

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zoologie a rybářství



Srovnání kvality prostředí na základě fauny měkkýšů

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Anna Pilařová

Obor studia: Zájmové chovy zvířat (AMPS)

Vedoucí práce: Mgr. Vladimír Vrabc, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Srovnání kvality prostředí na základě fauny měkkýšů" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 12. 4. 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala Mgr. Vladimíru Vrabcovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce a za cenné rady, které napomohly finální verzi. Stejný dík patří i Ing. Lucii Bohaté, bez které by tato práce ani nevznikla. Obrovský dík patří mé rodině, partnerovi a přátelům, kteří do poslední chvíle věřili v úspěšnou budoucnost a jejichž slova podpory „to dáš“ mě zkrátka vždy hnala kupředu. Zvláštní poděkování patří mé kolegyni Bc. Nicole Kotýnkové a manželům Liberovým za ochotu a pomoc v jakýkoliv čas a den. Nikdy Vám to nezapomenu.

Děkuji.

Srovnání kvality prostředí na základě fauny měkkýšů

Souhrn

Tato diplomová práce se věnuje relevantním tématům ekologie a environmentalistiky. Podstatou předkládané studie bylo vyhodnocení přírodovědné hodnoty dvou lokalit ve Středočeském kraji na základě malakofauny – Senomat a Šanova. Obě lokality byly navrženy k zátopě a k vybudování vodního díla a cílem tedy bylo pro zásah doporučit území, které je více zatíženo vlivem člověka, a tudíž pro zástavbu vhodnější. V rámci práce byla formulována následující hypotéza: „Ze dvou posuzovaných ploch je z hlediska významu pro biodiverzitu krajiny vhodnější k zatopení území u Senomat“.

Ve zmiňovaných lokalitách byl proveden odběr hrabanky pomocí prosévacího pytle. Odebrané a označené vzorky byly převezeny do laboratoře, kde byly proplaveny a byly z nich vybrány lastury měkkýšů. Nalezení měkkýši byli roztrženi a určeni na úroveň druhu.

Celkem bylo zjištěno 19 druhů měkkýšů. Z toho *Aegopinella nitidula*, *Carychium tridentatum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Galba truncatula*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Trochulus hispidus* a *Vitrina pellucida* v Senomatech a *Aegopinella nitidula*, *Alinda biplicata*, *Carychium minimum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Euconulus fulvus*, *Euconulus praticola*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Punctum pygmaeum*, *Succinea oblonga*, *Succinea putris*, *Trochulus hispidus*, *Vertigo pusilla*, *Vitrina pellucida* a *Zonitoides nitidus* v okolí Šanova. V okolí Šanova byly navíc v minulosti nalezeny druhy významné z hlediska ochrany přírody.

Pro celkové zhodnocení srovnávaných lokalit byly užity dva základní indexy – Simpsonův index diverzity (D) a Jaccardův (IS_j) index podobnosti. Výsledky Simpsonova indexu diverzity jsou následující: Výsledná hodnota území u Senomat je 0,54, výsledná hodnota území u Šanova je 0,66. Výsledky Jaccardova indexu ukázaly, že podobnost mezi lokalitami Senomaty a Šanov je 42 %. Z toho vyplývá, že druhová podobnost obou území je poměrně malá.

Na základě výsledků bylo prokázáno, že z daných území má vyšší biodiverzitu i celkové množstevní zastoupení malakofauny oblast Šanova. K zátopě a vybudování vodního díla tedy spíše doporučuji lokalitu u Senomat. Ta je dle ověřených výsledků více antropogenně

ovlivněna a zásah člověka nezpůsobí tak velké ekologické riziko, jako by tomu bylo v případě území u Šanova. Stanovená hypotéza tedy byla potvrzena v plném rozsahu.

Klíčová slova: Měkkýši (*Mollusca*), diverzita, bioindikace, ohrožení, srovnání lokalit

The comparison of environment quality on the base of molluscs fauna

Summary

This thesis deals with relevant topics of ecology and environmental science. Purpose of this study was to evaluate natural science values of two localities in Central Bohemian Region, that are being compared based on malacofauna – Senomaty and Šanov. Both sites were designed to be flooded and for building a water construction. Therefore, the aim of this thesis was to recommend an area that is more heavily influenced by humans and therefore more suitable for construction. The following hypothesis was formulated in the thesis: “From the point of protecting biodiversity, the locality of Senomaty is more suitable for flooding.”

In the aforementioned locations plant litter samples were collected using a sift bag. Labeled samples were taken to a laboratory, where they were rinsed and mollusc shells were picked out. The molluscs were categorized and determined to the species level.

In total 19 mollusc species were found: *Aegopinella nitidula*, *Carychium tridentatum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Galba truncatula*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Trochulus hispidus* and *Vitrina pellucida* in the Senomaty and *Aegopinella nitidula*, *Alinda biplicata*, *Carychium minimum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Euconulus fulvus*, *Euconulus praticola*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Punctum pygmaeum*, *Succinea oblonga*, *Succinea putris*, *Trochulus hispidus*, *Vertigo pusilla*, *Vitrina pellucida* and *Zonitoides nitidus* in the vicinity of Šanov. Furthermore, species significant from the point of nature preservation were found in Šanov even in the past.

Two main indexes were used for evaluation of the compared localities - Simpson's diversity index (D) and Jaccard similarity index (IS_j). Results of the Simpson's index are as follows: The value for the locality of Senomaty is 0,54, the value for the locality of Šanov is 0,66. Results of the Jaccard index showed that the similarity between the localities of Senomaty and Šanov is 42%. That means that the similarity of species of both localities is relatively small.

Based on the results, it has been proven that from the given localities the Šanov area has higher biodiversity and total quantity of malacofauna. Therefore, I recommend the locality near Senomaty for the construction of water structure. Based on proven results, the Senomaty

site is more anthropogenically influenced and human intervention will not cause as great ecological risk, as it would in the case of Šanov. The hypothesis was therefore confirmed in its entirety.

Keywords: Molluscs (*Mollusca*), diversity, bioindication, endangered, comparison of localities

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Cíl práce a vědecká hypotéza.....	2
2.1 Cíl práce.....	2
2.2 Vědecká hypotéza	2
3 Literární rešerše.....	3
3.1 Charakteristika měkkýšů (Mollusca)	3
3.2 Plži (Gastropoda).....	5
3.2.1 Anatomie a morfologie plžů	5
3.2.2 Obecná charakteristika podtřídy plicnatí (Pulmonata)	7
3.2.3 Ekologie plžů	7
3.2.4 Bioindikace s využitím plžů	8
3.2.5 Ekotoxikologie plžů	9
3.2.5.1 Půda.....	10
3.2.6 Plži jako škůdci	10
3.2.7 Predátoři plžů.....	11
3.3 Obecný popis metod sběru měkkýšů (Mollusca).....	11
4 Materiál a metody	13
4.1 Charakteristika zkoumaných území.....	13
4.1.1 Senomaty	13
4.1.2 Šanov.....	14
4.2 Metody sběru.....	15
4.2.1 Vlastní sběr	15
4.3 Metody užití k hodnocení vzorků	18
4.3.1 Simpsonův index diverzity (D)	18
4.3.2 Jaccardův (IS _j) index podobnosti	18
4.3.3 Sørensenův index podobnosti (S)	19
5 Výsledky	20
5.1 Oblast Senomaty – výsledky vlastního sběru.....	20
5.2 Oblast Šanov – výsledky vlastního sběru	21
5.3 Statistické výstupy	22
5.3.1 Simpsonův index diverzity	22
5.3.2 Jaccardův a Sørensenův index podobnosti pro Senomaty a Šanov	22

6	Diskuze	24
6.1	Charakteristika lokalit a druhové srovnání.....	24
6.2	Charakteristiky nalezených druhů měkkýšů (Mollusca)	25
6.3	Zhodnocení statistických výstupů	37
6.3.1	Simpsonův index diverzity (D)	37
6.3.2	Jaccardův (I_{Sj}) a Sørensenův (S) index podobnosti.....	37
6.4	Testovaná hypotéza	38
7	Závěr.....	39
8	Seznam literatury.....	40
9	Přílohy	43

1 Úvod

Člověk je považován za vrchol pomyslné přírodní pyramidy a v současné době je schopen osídlit jakákoliv přírodní stanoviště. To z něj skutečně činí neúspěšnějšího tvora na planetě Zemi. Je však důležité uvědomit si, že planetu neobývá člověk sám. K lidskému přežití je nezbytně nutné respektovat přírodní zákony a nepřekračovat hranice přírodních zdrojů. Dnešní doba se zdá být těmto postupům nakloněna. Doby nekontrolovatelného plýtvání všemi dostupnými zdroji a ničení přírodních biotopů jsou snad již definitivně za námi. K tomuto smýšlení jsme ale museli jakožto druh urazit velmi dlouhou cestu. Současné ochranné projekty mají složitý, nicméně zásadní úkol – skloubit ochranu přírody se stále rostoucími požadavky a nároky moderního člověka.

Jedním z mnoha způsobů ochrany přírody je vyhodnocování kvality prostředí a určení přírodovědné hodnoty s následným přidělením stupně ochrany. I tento druh ochrany má ale mnoho podob. Tato diplomová práce se věnuje vyhodnocování dvou lokalit vybraných pro výstavbu vodní nádrže na základě fauny měkkýšů.

Měkkýši jsou obecně považováni za významné bioindikátory prostředí a zkoumáním výskytu zástupců tohoto živočišného kmene lze odhalit úskalí i vysokou hodnotu přírodního stanoviště. Závislost některých druhů měkkýšů na konkrétních faktorech prostředí z nich činí jedny z nejvýznamnějších bioindikátorů. Mezi limitní podmínky patří například nasycenost vápníku v půdě, vlhkost půdy, nadmořská výška či vegetace. Měkkýše jako bioindikátory používáme především v oblasti ekologie či ochrany prostředí. Rozeznáváme dva základní typy určování – na základě přítomnosti či nepřítomnosti vybraných druhů v lokalitách a v toxikologii na základě přítomnosti toxických látek v těle těchto živočichů (Horsák a kol., 2013).

2 Cíl práce a vědecká hypotéza

2.1 Cíl práce

Cílem této práce je porovnání přírodovědné hodnoty dvou vybraných lokalit na základě složení malakofauny. Lokality jsou vybrány jako potenciální území k zátopě budovanými vodními zdroji a záměrem je vybrat tu méně hodnotnou, kterou k zaplavení spíše doporučit. Dalším cílem je obecná faunistická dokumentace stavu prostředí ohroženého zaplavením.

2.2 Vědecká hypotéza

V rámci práce byla formulována následující hypotéza: Ze dvou posuzovaných ploch je z hlediska významu pro biodiverzitu krajiny vhodnější k zatopení území u Senomat.

3 Literární rešerše

3.1 Charakteristika měkkýšů (Mollusca)

Vznik tohoto kmene se datuje do raného období prvohor, vrcholu svého vývoje dosáhl v třetihorách (Zrzavý, 2006). Samotný název Měkkýši (Mollusca) je pak odvozen od slova *molluscus* neboli měkký (tělo je z velké části vyplněno měkkým parenchymem). Věda, která zkoumá život měkkýšů, se nazývá malakologie (Brusca, 2003).

Tento kmen obývá velmi různorodá prostředí a nalezneme ho téměř ve všech biotopech. Existují mořští, sladkovodní i suchozemští zástupci, lze je nalézt ve výrazných hloubkách i při hladině vod, a velkou část pak tvoří i skupiny striktně suchozemské. Terestrickou část kmene můžeme pozorovat ve vysokých horách, v nížinách, na otevřených či uzavřených prostranstvích. Měkkýši obecně jsou tedy skupinou velmi přizpůsobivou a osidlují celý svět (Horsák a kol., 2013).

Měkkýše řadíme mezi bezobratlé živočichy a jsou jedním z nejpočetnějších živočišných kmenů. Nielsen (2011) uvádí okolo 200 000 recentních druhů a velmi rozsáhlé fosilní nálezy. S tímto počtem souhlasí i Ponder a Lindenberg (2008). Oproti tomu Horsák a kol. (2013) uvádějí čísla výrazně nižší (přibližně 130 000 druhů) a zařazují tento kmen jako druhý nejpočetnější na planetě. Jedním z důvodů, proč se obecná čísla počtu měkkýšů tak výrazně liší, je popis stejného druhu vícero vědci či laiky, čímž se počet druhů násobí, i přes to, že se jedná o totožný taxon (Nielsen, 2011). Rosenberg (2014) se domnívá, že za odlišnými počty stojí také fakt, že vědci počítají do kmene Mollusca i živočichy, kteří nejsou uznáni mezinárodními organizacemi. Kupříkladu organizace WoRMS (World register of marine species) uvádí jen 43 600 druhů (dostupné z <www.marinespecies.org>). I přes odlišné názory však lze usuzovat, o jak velkou - a tedy i různorodou - skupinu živočichů se jedná.

Obecně jsou jednotlivé třídy měkkýšů od sebe odlišné, určité společné znaky je však řadí do jedné skupiny. Jsou jimi útrobní vak, plášť a radula. Útrobní vak vzniká na hřbetní straně těla z nohy a vytváří kožní záhyb neboli „plášť“, z kterého později vzniká ochranná schránka – ulita. Ozubená jazyková páska neboli radula je součást trávicího ústrojí a slouží k rozmělnování potravy pomocí specifických zoubků, připomínajících struhadlo, chybí však u mlžů (Bivalvia). Společné znaky měkkýšů mohou mít nejrůznější modifikace, případně jsou zcela redukovány. Skupina zahrnuje hermafrodity i gonochoristy. Vývoj je přímý i nepřímý. Při přímém vývoji je jedinec ihned po porodu velmi podobný dospělci. Anatomická stavba

těla je s dospělcem téměř totožná, liší se pouze velikost těla. Nepřímý vývoj je u měkkýšů prezentován prostřednictvím larev. U některých zástupců se vyskytuje živorodost (Pfleger, 1988). Posledním typem rozmnožování, který probíhá u měkkýšů, je partenogeneze. Partenogenetický vývoj probíhá z neoplozeného vajíčka. K rozmnožení tedy není nutné splnutí gamet. Jako příklad lze uvést živočicha, který se vyskytuje i na našem území - písčníka novozélandského - *Potamopyrgus antipodarum* (J. E. Gray, 1843) (Rédei, 2008).

V současné době měkkýše rozdělujeme do 8 tříd:

- Plži (Gastropoda)
- Mlži (Bivalvia)
- Hlavonožci (Cephalopoda)
- Kelnatky (Scaphopoda)
- Červovci (Aphlacophora) – Solenogastres
– Caudofoveata
- Přílipkovci (Monoplacophora)
- Chroustnatky (Polyplacophora)

(Brusca et al., 2003)

V České republice nalezneme zástupce pouze dvou uvedených tříd – plžů (Gastropoda) a mlžů (Bivalvia). Ostatní třídy reprezentují mořská stanoviště.

3.2 Plži (Gastropoda)

Vzhledem k tomu, že při zpracování předkládané studie byli zjištěni výhradně zástupci plžů, věnuje se následující literární přehled pouze této skupině.

3.2.1 Anatomie a morfologie plžů

Anatomicky členíme tělo plžů na hlavu, tělo a útrobní vak. Toto základní dělení má však různé modifikace či se některá jeho část může úplně redukovat. Značný rozdíl je také ve velikosti jedinců, jejichž tělo může být velké od několika milimetrů až po 50 cm. Největších velikostí dosahují mořští zástupci (Horsák a kol., 2013).

Charakteristickým znakem plžů je nepárová schránka vylučovaná z kožních záhybů pláště živočicha, obecně nazývaná ulita. Ulita je převážně tvořena uhličitánem vápenatým (CaCO_3) a je složena ze tří částí: periostrakum – organická svrchní vrstva, která má různé barvy a odlišuje tak jedince od sebe, ostrakum a hypostrakum – dvě vnitřní vrstvy, které jsou tvořeny uhličitánem vápenatým a schránku zpevňují. Hypostrakum je tzv. perleťová vrstva, ze které pak vznikají oblíbené šperky. Hlavní funkcí schránky je mechanická ochrana, dále pak přirozená ochrana proti vyschnutí a proti predátorům. Tvar ulity do značné míry určuje příslušnost k čeledím, podčeledím apod. Nejčastější tvar je spirálovitý, zakončení je tupé či ostré. Další tvar je tzv. čepičkovitý, případně může být ulita zcela redukována (např.: slimáci) (Ponder et al., 2008).

Pod ulitou se nachází útrobní vak, který tvoří tělo plže a obsahuje veškeré orgány. Tato vychlípenina přechází v tzv. svalnatou nohu. Ta slouží především k pohybu po souši a k celkové lokomoci jedince. Speciální žláza umístěná v přední části svalnaté nohy vylučuje velké množství slizu, díky kterému je pohyb značně usnadněn (Armon et al., 2015). Základní anatomie těla plžů je znázorněna na obr. 1.

Cévní soustava živočicha je otevřená, proudící hemolymfa je modré barvy díky přítomnosti mědi. Srdce tvoří ve většině případů jedna předsíň a jedna komora, menší část druhů má dvě předsíně a jednu komoru. Srdce je úzce spjato s ledvinou a na filtraci krve se aktivně podílí oba tyto orgány.

Mezi nejčastější potravu patří čerstvé i tlející rostliny, houby, ale i živočišná složka. Dutina ústní má rovněž svá specifika. Na rozhraní jícnu mají plži destičku, která svým povrchem připomíná struhadlo a je obecně nazývána radula. Radula je velmi pevná, vyztužená chrupavkou, a slouží k rozmělnění potravy a tedy k lepšímu trávení. Jícnem potrava pokračuje do primitivního žaludku, kde dochází k rozdrcení potravy či k vytvoření

frakcí, které postupně pokračují dále do střev. V žaludku je speciální žláza hepatopankreas, ve které dochází k vlastnímu trávení. Ze střev vycházejí nestrávené zbytky do řitního otvoru, který ústí v plášťové dutině.

Nervová soustava je jednoduchá, tvořená jednotlivými ganglii či shluky ganglií.

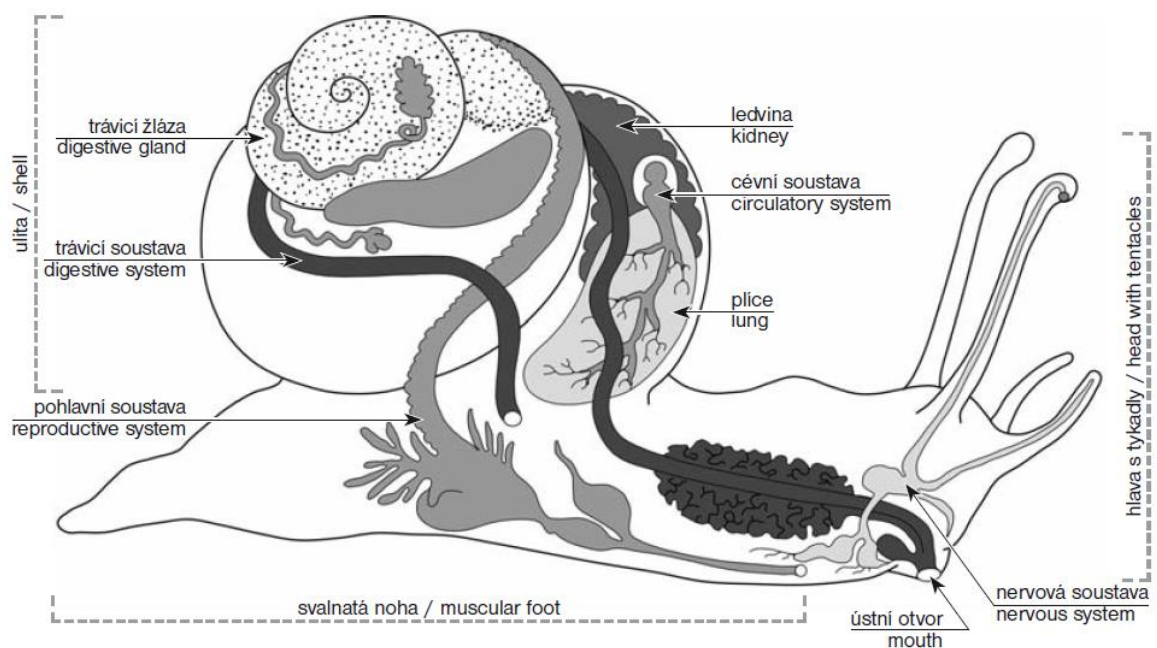
Skupina zahrnuje hermafrodity i gonochoristy. U hermafroditů je proces rozmnožování rozdělen do několika částí. V první fázi jsou ze společné hermafroditické žlázy (glandula hermaphroditica) uvolněny spermie, o několik týdnů později vajíčka a dochází tak k samooplození v místě společného styku (glandula albuminalis). Většina plžů však potřebuje k rozmnožení spáření s jiným jedincem, kdy dojde k vzájemné výměně spermií, ostatní druhy se rozmnožují partenogeneticky. Schématické zobrazení anatomie plžů znázorňuje obr. 1 (Beran, 1998).

V současné době dělíme plže (Gastropoda) na tři podtřídy:

Podtřídy:

- **Předožábří (Prosobranchia)**
- **Zadožábří (Opisthobranchia)**
- **Plicnatí (Pulmonata)**

Obr.1: Anatomie plže



(Horsák a kol., 2013)

3.2.2 Obecná charakteristika podtřídy plicnatí (Pulmonata)

Ve zkoumaných lokalitách byli nalezeni pouze zástupci třídy Pulmonata, proto je následující text věnován právě jim.

Podtřída Pulmonata má mnoho zástupců a čítá desítky druhů. I v České republice má silné zastoupení. Počátky této skupiny sahají až do období karbonu, kde o nich nalézáme první zmínky. Nejvíce druhů je suchozemských, méně vodních a mořské druhy jsou spíše výjimkou (Horsák a kol., 2013).

Specifikem této podtřídy je odlišný způsob výměny plynů mezi tělem a okolím. Dýchání probíhá přes silně prokrvenou stěnu plášťové dutiny, kterou nazýváme plicní vak. Nemají tzv. rypáček a jejich ústa jsou překryta příústními laloky (Armon et al., 2015).

Dělíme je na dva řády – spodnoocí (Basommatophora) a stopkoocí (Stylommatophora). Spodnoocí se vyznačují tím, že mají pouze jeden pár tykadel. Mezi tykadly při bázi jsou umístěny oči. Typickým příkladem je okružák ploský - *Planorbarius corneus* (Linnaeus, 1758), který se vyskytuje i na našem území. Jedná se převážně o vodní a mořské živočichy. Stopkoocí mají dva páry tykadel, které jsou zatažitelné. První pár tykadel je delší a na vrcholu jsou umístěny oči. Druhý pár má hmatovou funkci a slouží tedy k rozpoznávání okolí. Do této skupiny patří většina suchozemských plžů (Bouchet, P. et al., 2005). Nejznámějším příkladem je hlemýžď zahradní (*Helix pomatia*) (Pfleger, 1999).

3.2.3 Ekologie plžů

Zástupce třídy plžů nalezneme v terestrickém i vodním prostředí. Tato diplomová práce se věnuje druhům terestrickým, proto je následující text věnován především této skupině.

Výskyt terestrických plžů je kosmopolitní, nejčastěji však obývají svrchní vrstvu půdy. Lze je pozorovat i v jeskynním prostředí, ve skalách, ale také na stromech. Početnost této skupiny je odhadována přibližně na 25 000 druhů. Potravní strategie zahrnuje fytofágy, detritivory i omnivory (Barker, 2001).

Suchozemští plži jsou v České republice převažující skupinou a jejich limitujícími faktory jsou vápník, který potřebují na tvorbu ulity a vajíček, dále pak vlhkost, nadmořská výška a vegetace. Obecné pravidlo říká, že nejvíce plžů nalezneme v lokalitách, kde je vysoká vlhkost, dostatek vápníku a nezatížené prostředí. Velké množství druhů poskytuje bohaté

informace o místě, kde se vyskytují, a to právě díky preferencím, které kladou na prostředí (Barker, 2001).

Acidobazicitu půdy je první limitující faktor. Některé druhy preferují vyloženě kyselá prostředí (ostroústka drsná *Collumela aspera* Waldén, 1966), jiné druhy se vyskytují na bazických půdách. Druhým faktorem je vlhkost půdy. Plži České republiky obecně spíše preferují vlhčí stanoviště. Třetím faktorem, který je určující, je nadmořská výška. Tito živočichové poměrně špatně snášejí velké zimy, takže je lze nalézt spíše v nižších polohách, kde je dostatečné teplo. Posledním významným faktorem je vegetace. Okolní vegetace poskytuje plžům potravu, úkryt či na ni lepší svá vajíčka. Nemalý problém způsobují stále se rozrůstající lidská obydlí ve všech typech krajiny, díky čemuž je diverzita výrazně snížena. Nepřirozeně oddělené populace tedy slábnou a jsou daleko méně odolné vůči veškerým vlivům okolí (Armon et al., 2015).

Z těchto poznatků lze usoudit, že místa s největším počtem druhů jsou rovněž místa nezatížená vlivem člověka. Naopak vymírání druhů na stanovištích je způsobeno vysoce antropogenním prostředím, které mnoho druhů není schopno tolerovat (Barker, 2001).

3.2.4 Bioindikace s využitím plžů

Plže v rámci obecné ekologické klasifikace dělíme na euryekní a stenoekní. Euryekní plži jsou živočichové nenároční na prostředí a nalézáme je tedy v místech antropogenně ovlivněných. Oproti tomu druhy stenoekní jsou vysoce náročné na prostředí a vyžadují specifické podmínky pro přežití. Stenoekní druhy tedy nacházíme v místech člověkem málo dotčených (Ložek, 1956).

Plži jsou tedy obecně významnými bioindikátory prostředí. Díky rozdílné toleranci jednotlivých druhů k biotickým a abiotickým podmínkám lze poměrně přesně vyhodnocovat prostředí, ve kterém žijí. Náhylnost k prostředí a limitní podmínky, které určují výskyt některých plžů, tedy napomáhají k využití pro bioindikaci stavu prostředí. Díky této živočišné skupině jsme tedy schopni prostředí nejen vyhodnotit, ale vhodnými metodami i chránit, popřípadě vylepšit.

Mezi další výhody patří omezený až endemický výskyt druhů či poddruhů, díky kterému lze získat naprosto konkrétní výsledky z dané lokality. Předpokládá se, že plži nejsou schopni překonávat přesuny na dlouhou vzdálenost, z čehož lze usuzovat, že druhy nalezené v předem určené lokalitě jsou specifické a tedy určující.

Důležitou úlohou plžů je proces dekompozice, díky čemuž mají významnou roli v celkovém koloběhu látek v přírodě. Trávicím procesem přeměňují odumřelé části těl rostlin a živočichů na látky jednodušší, které jsou pak dále stravitelné pro ostatní organismy.

Plži jsou také vektory xenobiotik. Xenobiotika jsou látky, které se do půdy dostávají z okolí a nejsou přírodního původu. Ve většině případů se jedná o léčiva, průmyslové chemikálie či jedy (Armon et al., 2015). Tyto látky pak plži snadno přijímají dermálně v přímém kontaktu s půdou, případně orálně přímou konzumací půdy. Vzhledem k tomu, že tvoří podstatnou část potravního řetězce, přenášejí xenobiotika velmi snadno do ostatních organismů (Barker, 2004). Využívání plžů jako ekotoxikologických indikátorů je v poslední době stále častější. To dokazuje i fakt, že rostou počty chovaných laboratorních druhů, na kterých lze provádět nejrůznější toxikologické testy.

Z ekonomického hlediska nelze opomenout ani finanční stránku chovu plžů. Krátký generační interval a objemná snůška vajec jsou v chovech velmi důležité a zajišťují výhodný ekonomický chod prováděných testů. Mezi nejčastěji chované druhy patří hlemýžď zahradní - *Helix pomatia* Linnaeus, 1758, a hlemýžď kropenatý - *Helix aspersa* Müller, 1774. Tyto druhy jsou schopny akumulovat velká množství těžkých kovů a proto jsou v rámci ekotoxikologie velmi oblíbeným cílem. Mezi nejčastěji prováděný test patří ISO test ekotoxicity. Během tohoto testu jsou jedinci chováni v uzavřených podmínkách s půdou obsahující zkoumanou látku, kterou přijímají orálně či dermálně. Aby byl test validní, měl by splňovat určitá kritéria, mezi která patří např. úmrtnost maximálně 10 %, koeficient změny růstu nepřesahující 40 %, průměrná hmotnost jedinců na konci experimentu atp. Z těchto poznatků a následného porovnání s kontrolním vzorkem lze stanovit nasycení půdy danou látkou a její míru ekotoxicity,

Z výše uvedených důvodů jsou plži vhodným prostředkem i pro určování kvality půdy (Armon et al., 2015).

3.2.5 Ekotoxikologie plžů

Jednu z prvních definic ekotoxikologie uvedl francouzský lékař René Truhaut, který je průkopníkem tohoto vědního oboru: „Studium nepříznivých účinků chemikálií s cílem chránit přírodní druhy a společenstva.“ (Truhaut, 1969). Ekotoxikologie tedy obecně monitoruje a předpovídá působení látek v okolí. Lze ji dělit na různá odvětví podle zaměření na konkrétní oblast: na vodní, terestrické či vzdušné prostředí (Truhaut, 1977).

3.2.5.1 Půda

Tvoří nejsvrchnější složku zemské kůry a pro většinu organismů je nezbytná. Je považována za začátek i konec života všech terestrických organismů obývajících planetu. Obecně je považována za neobnovitelný zdroj, proto je velmi důležité chránit ji. Půdní komplex jako celek lze považovat za živý organismus. Uvádí se, že v jednom kilogramu půdy lze identifikovat cca $10^9 - 10^{12}$ jedinců mikroorganismů. Z toho lze usuzovat, o jak vyvinutý a propracovaný komplex se jedná a že jeho intoxikace člověkem ovlivňuje celé ekosystémy. Kontaminace půdy je jedna z nejzávažnějších hrozeb současné „doby ekologické“. Díky znečištění dochází k výraznému snížení množství edafonu – snižují se počty i celková biodiverzita zvířat. Přírozený půdní cyklus je narušen a samočistící procesy jsou omezeny (Jeffery et al., 2010).

Nejčastějšími příčinami znečištění půdy jsou stále rostoucí automobilový provoz, výroba energie z fosilních paliv, agrochemie v zemědělství (např. pesticidy, insekticidy, rodenticidy, atd.), nehody, které svým rozsahem zlikvidují značnou část ekosystému, případně i ekosystém celý. Kupříkladu se může jednat o ropné či jiné chemické katastrofy, povodně, zemětřesení apod. V neposlední řadě jsou to pak odpady, jejich zpracování a uskladnění. Většinou dochází k přímému kontaktu s půdou a tím i ke kontaminaci. Intoxikace půdy je v současné době významnou ekologickou hrozbou (Čupr, 2010).

Vzhledem k tomu, že plži jsou prakticky neustále v kontaktu s půdou, lze v jejich tělech zaznamenat jakékoliv kontaminace, ke kterým v půdě dochází.

3.2.6 Plži jako škůdci

I přes nezastupitelnou roli v přírodě, kterou tyto živočichové hrají, mohou působit značné ekonomické škody. Úspěšné a přizpůsobivé druhy nalezneme ve všech prostředích a ty se stávají synantropními vůči člověku, s možnými negativními dopady na jeho zájmy.

Nejčastějším příkladem střetu plžů s člověkem je decimování vegetace, kterou plž používá jako potravu. Při přemnožení jsou jedinci schopni zničit veškerou úrodu, kterou člověk zasadil. Příkladem těchto invazních škůdců je plzák španělský - *Arion vulgaris* Moquin - Tandon, 1855, který postupně přes Pyrenejský poloostrov kolonizoval celou Evropu. Tento druh výrazně ovlivňuje kulturní plochy především žírem zelí, řepky či salátu, čímž způsobuje i úbytek potravy pro hospodářská zvířata (Dvořák, 2002). Dalším nebezpečím, které hrozí, je přenos parazitů na člověka. Plži jsou mezihostitelem různých druhů motolic - kupříkladu motolice jaterní - *Fasciola hepatica* Linnaeus, 1758.

V současné době probíhají různé programy, které mají zabránit nechtěnému šíření škůdců po celé Evropě. Jednotliví pěstitelé však bojují po svém použitím nejrůznějších domácích i chemických roztoků, případně přímým sběrem a následným zahubením (Pergl et al., 2016).

3.2.7 Predátoři plžů

Díky vysokému počtu druhů, které obývají terestrickou část planety, se plži stávají častým terčem predátorů a představují poměrně jednoduchý cíl v podobě kořisti (Nyffeler and Symondson, 2001).

Predátorů, kteří se živí či přiživují na plžích, je mnoho a zahrnují především vyšší třídy živočichů. Nejčastěji se jedná o plazy (*Reptilia*), ptáky (*Aves*) a savce (*Mammalia*). K rozpoznávání, o kterého predátora se v konkrétním případě jednalo, slouží přímo ulita živočicha, který se stal potravou. Schrány plžů mají deformace, na základě kterých lze predátora přesněji určit.

Důkazy, které potvrzují tvrzení, že plži jsou potravou jmenovaných tříd živočichů, pocházejí z četných výzkumů v laboratorních podmínkách i z přímého pozorování v přírodě. Dalšími metodami výzkumu jsou analýzy zbytků potravy v gastrointestinálním traktu predátorů či koprologické vyšetření nalezeného trusu a výkalů. Dokonce bylo prokázáno, že někteří jedinci plžů mohou projít trávicím traktem bez poškození a jejich „predace“ tedy může být i cestou jejich šíření (Armon et al., 2015).

Mezi nejběžnější ptačí predátory patří zástupci čeledi drozdovitých (Turdidae), kachnovitých (Anatidae) a špačkovitých (Sturnidae). Nejčastější savcí predátoři jsou pak myšovití (Muridae) či rejskovití (Soricidae) (Barker and Efford, 2004).

3.3 Obecný popis metod sběru měkkýšů (Mollusca)

Mezi základní metody sběru měkkýšů patří pečlivý sběr v terénu, který doplňuje odběr tzv. hrabanky. Ta představuje svrchní vrstvu půdy a rostlinný odpad. Tuto část půdy obývá nejvíce našich druhů. Výhodou kombinace sběru přímého a odběru půdy k pozdějšímu přezkoumání je, že z odběru půdy získáme detailním zkoumáním pod lupou i drobné živočichy, kteří jsou v přírodě pouhým okem prakticky neviditelní, oproti tomu sběr přímý umožňuje odchytnout druhy stromové a tzv. nahé plže, které určíme přímo na místě a ponecháme v původním prostředí bez nutnosti usmrcení. Další postup probíhá v laboratoři s pomocí příslušné literatury. Veškerý získaný materiál je nutno opatřit lokálními údaji s datem sběru

a uvedením sběratele, jinak je získaný materiál bezcenný a nemůže sloužit k přírodovědecké dokumentaci stanovišť.

V taxonomii postupujeme podle přesně daného klíče. V první fázi zjišťujeme, zda je ulita pravotočivá či levotočivá, v dalších fázích pak například tvar obústí, počty zoubků v ústí, tvar píštěle, vrubování schránky a v neposlední řadě barvu, která může být velmi variabilní, popřípadě vybledlá, jedná-li se o prázdné schránky (Horsák a kol., 2013).

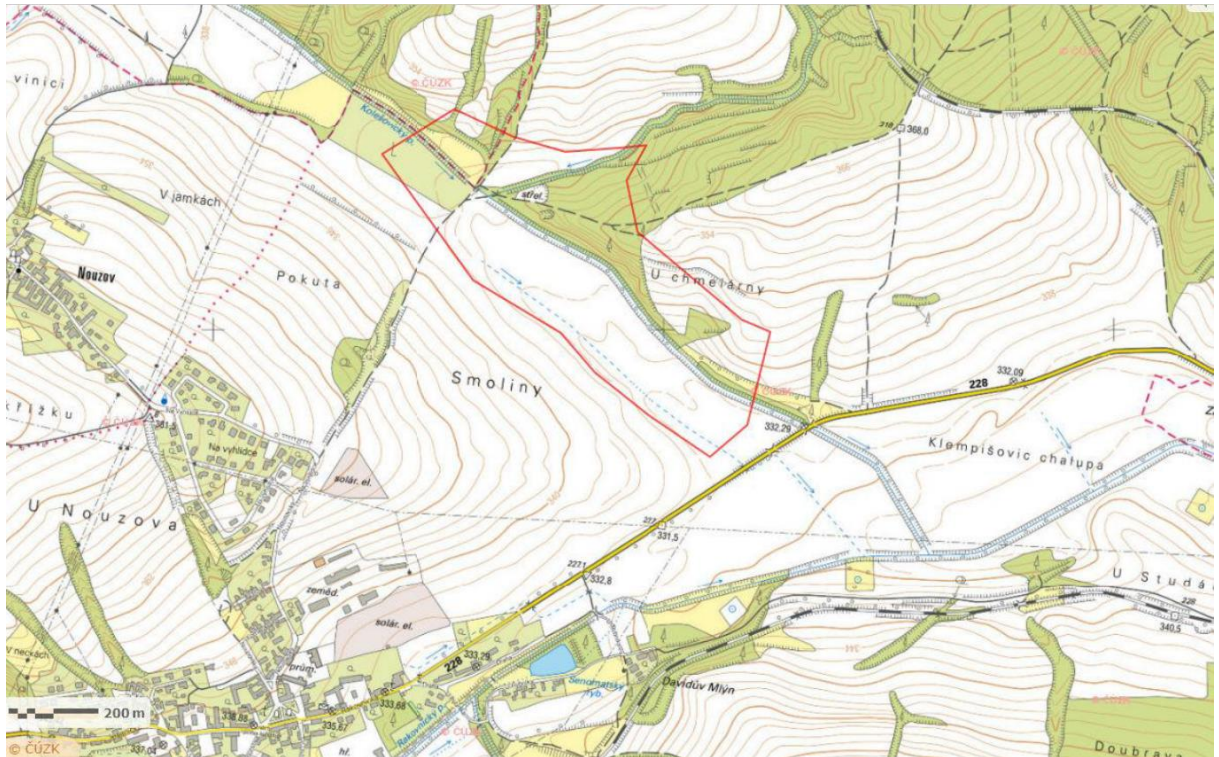
4 Materiál a metody

Diplomová práce je zaměřena na dvě lokality České republiky ohrožené záměrem výstavby vodního díla, které byly posuzovány z hlediska výskytu významné malakofauny a celkové diverzity měkkýších společenstev. Obě lokality se nacházejí ve Středočeském kraji, okres Rakovník – Senomaty a Šanov. Místa mají být použita pro vybudování vodní nádrže. Cílem této práce tedy je zjistit, které prostředí je vhodnější (tedy z hlediska přírodních věd a biologického významu méně hodnotné) pro zahájení stavby.

4.1 Charakteristika zkoumaných území

4.1.1 Senomaty

Obr. 2: Vymezené území – Senomaty. Zdroj: poskytl vedoucí práce



Vybraná lokalita – Senomaty – se nachází ve Středočeském kraji, okres Rakovník (přesná lokalizace zobrazena na obr. 2.). Přibližná rozloha zkoumaného území je 27,8 ha a leží v nadmořské výšce 345 – 350 m n. m. Lokalita je v povodí Kolečovického potoka a v přilehlých lesích v oblasti lokální agrocenózy, která zaujímá většinu zkoumaného území. GPS souřadnice zhruba na střed zkoumaného území jsou 50°5'15"N, 13°37'52"E. Mapovací čtverec zoologického mapování je 5847 (Pruner a kol., 1996).

Flora vyskytující se v této lokalitě představuje především dřevinné porosty, nejčastěji borovice, dále akát a v menší míře vrba. Ostatní rostliny nejsou dominantou prostředí a nepředstavují výraznou přírodovědnou hodnotu.

Při prvotním zkoumání vykazovala lokalita značné antropogenní vlivy. Břehy potoka byly pod řízenou úpravou člověka.

4.1.2 Šanov

Obr. 3: Vymezené území – Šanov. Zdroj: poskytl vedoucí práce



Vybraná lokalita – Šanov – se nachází ve Středočeském kraji, okres Rakovník (Přesná lokalizace zobrazena na obr. 3.). Přibližná rozloha zkoumaného území je 45,3 ha a leží v nadmořské výšce 345 – 360 m n. m. Lokalita je v území Rakovnického potoka, ohraničena silnicí z Rakovníka do Jesenice, z druhé strany pak železničním náspem. GPS souřadnice zhruba na střed zkoumaného území jsou 50.0952442N, 13.6220906E. Mapovací čtverec zoologického mapování je 5947 (Pruner a kol., 1996).

Sledované území hostí vzrostlé dřeviny (borovice, smrk, modřín, topol), dále udržované sečené louky, které vykazují mezofilní charakter, v okrajích polnosti osazené pšenicí a řepkou a výrazně suchou xenotermní část železničního náspu.

Sledovaná oblast byla v minulosti hojně využívána člověkem, později byla ponechána vlastním přírodním procesům. Dnes jsou v oblasti zachovalé lužní porosty a rákosiny, které představují součást funkční biodiverzity a činí tak tuto lokalitu ochránářsky významnou.

4.2 Metody sběru

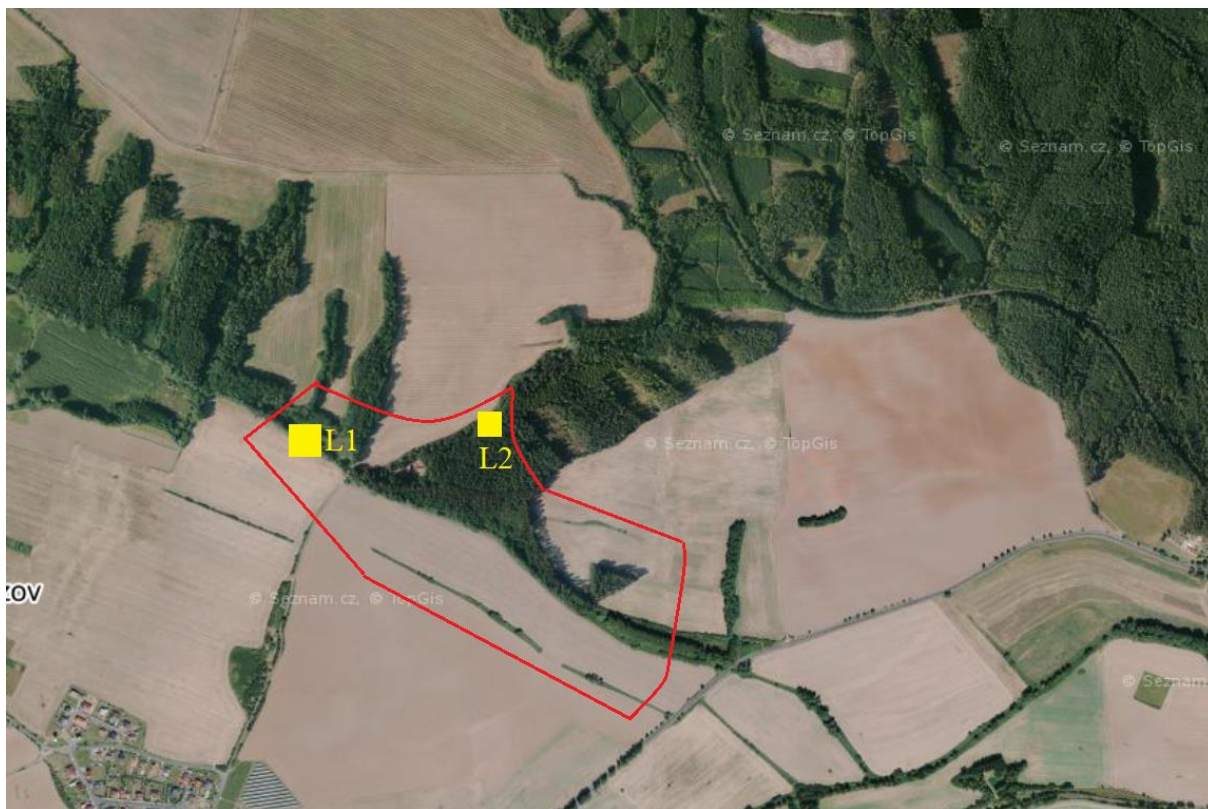
4.2.1 Vlastní sběr

Vlastní sběr na zkoumaných stanovištích byl proveden 10. 4. 2018. Přesnější lokalizaci odebraných vzorků ukazují obrázky 4 a 5. Vzorky byly odebrány z více částí zkoumané lokality, aby byla zajištěna komplexnost materiálu. Odběr byl uskutečněn za pomoci prosévacího pytle 9 mm x 7 mm.

Veškeré vzorky byly náležitě označeny pro pozdější identifikaci (štítek s označením lokality a datem sběru). Prosátý substrát, který byl určen k prozkoumání, jsem ponechala zcela proschnout, aby později nedošlo k zahnívání a možnému poškození. Následně jsem vybrala vhodnou nádobu s vodou, do které jsem po malých částech sypala vzorky půdy a pod lupou za pomoci entomologické pinzety vybírala vyplavené ulity plžů. Na vodní hladině mrtvé schrány plžů plavou a jejich identifikace ve vzorku je snazší. Tento proces je nezbytný ke správnému vyjmutí všech zástupců půdních živočichů a k následnému určení. Celý proces jsem opakovala s jedním vzorkem dvakrát, aby byla zajištěna maximální správnost zpracování zkoumané půdy. Poté následovalo přímé určování nalezených druhů živočichů v laboratoři dle určovacího klíče (Horsák a kol. 2013). Pod binolupou jsem třídila jednotlivé taxony a přiřadila je k jednotlivým druhům, přesné počty nalezených jedinců jednotlivých druhů jsem zanesla do tabulky. Tato tabulka obsahuje název živočicha v české podobě, počet jedinců a místo, kde byl živočich nalezen. Tabulku s těmito základními údaji lze později kdykoliv rozšířit o další zkoumané části.

Nasbíraný a určený materiál byl zrevidován vedoucím práce Mgr. Vladimírem Vrabcem, Ph.D., a vzorky jsou archivovány na Katedře zoologie a rybářství.

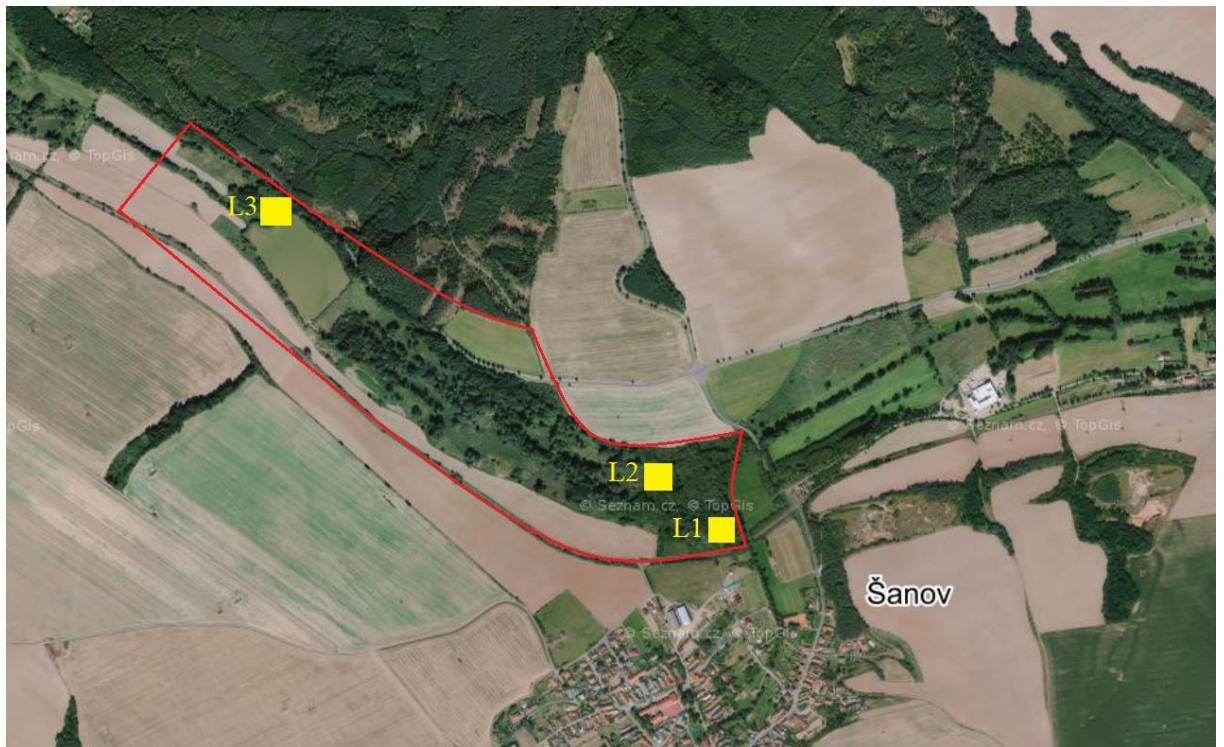
Obr. 4: Místa odběru prosevů pro průzkum malakofauny Senomaty. Zdroj: vlastní zákres do podkladů veřejně dostupných z <www.mapy.cz>



L1 (Lokalita 1) – louka

L2 (Lokalita 2) – břeh potoka pod strání

Obr. 5: Místa odběru prosevů pro průzkum malakofauny Šanov. Zdroj: vlastní zákres do podkladů veřejně dostupných z <www.mapy.cz>



L1 (Lokalita 1) – můstek

L2 (Lokalita 2) – lužní les

L3 (Lokalita 3) – rybník, lužní les a rákos

4.3 Metody užití k hodnocení vzorků

Na základě sebraných dat byly vybrány statistické metody, kterými lze kvalitu prostředí vyhodnotit. Pro tuto diplomovou práci byly použity následující ekologické indexy: Simpsonův index diverzity prostředí, Jaccardův a Sørensenův index podobnosti společenstev.

4.3.1 Simpsonův index diverzity (D)

Tento index hodnotí ekologickou rozmanitost prostředí. Vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou se mohou ve společenstvu setkat dva jedinci, kteří budou náležet ke stejnému druhu. Nabývá hodnot od 0 – 1. Čím blíže je výsledná hodnota číslu 1, tím větší je ekologická diverzita. S rostoucí diverzitou naopak klesá druhová dominance společenstev.

Prostředí nejvíce ovlivňují dominantní druhy, které do značné míry charakterizují danou lokalitu. Pokud dojde k vymizení dominantních druhů, mění se i celkový chod biotopu (Kovář, 2008).

Výsledné hodnoty indexu jsou znázorněny v tabulce 3. Data pro výpočet se nachází v tabulkách 1 a 2, kde jsou vypsány veškeré druhy, které byly v lokalitách nalezeny.

$$D = 1 - \sum (n_i / N)^2$$

n_i = počet jedinců daného druhu

N = celkový počet jedinců všech nalezených druhů

Simpsonův index jsem spočetla pro jednotlivé prosevové vzorky zvlášť a pak pro obě lokality z celkového materiálu dohromady.

4.3.2 Jaccardův (IS_J) index podobnosti

Tento index vyjadřuje procentuální podobnost dvou či více společenstev. Porovnává počet druhů, který je společný pro obě společenstva, s počtem druhů, které jsou odlišné. Čím je hodnota výsledného koeficientu vyšší, tím jsou hodnocená stanoviště podobnější. Patří mezi primárně používané indexy (Kovář, 2008).

Výsledné hodnoty indexu jsou znázorněny v tabulkách 4 a 5. Data pro výpočet se nachází v tabulkách 1 a 2. Tabulky zobrazují procentuální podobnost dvou srovnávaných lokalit (tabulka 4) a procentuální podobnost jednotlivých vzorků obou oblastí mezi sebou (tabulka 5).

$$IS_j = \frac{C}{A+B-C} * 100$$

A a B = počet druhů v jednotlivých lokalitách

C = počet druhů, který je společný pro obě společenstva

4.3.3 Sørensenův index podobnosti (S)

Tento index vychází z Jaccardova indexu podobnosti a je jakousi novější modifikací indexu podobnosti. Rovněž porovnává podobnost dvou společenstev v procentuálních hodnotách. Čím je výsledek vyšší hodnoty, tím jsou si společenstva druhově podobnější (Kovář, 2008). Tabulka 4 a 5 je spočtena pro obě tyto modifikace indexu.

$$S = \frac{2 * C}{A+B} * 100$$

A a B = počet druhů v jednotlivých lokalitách

C = počet druhů, který je společný pro obě společenstva

5 Výsledky

Ve zkoumaných lokalitách bylo provedeným průzkumem nalezeno celkem 19 druhů plžů. V současné době není žádný z nalezených druhů veden v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky dle Hejdy a kol. (2017), v minulosti však některé z těchto druhů v tomto seznamu vedeny byly.

5.1 Oblast Senomaty – výsledky vlastního sběru

V území v okolí Senomat byly odebrány dva prosevové sběry (přesná lokalizace obr. 4), ve kterých bylo souhrnně nalezeno celkem 10 druhů plžů z 8 čeledí. Vzhledem k tomu, že celá lokalita vykazuje značné antropogenní vlivy, bylo podle předpokladu zjištěno i poměrně nízké druhové zastoupení. Dominujícím druhem lokality je jednoznačně *Discus rotundatus*, který byl nalezen v počtu 60 kusů. Přehled zjištěných druhů zobrazuje tabulka 1.

Tabulka 1: Výsledky vlastního sběru u Senomat, Červený seznam dle Hejdy a kol. (2017)

Rod	Druh	Autor a rok popisu	Počet jedinců celkem	Červený seznam	L1	L2
<i>Aegopinella</i>	<i>nitidula</i>	(Draparnaud, 1805)	3	-	2	1
<i>Carychium</i>	<i>tridentatum</i>	(Risso, 1826)	1	-		1
<i>Cepaea</i>	<i>hortensis</i>	(Müller, 1774)	13	-	13	
<i>Cochlicopa</i>	<i>lubrica</i>	(Müller, 1774)	2	-		2
<i>Discus</i>	<i>rotundatus</i>	(Müller, 1774)	60	-	53	7
<i>Galba</i>	<i>truncatula</i>	(Müller, 1774)	1	-		1
<i>Monachoides</i>	<i>incarnatus</i>	(Müller, 1774)	3	-	3	
<i>Nesovitrea</i>	<i>hammonis</i>	(Ström, 1765)	3	-	1	2
<i>Trochulus</i>	<i>hispidus</i>	(Linnaeus, 1758)	4	-	2	2
<i>Vitrina</i>	<i>pellucida</i>	(Müller, 1774)	1	-		1

L1 (Lokalita 1) – louka

L2 (Lokalita 2) – břeh potoka pod strání

5.2 Oblast Šanov – výsledky vlastního sběru

Druhu zkoumanou lokalitou, která byla hodnocena, je oblast Šanov. V místě byly uskutečněny tři odběry prosevu (přesná lokalizace obr. 5) s celkovým zachyceným počtem 17 druhů reprezentujících 15 čeledí. Jednoznačným dominujícím druhem všech vzorků je *Alinda biplicata*, které bylo nalezeno celkem 263 kusů. Území Šanov je druhově i početně výrazně faunisticky bohatší oproti území Senomaty.

Tabulka 2: Výsledky vlastního sběru u Šanova, Červený seznam dle Hejdy a kol. (2017)

Rod	Druh	Autor a rok popisu	Počet jedinců celkem	Červený seznam	L1	L2	L3
<i>Aegopinella</i>	<i>nitidula</i>	(Draparnaud, 1805)	2	-	2		
<i>Alinda</i>	<i>biplicata</i>	(Montagu, 1803)	263	-	147	30	86
<i>Carychium</i>	<i>minimum</i>	Müller, 1774	2	-			2
<i>Cepaea</i>	<i>hortensis</i>	(Müller, 1774)	2	-	2		
<i>Cochlicopa</i>	<i>lubrica</i>	(Müller, 1774)	22	-	5	5	12
<i>Discus</i>	<i>rotundatus</i>	(Müller, 1774)	9	-		9	
<i>Euconulus</i>	<i>fulvus</i>	(Müller, 1774)	2	-			2
<i>Euconulus</i>	<i>praticola</i>	(Reinhardt, 1883)	1	-		1	
<i>Monachoides</i>	<i>incarnatus</i>	(Müller, 1774)	16	-	7	2	7
<i>Nesovitrea</i>	<i>hammonis</i>	(Ström, 1765)	6	-		6	
<i>Punctum</i>	<i>pygmaeum</i>	(Draparnaud, 1801)	2	-	2		
<i>Succinea</i>	<i>oblonga</i>	(Draparnaud, 1801)	1	-	1		
<i>Succinea</i>	<i>putris</i>	(Linnaeus, 1758)	31	-		4	27
<i>Trochulus</i>	<i>hispidus</i>	(Linnaeus, 1758)	83	-	78	2	3
<i>Vertigo</i>	<i>pusilla</i>	Müller, 1774	1	-			1
<i>Vitrina</i>	<i>pellucida</i>	(Müller, 1774)	13	-	10		3
<i>Zonitoides</i>	<i>nitidus</i>	(Müller, 1774)	27	-	10		17

L1 (Lokalita 1) – můstek

L2 (Lokalita 2) – lužní les

L3 (Lokalita 3) – rybník, lužní les a rákos

5.3 Statistické výstupy

Pro statistické výstupy byla použita data z tabulek 1 a 2. Tyto tabulky uvádí konkrétní čísla počtu nalezených jedinců ve vybraných lokalitách.

Jako první byl spočten Simpsonův index diverzity pro výpočet rozmanitosti jednotlivých lokalit v rámci druhů (tabulka 3). Jaccardův index byl spočten dvakrát – poprvé pro výpočet podobnosti oblastí Senomaty a Šanov (tabulka 4) a podruhé pro porovnání jednotlivých sběrů obou oblastí mezi sebou (tabulka 5). Spolu s Jaccardovým indexem byl spočten také Sørensenův index v tabulkách 4 a 5.

5.3.1 Simpsonův index diverzity

Vyšší diverzitu na základě indexu vykazuje okolí Šanova, protože hodnota se blíží 1. Pokud ale hodnotíme samostatně jednotlivé prosevy, tak musím konstatovat, že absolutně nejvyšší diverzitu vykázal prosev z nivy potoka u Senomat.

Tabulka 3: Výpočet Simpsonova indexu diverzity pro faunu měkkýšů pro lokality Šanov a Senomaty. Sloupce L1 a L2, L1 – L3 jsou výsledky pro jednotlivé prosevy.

Simpsonův index diverzity	Senomaty		Šanov		
	L1	L2	L1	L2	L3
	0,45	0,78	0,60	0,69	0,66
	0,54		0,66		

5.3.2 Jaccardův a Sørensenův index podobnosti pro Senomaty a Šanov

Výsledky výpočtu srovnávacích indexů jsou uvedeny v tabulkách 4 a 5 níže. Pro lepší orientaci v tabulkách jsou výsledné hodnoty odlišeny barevně. Výsledky Jaccardova indexu podobnosti jsou znázorněny zelenou barvou, výsledky Sørensenova indexu podobnosti jsou znázorněny modrou barvou. Srovnáváme-li lokality jako celek, pak je zjištěná podobnost poměrně malá (tabulka 4).

Tabulka 4: Výsledky porovnání lokalit Senomaty a Šanov pro faunu měkkýšů dle Jaccardova a Sørensenova indexu podobnosti pro obě oblasti ze všech vzorků dohromady.

Lokalita	Senomaty	Šanov
Senomaty	X	42 %
Šanov	59 %	X

Nízkou podobnost zjišťujeme i u jednotlivých vzorků navzájem (tabulka 5).

Tabulka 5: Výsledky Jaccardova a Sørensenova indexu podobnosti pro jednotlivé vzorky prosevu z lokalit Senomaty a Šanov.

Lokalita	Senomaty L1	Senomaty L2	Šanov L1	Šanov L2	Šanov L3
Senomaty L1	X	40 %	33 %	40 %	23 %
Senomaty L2	57 %	X	29 %	33 %	20 %
Šanov L1	50 %	44 %	X	29 %	43 %
Šanov L2	57 %	50 %	44 %	X	38 %
Šanov L3	25 %	33 %	60 %	13 %	X

6 Diskuze

6.1 Charakteristika lokalit a druhové srovnání

K srovnání byla vybrána dvě území v okrese Rakovník, a to okolí obcí Senomaty a Šanov. Cílem této studie bylo vyhodnotit, které ze srovnávaných území spíše doporučit k vybudování vodního díla. Stejným lokalitám se věnoval i vedoucí této práce o rok dříve (Vrabec 2017a,b).

Vrabec (2017a) uvádí ve své práci ohledně území Senomaty 9 nalezených druhů plžů. Ve vlastních sběrech, které jsou hodnoceny v této práci bylo identifikováno 10 druhů plžů. Oproti výzkumu Vrabce (2017a) bylo současným sběrem zjištěno 6 dalších druhů. Konkrétně se jedná o druhy: *Aegopinella nitidula*, *Cepaea hortensis*, *Galba truncatula*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Trochulus hispidus*. Naopak Vrabec (2017a) doložil 4 druhy, které nebyly nalezeny ve sběrech této práce. Jedná se o druhy: *Euomphalia strigella*, *Helix pomatia*, *Succinea putris* a *Zonitoides nitidus*. Domnívám se, že odlišnosti v obou výzkumech mohly vzniknout následkem jiného provedení odběrů (např. větší objem vzorku), odběrů z jiných částí oblasti či počtem odběrů. Vrabec (2017a) provedl v lokalitě tři odběry, pro tuto práci byly zpracovány pouze dva odběry. Dalším důvodem mohou být odlišnosti v odběrných metodách, díky kterým část jedinců nemusela být zachycena či přehlédnutí miniaturních jedinců v přebíraném vzorku daným nezkušeností autorky této práce při třídění. Na zkoumaném území Senomat nebyl zachycen žádný plž, který by byl současnou literaturou posuzován jako ohrožený. Ohrožené druhy nebyly nalezeny ani v práci Vrabce (2017a). Početnost i druhová diverzita odpovídá antropogennímu zatížení lokalit. I přes druhové odlišnosti obou výzkumů však lze konstatovat, že území Senomat je faunisticky chudá oblast a přežívají zde pouze druhy nenáročné na prostředí.

Druhou zkoumanou oblastí bylo území u Šanova, kde bylo identifikováno 17 druhů plžů. Vrabec (2017b) určil ve svém výzkumu 23 druhů. V tomto případě byla druhová diverzita vyšší než můj vlastní výsledek. Oproti studii z roku 2017 bylo zjištěno 5 odlišných druhů. Konkrétně se jedná o *Carychium minimum*, *Cepaea hortensis*, *Euconulus praticola*, *Punctum pygmaeum* a *Succinea oblonga*. Vrabec (2017b) má tyto odlišné druhy: *Arion vulgaris*, *Carychium tridentatum*, *Bulgarica cana*, *Helix pomatia*, *Petasina unidentata*, *Limax cinereoniger*, *Galba truncatula*, *Radix auricularia*, *Gyraulus albus* a *Vallonia enniensis*. Odlišnosti obou prací příkládám rovněž možnému přehlédnutí či odlišným odběrným metodám. V obou výzkumech bylo v tomto případě odebráno stejné množství vzorků, liší se

však místa odběrů, což může být zásadní, protože odebírající s malou zkušeností neumí vytipovat místo, kde by bylo možno očekávat významnější nález a prosévá více méně náhodně. I tímto způsobem mohla vzniknout zmiňovaná druhová odlišnost.

V předkládané studii nebyly identifikovány žádné ohrožené druhy dle Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky (Hejda a kol., 2017). Oproti tomu Vrabec (2017b) identifikoval ve své studii dva ohrožené druhy. Jedná se o druhy *Bulgarica cana* se stupněm ohrožení EN – tedy ohrožený a *Vallonia enniensis* se stupněm ohrožení CR – tedy kriticky ohrožený.

Ze všech dostupných informací vyplývá, že území u Šanova je z hlediska měkkýší fauny druhově výrazně bohatší než území u Senomat a podle Vrabce (2017b) se zde vyskytují i citlivé druhy z Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky. Vyšší význam lokality dokládá i ověření statistickými metodami.

6.2 Charakteristiky nalezených druhů měkkýšů (Mollusca)

Následují stručné charakteristiky druhů, které byly nalezeny na sledovaných lokalitách. Druhy jsou seřazeny abecedně podle českého názvu. Charakteristiky byly zpracovány dle literatury Ložek (1948) a Horsák a kol. (2013). Veškeré nalezené druhy patří mezi plže řazené do podtřídy Pulmonata. U komentovaných druhů je vždy nejdříve uvedeno vyobrazení a potom následuje stručný popis.

Obr. 6: Bahnatka malá *Galba truncatula* (O. F. Müller, 1744)

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



Čeď: plovatkovití - Lymnaeidae

Jedná se o drobného vodního plže s velikostí ulity cca 5 - 12 mm. Jednotlivé závitky ulity jsou oblé a končí kulatým hrotem. Převažující barva ulity je světle hnědá. Tento druh bahnatky lokalizujeme na hranici vody a souše. Jedná se o druh, který je vázán na břehy

vodních ploch. Preferuje stojaté vody, případně bažiny. Jedná se o parazitologicky významný druh, protože je mezihostitelem mnoha druhů motolic a hlístic. V ČR hojná.

Ze srovnávaných území byl tento druh vlastním sběrem zachycen pouze u Senomat v počtu 1 kus v lokalitě L2. Podle Ložka (1948) je tato plovatka nejběžnějším českým zástupcem zmiňované čeledě a vyskytuje se po celém území Čech ve vlhkých oblastech.

Obr. 7: Blyštivka rýhovaná *Nesovitrea hammonis* (Ström, 1765)

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



Čeľad': skelnatkovití - Oxychilidae

Plž velikosti cca 4,3 mm má nahnědlé zbarvení a vysoký lesk ulity. Existují i albinotičtí jedinci. Ekologická valence je široká – lesy, břehy řek, mokřiny, otevřená i uzavřená prostranství. Může přežívat i v sušších oblastech. Je tedy velmi přizpůsobivým živočichem. Pionýrský druh – obývá nově vznikající lokality. V ČR běžný druh.

Ze srovnávaných lokalit byl druh zachycen v obou územích s celkovým počtem 9 kusů. Z toho 6 kusů bylo nalezeno u Senomat, zbylé 3 kusy v lokalitách u Šanova.

Obr. 8: Boděnka malinká *Punctum pygmaeum* (Draparnaud, 1801)

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



Čeľad': boděnkovití - Punctidae

Velmi drobný plž s velikostí schrány jen 1,2 - 1,6 mm. Celá ulita je hustě pruhovaná s lesklým základem, plochého charakteru. Barva v odstínech hnědé. Nenáročná na prostředí –

lze nalézt na vlhkých i suchých stanovištích. V přírodě nacházíme pod kůrou a listy, v mechu, ve skalách, v sutích apod. Byl zaznamenán výskyt i ve vyšších oblastech, přibližně do 2500 m n. m. Na našem území není ohrožena, výskyt běžný.

Druh nalezen pouze na území u Šanova s celkovým počtem 2 kusů v lokalitě L1. Horsáka a kol. (2013) souhlasí s informacemi Ložka (1948) a popisuje druh ve stejných biotopech.

Obr. 9: Jantarka obecná *Succinea putris* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: www.animalbase.uni-goettingen.de



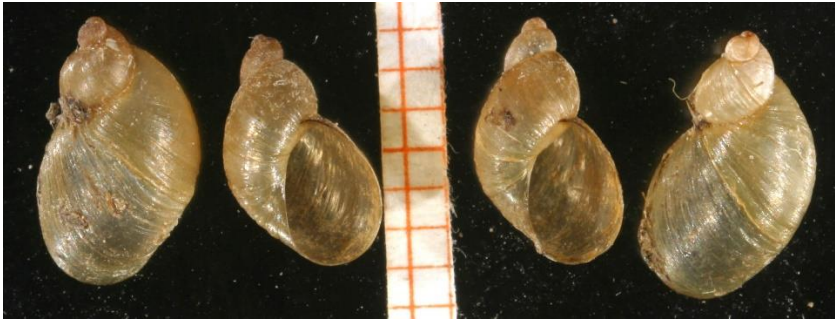
Čeleď: jantarkoví - Succineidae

Plž velikosti cca 22 mm s jantarově žlutou ulitou, od které je odvozen český název, je vlhkomilný a vyskytuje se převážně v nížinách v břehových porostech, přichycen na vegetaci, obecně preferuje vlhká stanoviště. Na našem území tvoří početné populace. V parazitologii je uváděn jako mezihostitel motolice podivné - *Urogonimus macrostomus* (Rudolphi, 1802). Vývojová stádia této motolice způsobují zduření tykadel a nakažení jedinci jsou tak lákavější pro predátory. V chovu a při manipulaci je tedy důležité dbát na důslednou zoohygienu.

Druh zachycen na území Šanov v počtu 31 kusů v lokalitách L2 a L3. Dle Ložka (1948) je druh rozšířen převážně v nížinách, v horách pouze lokálně a v nízkých počtech.

Obr. 10: **Jantarka podlouhlá *Succinea oblonga* (Draparnaud, 1801)**

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



Čeleď: jantarkoví - Succineidae

Velikost schránky cca 8 mm odlišuje tohoto plže od velmi podobného druhu – jantarky obecné. Ulita je jantarově žlutá, může být ale zbarvena lehce do červena. Preferuje vlhká stanoviště – při krajích řek, vlhké louky, mokřady atd. Výskyt na otevřených plochách s malým množstvím vegetace. Velmi často se rozšiřuje do okolí v gastrointestinálním traktu ptáků. Na našem území není ohrožena.

Zachycen pouze jediný exemplář v oblasti u Šanova v lokalitě L1. Dle Ložka (1948) je tento druh jantarky nejméně vázán na vodní prostředí. Považuje ji za nejhojnější jantarku na našem území.

Obr. 11: **Kuželík drobný *Euconulus fulvus* (O. F. Müller, 1774)**

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



Čeleď: kuželíkoví - Euconulidae

Velikost tohoto drobného plže se pohybuje okolo 3 mm. Ulita je nahnědlé barvy s lesklou schránkou a těsně přisedajícími závití kulovitého tvaru. V České republice je velmi hojným druhem. Upřednostňuje vlhká stanoviště, povodí řek, lesy i otevřené krajiny. Často ho nalezneme pod kůrou kořenů. V suchých oblastech se nevyskytuje. Považován za nenáročný druh.

Ze srovnávaných území byl kuželík drobný nalezen v počtu 2 kusů v lokalitě L3.

Obr. 12: **Kuželík tmavý** *Euconulus praticola* (Reinhardt, 1883)

Zdroj: www.animalbase.uni-goettingen.de



Čeleď: kuželíkovití - Euconulidae

Tento drobný plž dorůstá velikosti okolo 3 - 3,5 mm, tmavě hnědé barvy, existují i jedinci úplně černí. Velmi podobný s kuželíkem drobným. Oproti němu je však nepatrně větší, zaoblenější a výrazně tmavší barvy. Striktně hygofilní druh – zdržuje se vždy v blízkosti vodních toků, mokřadů, podmáčených luk apod. V ČR je výskyt běžný.

Zachycen jediný exemplář v lokalitě L2. Ložek (1948) tento druh ve své práci neuvádí.

Obr. 13: **Oblovka lesklá** *Chochlicopa lubrica* (O. F. Müller, 1774)

Zdroj: www.biolib.cz



Čeleď: oblovkovití - Cochlicopidae

Plž s velikostí ulity cca 6 - 7 mm je pro Českou republiku běžně se vyskytujícím druhem. Obývá různorodá prostředí od nížin až po horské oblasti s vazbou na vlhké biotopy.

Druh nalezen na obou srovnávaných územích s celkovým počtem 24 kusů. Z toho 2 kusy v lokalitě L2 u Senomat, zbylých 22 kusů ve všech třech lokalitách u Šanova. Ložek (1948) považuje druh za velmi rozšířený s vazbou na vlhká stanoviště, zároveň ale uvádí, že někteří jedinci jsou schopni přežívat v sušších oblastech.

Obr. 14: **Páskovka keřová** *Cepaea hortensis* (O. F. Müller, 1774)

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



Čeleď: hlemýžďovití - Helicidae

Šířka ulity cca 19 - 21 mm s charakteristickými pruhy pro tento druh. Jedinci jsou barevně velmi variabilní. Výskyt od žluté barvy pruhů po narůžovělou. Preferuje vlhčí stanoviště lesů, parků či zahrad. V České republice velmi hojná.

Ze srovnávaných území zachycen na obou územích s celkovým počtem 15 kusů. Z toho 13 kusů v lokalitě L1 území Senomaty a 2 kusy v lokalitě L1 u Šanova. Dle Ložka (1948) se zdržuje na vlhčích stanovištích, druh popisuje i ve skalách a v křovinách. Nejvyšší koncentrace druhu je dle této literatury uváděna v pahorkatinách.

Obr. 15: **Síměnka nejmenší** *Carychium minimum* Müller, 1774

Zdroj: www.naturabohemica.cz



Čeleď: melampovití - Ellobiidae

Protažená oválná ulita je šířky cca 0,7 - 1 mm sklovité či poloprůhledné barvy s nahnědlým kulatým vrcholem. Snadno lze zaměnit se síměnkou trojzubou. Liší se širší a oválnější ulitou. Vyskytuje se ve vlhčích oblastech – mokřady, prameniště, vlhké louky, atd. Jeden z nejpočetnějších zástupců vlhkých stanovišť. V ČR je výskyt hojný.

Ze srovnávaných území druh zachycen pouze na území u Šanova v počtu 2 kusů v lokalitě L3. Ložek (1948) i Horsák a kol. (2013) uvádějí druh ze stejných vlhkých biotopů.

Dále uvádějí, že se může v přírodě přirozeně setkávat s podobným druhem *Carychium tridentatum* a tvořit početné společné populace.

Obr. 16: Síměnka trojzubá *Carychium tridentatum* (Risso, 1826)

Zdroj: www.arkive.org



Čeleď: melampovítí - Ellobiidae

Tento drobný plž o velikosti nepřesahující 2 mm se vyskytuje převážně ve vlhkých oblastech otevřených stanovišť a také v lesích ve vyšších polohách. Tomuto druhu nevádí kyselá půda. Jeho specifická poloprůsvitná ulita má tři zuby. V České republice je hojným druhem.

Jediný exemplář zachycen pouze v lokalitě L2 u Senomat. Ložek (1948) uvádí, že se tento druh vyskytuje i v sušších oblastech, často vzdálený od vodních toků.

Obr. 17: Sítovka lesklá *Aegopinella nitidula* (Draparnaud, 1805)

Zdroj: www.biolib.cz



Čeled': skelnatkovití - Oxychilidae

Velikost ulity cca 10 mm. Schránka je tenkostěnná a lesklá. Zbarvení od hnědé po tmavě červenou. Sítovky vyhledávají vlhká prostředí – ústí řek, lužní lesy, bažiny, nivy řek atp. V České republice v menších počtech, není však považována za ohroženou.

Ze srovnávaných území byl druh zachycen v obou oblastech s celkovým počtem 5 kusů. Z toho 3 kusy v lokalitách u Senomat a dva kusy u Šanova v lokalitě L1. Determinace druhu je poměrně obtížná a může být zaměněn. Vzhledem k tomu, že byl k dispozici pouze konchylogický materiál, nemohla být determinace ověřena pitvou.

Obr. 18: Skleněnka průsvitná *Vitrina pellucida* (O. F. Müller, 1774)

Zdroj: www.animalbase.uni-goettingen.de



Čeled': skleněnkovití - Vitrinidae

Velikost cca 6 mm řadí tento druh mezi menší plže. Specifikem a zajímavostí u tohoto druhu je poloprůsvitná ulita nahnědlé barvy. Jako jediný druh ze své čeledi je tato skleněnka schopna se téměř celá zatáhnout do své ulity. Zdržuje se ve vlhkých a stinných biotopech. Její rozšíření je vázáno na kontakt s ptáky, kteří tohoto plže v peří roznášejí (např. pěnice hnědokřídla). V České republice hojně rozšířena, rovněž synantropní druh.

Ze srovnávaných území byl druh zachycen na obou stanovištích s celkovým počtem 14 kusů. Z toho jeden exemplář v lokalitě L2 u Senomat, ostatní jedinci v lokalitách L1 a L3 u

Šanova. Ložek (1948) tento druh popisuje jako velmi přizpůsobivý a uvádí ho jako jednoho z nejrozšířenějších druhů českých plžů.

Obr. 19: Srstnatka chlupatá *Trochulus hispidus* (Linnaeus, 1758)

Zdroj: www.naturfoto.cz



Čeleď: vlahovkovití - Hygromiidae

Velikost ulity dosahuje zhruba 8,5 mm, je kulovitěho tvaru s pravidelnými těsnými závití. Žije v oblastech se zvýšenou vlhkostí či v okolí řek. Častý výskyt je monitorován v listnatých lesích. Synantropní živočich s nízkou náročností na půdní vlastnosti. V ČR hojná.

Ze srovnávaných území byl druh zachycen v obou lokalitách s celkovým počtem 87 kusů. Z toho 4 kusy v obou lokalitách u Senomat a 83 kusů ve všech lokalitách u Šanova.

Obr. 20: Vlahovka narudlá *Monachoides incarnatus* (O. F. Müller, 1774)

Zdroj: www.animalbase.uni-goettingen.de



Čeleď: vlahovkovití - Hygromiidae

Vlahovky patří mezi středně velké plže s velikostí ulity cca 12 -14 mm. Ulita je narůžovělé barvy s charakteristickými tmavými skvrnami. Povrch schránky je matný. Český název je odvozen od narůžovělé barvy při ústí ulity. Díky tomuto specifiku se rozpoznává od ostatních druhů vlahovek. Obývá různé lesní biotopy, nejčastěji však listnaté lesy, okolí vodních toků či skály. Synantropní – parky, zahrady apod. Na našem území je výskyt běžný.

Tento druh byl zachycen na obou srovnávaných stanovištích s celkovým počtem 19 kusů. Z toho 3 kusy v lokalitě L1 u Senomat a 16 kusů ve všech třech lokalitách u Šanova.

Obr. 21: Vrásenka okrouhlá *Discus rotundatus* (O.F. Müller, 1774)

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



Čeleď: vrásenkovití - Discidae

Plž s velikostí ulity cca 5,5 - 6,5 mm. Lze jej nalézt na mnoha stanovištích od nížin až po horské oblasti. Většinou upřednostňuje lesy, kde se skrývá pod kameny či křovinami. Synantropní druh. Základní barva ulity nažloutlá až hnědá, s výrazným žebrováním. Evolučně se jedná o velmi starý druh. Na našem území je výskyt běžný.

Ze srovnávaných lokalit byl druh nalezen na obou stanovištích s celkovým počtem 69 kusů. Z toho 60 kusů v obou lokalitách u Senomat a 9 kusů v lokalitě L2 u Šanova. Horsák a kol. (2013) uvádí o tomto druhu stejné informace jako Ložek (1948). Ložek (1948) dále uvádí, že druh lokalizoval spíše na teplejších stanovištích. Druh proniká i na stanoviště synantropní.

Obr. 22: Vrkoč lesní *Vertigo pusilla* O. F. Müller, 1774

Zdroj: www.biolib.cz



Čeleď: vrkočovití - Vertiginidae

Suchozemský druh plže dorůstající velikosti cca 1,6 - 2,1 mm má lesklou schránku hnědé barvy. Zakončení ulity tupé. V ústí ulity 6 - 7 charakteristických zubů. Je jedním ze

dvou levotočivých druhů vrkoče. Striktně lesní druh, který se zdržuje spíše ve vlhkých místech lesa, na sutích apod. V suchých oblastech se nevyskytuje. Na našem území hojným druhem.

Jediný exemplář byl zachycen v lokalitě L3 u Šanova. Ložek (1948) popisuje tento druh jako druh lesní s nejčastějším místem výskytu v pahorkatinách a nižších pásmech hor, s preferencí vlhkých stanovišť.

Obr. 23: Vřetenatka obecná *Alinda biplicata* (Montagu, 1803)

Zdroj: www.animalbase.uni-goettingen.de



Čeled': závornatkovití - Clausiliidae

Tento plž s délkou ulity cca 16 - 18 mm, charakteristickou ulitou a hnědavým zbarvením je na území České republiky velmi hojným a synantropním druhem. Patří do čeledi závornatkovití (*Clausiliidae*), která obecně vykazuje velmi malé anatomické rozdíly mezi jednotlivými druhy. Vřetenatka obecná je rozpoznatelná podle charakteristického ústí ulity. Preferuje spíše nížinaté oblasti, kde obývá vlhké lesy, skály, často také zahrady, parky apod.

Z porovnávaných území byl druh zachycen ve všech třech lokalitách stanoviště Šanov v celkovém počtu 263 kusů. Ložek (1948) přisuzuje tomuto druhu především skalnaté biotopy a sutě.

Obr. 24: **Zemounek lesklý *Zonitoides nitidus* (O. F. Müller, 1774)**

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



Čeleď: zemounkovití - Gastrodontiidae

Ulita velikosti cca 6 mm, hnědé či šedočerné barvy. Výskyt ve vlhkých biotopech, soustředěn na okrajích rybníků, v močálech či na jiných výrazně vlhkých stanovištích. Jsou masožravci, existují záznamy i o kanibalismu. Na našem území není ohrožen a výskyt je běžný. Tento plž je velmi aktivní a na svůj druh je velice pohyblivý.

Z porovnávaných území byl druh zachycen pouze u Šanova v lokalitách L1 a L3 v celkovém počtu 27 kusů. Ložek (1948) popisuje druh ve stejných lokalitách jako Horsák a kol. (2013). Dle této literatury rovněž všeobecně rozšířen bez známek ohrožení.

6.3 Zhodnocení statistických výstupů

6.3.1 Simpsonův index diverzity (D)

Z výsledků Simpsonova indexu diverzity v tabulce 3 je patrné, že vyšší diverzitu prostředí vykazuje zkoumané území u obce Šanov s výslednou hodnotou 0,66. Index nabývá hodnot od 0 do 1, což prokazuje, že lokality Šanova vykazují stabilnější a vhodnější podmínky pro měkkýší populace oproti druhému zkoumanému území u Senomat.

Výsledná souhrnná hodnota pro lokality u Senomat je 0,54, což odpovídá nižšímu druhovému zastoupení a tedy i nestabilnějšímu prostředí. Tento výsledek lze přisuzovat výraznému antropogennímu stavu prostředí již při prvotním odběru půdy.

Překvapivé však je, že pokud hodnotíme samostatně jednotlivé prosevy, nejvyšší diverzitu vykazuje jedno ze zkoumaných stanovišť u Senomat s celkem 8 zachycenými druhy. Jednalo se o okraj lesa a okolí potoka. Vlhčí stanoviště jsou pro výskyt měkkýšů obecně příznivější i v jehličnatých lesních porostech (Ložek, 1948), navíc všechny nalezené druhy byly zastoupeny jen malým počtem jedinců, což je patrně důvod proč index takto vyšel – o dominanci se dělí větší počet druhů se srovnatelnou početností.

6.3.2 Jaccardův (IS_j) a Sørensenův (S) index podobnosti

Výsledky Jaccardova indexu ukazují podobnost obou porovnávaných lokalit. V tomto případě vyšla výsledná hodnota 42 %, což značí, že porovnávaná území hostí přibližně polovinu druhů stejných a druhou polovinu druhů odlišných. Tento výsledek ukazuje na malou podobnost lokalit. Stanoviště u Šanova je oblastí faunisticky bohatší neboť druhy zde nalezené a odlišné od území u Senomat jsou řádově ve vyšších číslech s větším zastoupením počtu druhů. Výpočtem Jaccardova indexu dále vyšlo najevo, že nejpodobnější lokality jsou Šanov L1 a Šanov L3, které vykazují podobnost 43 %. Tento výsledek odpovídá realitě, neboť obě lokality jsou vlhčího rázu a druhy v nich nalezené se nejvíce shodují nejvíce, jak je patrné z tabulky 2. Další významná podobnost je u lokalit Senomaty L1 a Šanov L2, které jsou si nejvíce podobné v rámci dvou posuzovaných území. Výsledná hodnota podobnosti je 40 %. Tento výsledek odpovídá realitě, jak je patrné z tabulek 1 a 2. Navazující Sørensenův index, který je novější modifikací Jaccardova indexu podobnosti, vykazuje obdobné výsledky podobností, i když s jinými čísly.

6.4 Testovaná hypotéza

Testovaná hypotéza, která zní: „Ze dvou posuzovaných ploch je z hlediska významu pro biodiverzitu krajiny vhodnější k zatopení území u Senomat.“, byla potvrzena.

Zkoumané území u Šanova je faunisticky bohatší a zachovalejší než druhé posuzované území u Senomat. Šanov vykazuje vyšší počty všech nalezených druhů i vyšší biodiverzitu, což dokazují tabulky a indexy, které byly sestaveny pro tuto práci. Navíc podle starších údajů Vrabce (2017b) zde byly zachyceny i druhy měkkýšů zařazené do Červeného seznamu ohrožených druhů České republiky.

Pro výstavbu vodní nádrže tedy jednoznačně doporučuji plochu vymezenou u obce Senomaty, kde bude ztráta části biotopu znamenat menší ekologické riziko.

7 Závěr

Současný svět přírodních věd klade velký důraz na ekologii a environmentalistiku. Důležitost, která je kladena na zachování celosvětové biodiverzity se postupem času stále zvyšuje a globalizace smýšlení lidí v oblasti biologie nabývá nových rozměrů. Biodiverzita je tedy pro současné ochranné organizace jedna z nejdůležitějších otázek. Destrukce všech typů ekosystémů, která v minulosti probíhala globálně je pro současnou dobu alarmující a výzkumy se tedy zaměřují na jejich fungování a nápravu.

Význam této diplomové práce spočíval v porovnání dvou území - u Senomat a Šanova - která jsou plánovaná k zátopě a pro budoucí výstavbu vodního díla. Cílem práce tedy bylo vyhodnotit ochranný význam území ze dvou posuzovaných a doporučit méně významnou lokalitu pro zástavbu. Stanovená hypotéza tedy byla navržena takto: „Ze dvou posuzovaných ploch je z hlediska významu pro biodiverzitu krajiny vhodnější k zatopení území u Senomat“.

Celkem bylo zjištěno 19 druhů měkkýšů. Z toho *Aegopinella nitidula*, *Carychium tridentatum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Galba truncatula*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Trochulus hispidus* a *Vitrina pellucida* v Senomatech. V okolí Šanova pak tyto druhy: *Aegopinella nitidula*, *Alinda biplicata*, *Carychium minimum*, *Cepaea hortensis*, *Cochlicopa lubrica*, *Discus rotundatus*, *Euconulus fulvus*, *Euconulus praticola*, *Monachoides incarnatus*, *Nesovitrea hammonis*, *Punctum pygmaeum*, *Succinea oblonga*, *Succinea putris*, *Trochulus hispidus*, *Vertigo pusilla*, *Vitrina pellucida* a *Zonitoides nitidus*. Index druhové diverzity vyšel ve vyšších hodnotách pro okolí Šanova. Srovnání vzájemné podobnosti lokalit ukazuje na poměrně malou podobnost. V okolí Šanova byly navíc v minulosti nalezeny významné druhy z hlediska ochrany přírody.

Dle výsledků doložených v této práci tak bylo prokázáno, že ze dvou posuzovaných stanovišť je území u Šanova faunisticky cennější a má význam ho chránit. K zástavbě tedy doporučuji území Senomaty.

Stanovená hypotéza byla potvrzena, a to v plném rozsahu.

8 Seznam literatury

- Armon, R. H. et al., 2015. Environmental Indicators. Springer. Netherlands. p. 366. ISBN: 978-94-017-9498-5.
- Barker, G. M. 2001. The biology of Terrestrial Molluscs. CABI Publishing. New Zealand. p. 560. ISBN: 0-85199-318-4.
- Barker, G. M., Efford, M. G. 2004. Predatory gastropods as natural enemies of terrestrial gastropods and other invertebrates. CABI Publishing. Wallingford. p. 644. ISBN: 0-85199-319-2.
- Beran, L. 1998. Vodní měkkýši ČR. ZO ČSOP Vlašim. Vlašim. s. 113. ISBN: 80-902469-4-X.
- Bouchet, P., Rocroi, J. P. 2005. Classification and nomenclator of gastropod families. ConchBooks. p. 397. ISBN: 3-925919-72-4.
- Brusca, R. C., Brusca, G. J. 2003. Invertebrates. 2nd. ed. Sinauer associates. Sunderland. p. 936. ISBN: 0878930973.
- Čupr, P., et al. 2010. Soil burdens of persistent organic pollutants. Their levels, fate and risks. Part III. Quantification of the soil burdens and related health risks in the Czech Republic. Science of the Total Environment. ISSN: 0048-9697.
- Dvořák, L. 2002. Nebezpečí pro zahrádky – plzák španělský. Šumava. 2002 (2). 24 – 25. ISSN: 1336-6939.
- El-Gendy, K. S., Radwan, M. A., Gad, A. F. 2009. In vivo evaluation of oxidative stress biomarkers in the land snail, *Theba pisana* exposed to copper-based pesticides. Chemosphere. 77 (3). 339 – 344.
- Hejda, R. 2017. Červený seznam ohrožených druhů České republiky bezobratlí. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. Praha. s. 612. ISBN: 978-80-88076-53-7.
- Horsák, M., Juříčková L., Pícka J. 2013. Měkkýši České a Slovenské republiky. Kabourek. Zlín. s. 264. ISBN: 9788086447155.
- Jeffery, S., et. al. 2010. European Atlas of soil biodiversity. European Commission. Luxembourg. p. 136. ISBN: 9789279158063.

- Kovář, P. 2008. Ekosystémová a krajinná ekologie. Karolinum. Praha. s. 89. ISBN: 978-80-246-1507-3.
- Ložek, V. 1948. Prodrómus českých měkkýšů. Matice Česká - Orbis. Praha. s. 177.
- Ložek, V. 1956. Klíč československých měkkýšů. SAV. Bratislava. s. 437.
- Nielsen, C. 2011. Animal Evolution: Interrelationships of the Living Phyla. Oxford University. USA - OSO. New York. ISBN: 9780199606023.
- Nyffeler, M. Symondson, W. O. C. 2001. Spiders and harvestmen as gastropod predators. *Ecological Entomology*. 26 (6). 617-628.
- Pergl, J., et al. 2016. Black, Grey and Watch Lists of alien species in the Czech Republic based on environmental impacts and management strategy. *NeoBiota*. 28. 1 - 37.
- Pfleger, V. 1988. Měkkýši. Artia. Praha. s. 191. ISBN: 5925682.
- Pfleger, V. 1999. České názvy živočichů III. Měkkýši (Mollusca). Národní muzeum. Praha. s. 112. ISBN: 80-7036-099-2.
- Ponder, W. F., Lindberg, D. R. 2008. Phylogeny and Evolution of the Mollusca. University of California Press. Berkeley. Los Angeles. England. p. 469. ISBN: 9780520250925.
- Pruner, L., Míka P. 1996. Seznam obcí a jejich částí v České republice s čísly mapových polí pro síťové mapování fauny (List of settlements in the Czech Republic with associated map field codes for faunistic grid mapping system). Česká společnost entomologická. Praha. s. 115. ISSN: 1210-6100.
- Rédei, G. P. 2008. Encyclopedia of Genetics, Genomics, Proteomics, and Informatics. 3rd Edition. Springer. Columbia. p. 2140. ISBN: 978-1-4020-6753-2.
- Rosenberg, G. 2014. Department of Malacology. American Malacological Society. 32 (2). 308 - 322.
- Truhaut, R. 1969. Dangers de l'ère chimique. *J. Chimie Pure et Appliquée*. 18. 111 – 128.
- Truhaut, R. 1977. Ecotoxicology: objectives, principles and perspectives. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 1 (2). 151-173.
- Vrabec, V. 2017a. Inventarizační průzkum Senomaty – území pro plánovanou vodní nádrž. Msc. depon in ČSOP, 13 s.

Vrabec, V. 2017b. Inventarizační průzkum Šanov – území pro plánovanou vodní nádrž. Msc. depon in ČSOP, 16 s.

Zrzavý, J. 2006. Fylogeneze živočišné říše. Scientia. Praha. s. 255. ISBN: 80-86960-08-0.

Internetové zdroje:

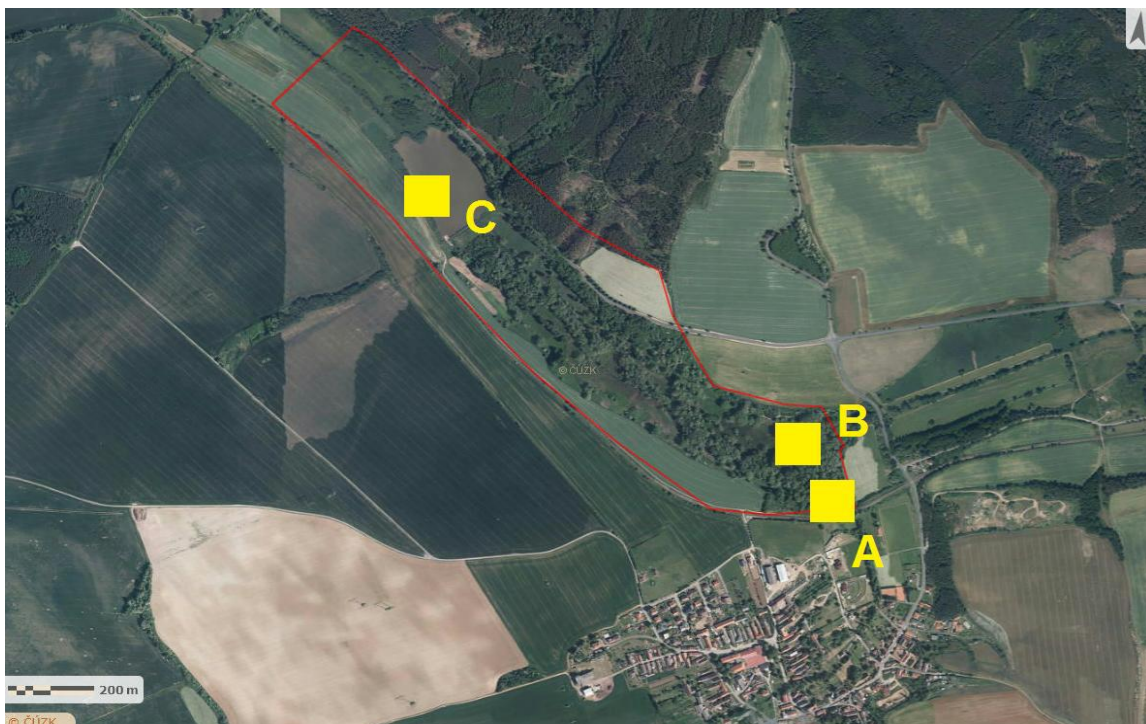
<http://www.marinespecies.org/>

9 Přílohy

Příloha 1: Zákres stanovišť odebíraných vzorků do zkoumaného území u Senomat – Vrabc, 2017a



Příloha 2: Zákres stanovišť odebíraných vzorků do zkoumaného území u Šanova – Vrabc, 2017b



Příloha 3: Tabulka nalezených druhů u Senomat. Zdroj: Vrabc (2017a)

Rod	Druh	Autor a rok popisu	Počet kusů	Červený seznam	L1	L2
<i>Carychium</i>	<i>tridentatum</i>	(Risso, 1826)	1	-	x	1
<i>Cochlicopa</i>	<i>lubrica</i>	(O. F. Müller, 1774)	9	-	3	6
<i>Discus</i>	<i>rotundatus</i>	(O. F. Müller, 1774)	38	-	19	19
<i>Zonitoides</i>	<i>nitidus</i>	(O. F. Müller, 1774)	20	-	15	5
<i>Cepaea</i>	<i>hortensis</i>	(O. F. Müller, 1774)	5	-	5	x
<i>Helix</i>	<i>pomatia</i>	Linnaeus, 1758	3	-	2	1
<i>Euomphalia</i>	<i>strigella</i>	(Draparnaud, 1804)	3	-	3	x
<i>Succinea</i>	<i>putris</i>	(Linnaeus, 1758)	2	-	1	1
<i>Vitrina</i>	<i>pellucida</i>	(O. F. Müller, 1774)	6	-	6	x

Příloha 4: Tabulka nalezených druhů u Šanova. Zdroj: Vrabc (2017b)

Rod	Druh	Autor a rok popisu	Počet kusů	Červený seznam	L1	L2	L3
<i>Arion</i>	<i>vulgaris</i>	Moquin-Tandon, 1855	1	-	x	x	x
<i>Carychium</i>	<i>tridentatum</i>	(Risso, 1826)	1	-	x	x	1
<i>Alinda</i>	<i>biplicata</i>	(Montagu, 1803)	9	-	x	x	x
<i>Alinda</i>	<i>biplicata</i>	(Montagu, 1803)	148	-	91	45	12
<i>Bulgarica</i>	<i>cana</i>	(Held, 1836)	1	EN	x	x	1
<i>Cochlicopa</i>	<i>lubrica</i>	(O. F. Müller, 1774)	60	-	28	11	21
<i>Discus</i>	<i>rotundatus</i>	(O. F. Müller, 1774)	1	-	1	x	x
<i>Euconulus</i>	<i>fulvus</i>	(O. F. Müller, 1774)	2	-	x	2	x
<i>Zonitoides</i>	<i>nitidus</i>	(O. F. Müller, 1774)	43	-	27	x	16
<i>Helix</i>	<i>pomatia</i>	Linnaeus, 1758	2	-	2	x	x
<i>Helix</i>	<i>pomatia</i>	Linnaeus, 1758	3	-	x	x	x
<i>Petasina</i>	<i>unidentata</i>	(Draparnaud, 1805)	3	-	x	3	x
<i>Trochulus</i>	<i>hispidus</i>	(Linnaeus, 1758)	42	-	41	1	x
<i>Trochulus</i>	<i>sericeus</i>	(Draparnaud, 1801)	27	-	x	x	27
<i>Monachoides</i>	<i>incarnatus</i>	(O. F. Müller, 1774)	26	-	16	10	x
<i>Limax</i>	<i>cinereoniger</i>	Wolf, 1803	2	-	x	x	x
<i>Galba</i>	<i>truncatula</i>	(O. F. Müller, 1774)	14	-	14	x	x
<i>Radix</i>	<i>auricularia</i>	(Linnaeus, 1758)	6	-	x	x	6
<i>Gyraulus</i>	<i>albus</i>	(O. F. Müller, 1774)	20	-	x	x	20
<i>Succinea</i>	<i>putris</i>	(Linnaeus, 1758)	12	-	x	12	x
<i>Succinea</i>	<i>putris</i>	(Linnaeus, 1758)	2	-	x	x	x
<i>Vallonia</i>	<i>enniensis</i>	(Gredler, 1856)	9	CR	9	x	x
<i>Vertigo</i>	<i>pusilla</i>	O. F. Müller, 1774	2	-	x	2	x
<i>Vitrea</i>	<i>pellucida</i>	(O. F. Müller, 1774)	12	-	12	x	x
<i>Aegopinella</i>	<i>nitidula</i>	(Draparnaud, 1805)	5	-	x	5	x
<i>Nesovitrea</i>	<i>hammonis</i>	(Ström, 1765)	16	-	1	12	3