačené lokality tůní náhradních stanovišť (NS) na DNT (poskytl vedoucí práce, originál mapový výstup GIS od SD, a. s.).

**Příloha 2:** Zaznačené lokality tůní – nádrží (N) na DNT (poskytl vedoucí práce, zakres do podkladů z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).

**Příloha 3:** Zaznačené lokality tůní na severním lomu (SL) na DNT (poskytl vedoucí práce, zakres do podkladů z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).

Příloha 1: Zaznačené lokality tůní náhradních stanovišť (NS) na DNT (poskytl vedoucí práce, originál mapový výstup GIS od SD, a. s.).



Příloha 2: Zaznačené lokality tůní – nádrží (N) na DNT (poskytl vedoucí práce, zákres do podkladů z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).



Příloha 3: Zaznačené lokality tůní na severním lomu (SL) na DNT (poskytl vedoucí práce, zákres do podkladů z [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz)).

