

**Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie (B1501)

Studijní obor: Biologie



**Lucie Wolfová**

Měkkýši evropských měst  
Mollusca of European cities

Bakalářská práce

Školitel: doc. RNDr. Lucie Juříčková, Ph.D.

Praha, 2018

## **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 11.1. 2018

Podpis:

## **Poděkování**

Na tomto místě bych chtěla poděkovat své školitelce Lucii Juříčkové za cenné rady a připomínky, díky kterým jsem mohla napsat tuto práci.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce shrnuje poznatky o evropské městské měkkýší fauně. Ukazuje města jako centra diverzity měkkýšů v zemědělské krajině, ale také jako oblasti, kde dochází k vysokému stupni homogenizace měkkýších společenstev, tedy nahrazování původních druhů, často endemitů, druhy nepůvodními. Homogenizace městské měkkýší fauny je zapříčiněna zejména pasivním šířením druhů pomocí člověka a také díky městskému klimatu, které je pro šířící se nepůvodní druhy obvykle z teplejších oblastí příznivější než klima okolní krajiny. S tímto souvisí další téma, kterým se tato práce zabývá, a to jsou způsoby šíření měkkýšů.

Dále je v práci shrnuto, s jakými druhy měkkýšů se ve městech setkáme vzhledem k jejich vazbě na městské prostředí, jaké faktory ovlivňují měkkýší faunu a v neposlední řadě, metodické přístupy ke studiu městské měkkýší fauny.

**Klíčová slova:** měkkýši, města, Evropa, homogenizace, druhová diverzita

## **Abstract**

This bachelor thesis summarises knowledge of urban mollusc fauna. It shows cities as the centres of mollusc diversity in agricultural landscape but also as areas where high level of homogenization of mollusc assemblages were evidenced, therefore replacing native species, often endemics, with non-native and invasive species. Homogenization of urban mollusc fauna is especially caused by passive dispersal of species by human as well as to urban climate that is more favourable for spreading and surviving of non-native species, usually from warmer areas, than surrounding. There is mentioned another connected topic in this thesis – types of mollusc spreading.

Furthermore, there is summarized which species of mollusc are typical for urban environment, what are the factors influencing the mollusc fauna and last but not least the methodological approaches for study of urban mollusc fauna.

Key words: mollusca, cities, Europe, homogenization, species diversity

## Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Typy habitatů ve městech.....</b>	<b>3</b>
2.1	Náměstí.....	3
2.2	Parky.....	3
2.3	Obytné zóny.....	4
2.4	Nádraží, dálnice, přístavy .....	4
2.5	Ruderální stanoviště .....	4
2.6	Hřbitovy.....	6
2.7	Podzemní úkryty.....	6
2.8	Skleníky .....	7
<b>3</b>	<b>Šíření měkkýšů .....</b>	<b>9</b>
3.1	Přírodní způsoby pasivního šíření .....	9
3.1.1	Šíření pomocí zvířat .....	9
3.1.2	Šíření pomocí větru .....	10
3.1.3	Šíření pomocí vody.....	10
3.2	Pasivní šíření pomocí člověka .....	10
<b>4</b>	<b>Vazba měkkýšů na městské prostředí.....</b>	<b>12</b>
4.1	Synantropní druhy .....	12
4.1.1	Eusynantropní druhy .....	12
4.1.2	Pravé synantropní druhy.....	13
4.1.3	Hemisynantropní druhy .....	14
4.2	Obecné druhy.....	14
4.3	Invazivní druhy.....	15
4.4	Antropofobní druhy .....	17
<b>5</b>	<b>Homogenizace městské měkkýší fauny .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Faktory ovlivňující městskou měkkýší faunu.....</b>	<b>20</b>
6.1	Obsah vápníku .....	20
6.2	Disturbance stanoviště .....	20
<b>7</b>	<b>Metodika studia měkkýšů ve městech.....</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Seznam použité literatury .....</b>	<b>26</b>

# 1 Úvod

Různorodost aktivit vykonávaných lidmi ve městech je příčinou vytvoření spousty odlišných habitatů, a to takových, které mohou být velmi podobné habitatům přírodním, ale i takových, které jsou natolik dotčeny lidskou činností, že jejich obdoba se nenachází jinde na světě (Niemelä, 1999). Tato městská heterogenita je tedy zodpovědná za to, že ve městech, tedy na relativně malém území, může nalézt ideální podmínky k životu větší množství druhů než ve na stejně velkém území ve volné přírodě, kde nejsou biotopy takto rozmanité.

Stavba a rozrůstání měst vede k vymizení řady původních druhů a jejich nahrazení druhy nepůvodními. Tento trend zasahuje nejen živočišné skupiny, ale také skupiny rostlinné (např. McKinney, 2006).

Pokud se zaměříme na druhovou bohatost ve městech, zjistíme, že druhová bohatost stoupá se zvětšující se vzdáleností od městských center k městským periferiím, které jsou méně zasažené lidskou činností (např. Čeplová et al., 2017). Pravděpodobně tomu tak je proto, že silně urbanizované habitaty v centrech měst jsou vyhovující jen pro několik málo druhů a ostatní druhy se se takto specializovaným habitatům nedokážou přizpůsobit a jsou vytlačeny. A i když dojde k občasnému vytvoření menšího habitatu, který by vyhovoval i jiným druhům, jsou i tato místa velice druhově chudá, jelikož se sem ony druhy nemají, jak dostat (Lososová et al., 2011). Dále také záleží na velikosti samotného města. Obecně se dá říci, že podobně, jako je tomu u ostrovního efektu (McArthur a Wilson, 1963), ve větších městech se setkáme s větším počtem druhů než v menších městech (např. Čeplová et al., 2017).

A již kvůli výše uvedeným faktům je třeba ke studiu městské bioty vybrat vhodné modelové skupiny organismů. Pomineme-li aktivně se pohybující živočichy jako jsou ptáci a hmyz, kteří mohou osidlovat nově vzniklé habitaty velmi rychle, jsou takovými skupinami velmi často rostliny a měkkýši. Obě tyto skupiny jsou dobrými ukazateli vlivů okolního prostředí, jelikož jsou vzhledem k jejich nízké mobilitě, u rostlin přímo kvůli přisedlému způsobu života, závislí na podmínkách v habitatu, ve kterém se vyskytují (Hill et al., 2002; Juříčková et al., 2008; Lososová et al., 2011). Já se ve své práci zaměřím na měkkýše.

Měkkýši jsou ve městech různě rozšířeni. V centrech měst se nejčastěji vyskytují synantropní druhy měkkýšů a jejich druhová bohatost negativně koreluje s druhovou bohatostí antropofobních druhů měkkýšů, kterých přibývá s větší vzdáleností od městského centra.

Antropofobní druhy hůře odpovídají na degradaci habitatů lidskou činností, a právě z tohoto důvodu jsou vytlačovány synantropními druhy na periferie měst (Horsák et al., 2009a).

Existuje několik důvodů, proč se ve městech vyskytuje velké množství měkkýšů. Je zde intenzivnější doprava, která slouží jako vektor původních i nepůvodních druhů, dále jsou zde místa obohacená o látky, které měkkýši potřebují k životu, obzvláště vápník a v neposlední řadě jsou zde vhodné makroklimatické a mikroklimatické podmínky (Peltanová et al., 2011).

Cílem mé práce je shrnout dosud známé informace o ekologii měkkýšů evropských měst, především z hlediska preferovaných habitatů a faktorů prostředí, které měkkýše ve městech ovlivňují, dále shrnout informace o trendech ve složení městské fauny a o její homogenizaci. Konečně bych chtěla diskutovat o přednostech či problémech různých metodických přístupů ke studiu městské měkkýší fauny.

## 2 Typy habitatů ve městech

Města jsou složena z řady různých habitatů imitujících přírodní prostředí vhodné pro měkkýše, ale tyto habitaty jsou izolovány prostředními, které už tak vhodné nejsou, či jsou pro ně přímo nevhodné (Juříčková, 2016). Městské prostředí tak představuje jakési souostroví habitatů, které můžeme i studovat za pomoci teorie ostrovní biogeografie (MacArthur et Wilson, 1963). Nejprve je ale potřeba si jednotlivé typy habitatů smysluplně rozřadit.

### 2.1 Náměstí

Prvním typem habitatu, se kterým se setkáme hlavně v těch nejstarších částech měst jsou náměstí. Jedná se o silně urbanizované habitaty s malým množstvím zeleně, které čelí neustálému sešlapávání a záměrnému odstraňování zeleně (Lososová et al. 2012). Z toho plyne, že náměstí nejsou pro měkkýše příliš vhodným prostředím, vzhledem k tomu, že měkkýši nejsou schopni rychle reagovat na neustále probíhající změny. Byly zde nalezeny například druhy *Vallonia pulchella* či *Deroceras invades*, které se sem dostaly pasivním šířením se zeminou, která se nacházela v květináčích s rostlinami (Horsák et al., 2013) či americký druh *Zonitoides arboreus*, který se ve střední Evropě, vyskytuje prakticky jen ve sklenících (Lososová et al. 2011).

### 2.2 Parky

Parky jednotlivých měst jsou si relativně podobné. Jedná se o prostředí, která byla původně plánovaně osazována, ale postupně se sem začaly spontánně šířit jiné druhy rostlin (Lososová et al., 2011). V parcích nalezneme velké množství druhů, jelikož se jedná o prostředí složené z dílčích habitatů, jako jsou trávníky, upravované záhony, živé ploty, ale například i rybníky či fontány, které dávají možnost přežít druhům s odlišnými nároky (Cornelis et Hermy, 2004). A z tohoto vyplývá, že u parků se biodiverzita odvíjí od jejich velikosti, jelikož čím je park větší, tím více odlišných habitatů zde nalezneme. Mezi typické parkové druhy se řadí například druhy nahých plžů *Arion distinctus*, *Arion circumscriptus* či *Tandonia budapestensis* (Horsák et al. 2010).

Ale parky nemusí být pouze udržovaná místa, může se jednat i o velké komplexy, které mohou místy pustnout a představovat tak jakýsi přechod k přírodním habitatům. V Praze by příkladem takového parku mohla být Stromovka či Strahovská zahrada na Petříně, kde se můžeme setkat i s lesními druhy jako jsou *Arion rufus* či *Arion silvaticus* (Juříčková, 1993).

## 2.3 Obytné zóny

Obytné zóny představují velice různorodá prostředí vlivem různého věku a struktury obytných domů. Obytné zóny si můžeme představit jako uspořádaná místa se starými rodinnými domy a soukromými zahradami s poměrně přírodním charakterem a relativně vysokým počtem druhů, kde byly nalezeny například druhy *Alinda biplicata*, *Limax maximus* či *Cepaea hortensis*. Ale také jako místa s nepravidelně rozmístěnými panelovými domy, trávníky, stromy a keři, kde je druhová diverzita nižší. Zde byly nalezeny například druhy *Deroceras reticulatum*, *Arion distinctus* či *Cochlicopa lubrica*. V obou typech obytných zón se tedy nachází jiná společenstva měkkýšů. Obecně se ale dá říci, že množství druhů v obytných zónách je vyšší než v městských centrech, jelikož zde ještě zbývají drobná stanoviště, vhodná pro život měkkýšů (Lososová et al., 2011).

## 2.4 Nádraží, dálnice, přístavy

Není překvapením, že velké množství nepůvodních druhů se vyskytuje na místech jako jsou nádraží, dálnice, či přístavy, jelikož sem jsou dopraveny pasivním transportem pomocí dopravních prostředků (Juříčková et Kapounek, 2009; Peltanová et al., 2011). Tyto druhy se sem mohou dostat přímo z jejich původního místa výskytu, ale také z různých oblastí nepůvodního výskytu, které jsou na trase těchto dopravních prostředků (Peltanová et al., 2011).

Tato místa patří mezi disturbovaná území, kde se obecně nedaří původním druhům, jelikož zde nemají vhodné podmínky pro tvoření životaschopných populací (Lososová et al. 2011).

## 2.5 Ruderální stanoviště

Pokud se začneme zabývat ruderálními společenstvy nenalezneme vždy stejný pohled na to, co vlastně ruderální společenstvo je. Ve většině cizojazyčných zdrojích slovo „ruderal“ označuje schopnost rostlin přežít na narušených stanovištích, jako je tomu například ve studii Hill et al., (2002). Ovšem přesněji řečeno, ruderální společenstvo je soubor rostlin a živočichů žijících na člověkem narušeném území. Ruderální stanoviště jsou tedy uměle vytvořené ekosystémy, které jsou silně ovlivněny člověkem, ale opuštěny a ponechány samovolnému osidlování různými druhy rostlin a živočichů. V městském prostředí se může jednat například o nepoužívané skládky, násypy, staveniště či okraje cest (např. Horsák et al., 2009a; Lososová et al. 2011).

Ruderální stanoviště si můžeme rozdělit na dva podtypy. Prvním typem jsou silně disturbovaná území, která ovšem mají pouze krátkého trvání, okolo 1 až 3 let. Nachází se zde převážně odkrytá půda s řídkým rostlinným porostem. Často se jedná o místa kolem stavenišť, či třeba o mýtiny vzniklé vykácením dřevin. Tento typ ruderálního stanoviště bývá velice chudý jak na počet druhů měkkýšů, tak na samotný počet jedinců jednoho druhu. Pokud zde nějaké druhy měkkýšů nalezneme, jedná se zejména o druhy pionýrské, které jsou efektivně adaptovány na pasivní transport a jsou schopny přežít na extrémně narušených stanovištích (Lososová et al. 2011). Setkat se zde můžeme například s druhy *Nesovitrea hammonis* či *Punctum pygmaeum*.

Druhým typem ruderálních stanovišť jsou místa opuštěná 5 až 15 let, porostlá travami, keři a mladými stromy. Například se jedná o skládky, kde mohou měkkýši nalézt velké množství úkrytů. Není tedy překvapením, že na těchto stanovištích se setkáváme s největší měkkýši biodiverzitou ze všech zde popisovaných území. Druhy měkkýšů, které jsou specializované na městské ruderály resp. se zde vyskytují v mnohem větších abundancích, než na přirozených stanovištích, se nazývají druhy obecné (*catholic species*). Jedná se například o druhy *Trochulus hispidus*, *Alinda biplicata*, *Discus rotundatus*, *Cochlicopa lubrica* či *Vitrina pellucida* ale i vlhkomilná *Succinella oblonga*. Podrobněji se o obecných druzích budu zmiňovat v kapitole Vazba měkkýšů na městské prostředí. Zajímavostí je, že v tomto typu prostředí byly výjimečně nalezeny i vzácné a ohrožené druhy jako *Granaria frumentum* a *Helicodonta obvoluta* (Lososová et al. 2011).

Ruderální stanoviště jsou často spojena s dopravou, a proto se zde můžeme setkat i s nepůvodními druhy, které se sem dostaly pomocí dopravních prostředků, o čemž se budu zmiňovat v následující kapitole. Jsou to tedy biotopy, odkud se nepůvodní druhy šíří do ostatních biotopů. Ale to, že nějaký druh je zde nalezen často neznamena to, že se na tomto místě vyskytuje trvale, jelikož zde nemusí mít příznivé podmínky k životu, a tak může časem vyhynout.

Mezi nepůvodní druhy, které byly na ruderálních stanovištích v České republice nalezeny patří například mediteránní druh *Cornu aspersa*, který byl nalezen v Praze u vlakové stanice v roce 2009, což poukazuje na onu souvislost se šířením pomocí dopravních prostředků. Tento druh sice nebyl v České republice nalezen poprvé, ale populace, která zde byla nalezena, byla první, jež zde prezimovala. Další nepůvodní druhy, které zde byly nalezeny jsou *Arion vulgaris*, *Monacha cartusiana* a *Cepaea nemoralis* (Juříčková et Kapounek, 2009).

## 2.6 Hřbitovy

Dalším habitatem, uměle vytvořeným člověkem, který je vhodným prostředím pro měkkýše, ale i jiné organismy, jsou hřbitovy. Stromové patro tu bývá někdy i zapojené a zejména ve zpustlejších partiích hřbitovů vytváří hustá vegetace vhodné podmínky pro život měkkýšů. Měkkýši se ale nevyskytují pouze v místech, která působí jako přírodní krajina, ale i na místech, jako jsou kaple či jiné stavby nacházející se na hřbitovech, kde zalézají do spár a různých úkrytů. Pokud se na hřbitovech nacházejí velké travnaté plochy, kde dochází k častému sečení, jsou tyto plochy osidlovány měkkýši pouze výjimečně (Šteffek et al., 2008). Například na Olšanských hřbitovech v Praze bylo nalezeno velké množství druhů, jak v staré části hřbitovů se starými hroby a rozpadajícími se hrobkami, tak v části nové, která je i v dnešní době využívána. V části staré je to nejspíše tím, že se zde vytvořili pro měkkýše vhodné podmínky obohacením o  $\text{CaCO}_3$  a v části nové je to pravděpodobně způsobeno pravidelným vysazováním nových rostlin (Juříčková, 1993).

V České republice byl na hřbitově nalezený například nepůvodní druh *Lucilla scintilla* a to konkrétně v Hradci Králové (Juříčková, 1998a). Jedná se o slepý, podzemní druh, který pochází ze Severní Ameriky a do Evropy se začal šířit v druhé polovině 20. století. S největší pravděpodobností se šíří s pomocí člověka, jelikož jeho první nálezy byly z prostředí spojených s lidskou činností (Horsák et al., 2009b).

Dalším druhem nalezeným v České republice na hřbitovech je invazivní druh *Arion vulgaris*. Tento druh byl poprvé nalezen v roce 1991 na Olšanských hřbitovech. Do té doby nebyl z našeho území znám, ale už v této době byl vážným problémem v Rakousku, kde se kalamitně množil (Juříčková, 1993). Od této doby se záznamy o jeho výskytu v České republice začaly pomalu zvyšovat až se tento druh stal stejným problémem, způsobujícím velké hospodářské škody, jako v okolních zemích (Dvořák et Horsák, 2003).

## 2.7 Podzemní úkryty

Podzemní úkryty mohou mít čistě přírodní charakter, ale může se jednat i o člověkem uměle vytvořená prostředí. Mezi přírodní patří různé jeskyně, například krasové. Člověkem vytvořených úkrytů je hodně druhů, například vojenské bunkry, sklepy či prostory vzniklé po těžbě různých kovů a nerostů. V podzemních úkrytech se měkkýši nacházejí po celém jejich prostoru, tedy jak na zemi a zdech, tak na stropě a v různých úkrytech z cihel či dřeva. Nejvíce měkkýšů se v podzemních úkrytech nachází v zimním období, jelikož se sem stahují chladného venkovního prostředí.

Existují i fakta podle kterých lze rozpoznat, že někteří měkkýši se do podzemních úkrytů nestahují pouze v zimních obdobích, ale že tyto prostory využívají delší dobu. Poukazuje na to například to, že se zde vyskytuje více jedinců jednoho druhu, či že se jedinci vyskytují i ve vzdálených místech úkrytů, kam by za jednu zimu nezvládli dolézt (Dvořák, 2005).

Pokud se zaměříme na sklepy a potravinářské sklady, tak zde se již nenachází tolik měkkýšů jako na začátku 20. století, jelikož byla zpřísněna hygienická opatření. Ve většině případů se takto eliminují hojně rozšířené druhy, ale v některých případech dochází k hubení u nás vzácně se vyskytujících eusynantropních druhů, jako tomu je například u druhu *Limacus flavus* (Dvořák et Horský, 2004).

Dalším druhem nalezeným ve sklepech je druh *Limax maximus*, který ale na rozdíl od již zmíněného druhu *Limacus flavus* nevyhledává pouze sklepy v městských centrech, ale můžeme ho nalézt i například v obytných zónách či v průmyslových stavbách mimo centra (Juříčková, 1995).

## 2.8 Skleníky

Skleníky jsou místa s naprosto odlišnými podmínkami, než se nacházejí v jejich okolí, a to je samozřejmě důvod, proč výrazně zvedají biodiverzitu města. Nepůvodní druhy se do skleníků dostávají díky obchodu s rostlinami, které mohou pocházet z jakéhokoli místa na Zemi, většinou se samozřejmě jedná o rostliny z tropických a subtropických oblastí, které jsou ve sklenících pěstovány asi nejhojněji (Bergey et al., 2014). Ve sklenících nalezneme nepůvodní druhy, které se vyskytují pouze v nich, nepůvodní druhy, které se ze skleníků dostaly i do volné přírody a původní druhy, které se vyskytují i ve volné přírodě, ale preferují místa silně ovlivněná člověkem, a proto jim skleníky slouží jako vhodná útočiště.

Pokud si představíme skleník, nejedná se pouze o místo s rostlinami, ale nalezneme zde i jiné okrasné prvky jako jsou rybníčky a akvária, a právě velké množství měkkýšů, které se nachází pouze ve sklenících, jsou měkkýši akvarijní. Jako příklad si můžeme uvést druhy *Pomacea bridgesii*, *Melanoides tuberculata*, *Pseudosuccinea columella*. A i když se s těmito druhy můžeme setkat ve volné přírodě, kam se pravděpodobně dostanou s odpadem z akvárií, tak většinou nejsou schopni přežít zimní období roku. Jako příklad suchozemských plžů si můžeme uvést druhy *Discus rotundatus f. pyramidalis* či *Zonitoides arboreus*, jedná se o velice běžné druhy, nalézané ve sklenících v hojném množství. Další skupinou jsou nepůvodní druhy, které se ze skleníků rozšířily i do volné přírody, příkladem mohou být druhy *Oxychilus*

*draparnaudi*, *Physa acuta* či *Gyraulus parvus* (Horsák et al., 2004). Poslední dva zmíněné druhy byly ve střední Evropě dokonce označeny za invazivní.

### 3 Šíření měkkýšů

Jak už bylo řečeno, jednotlivé habitaty v městském prostředí mají de facto charakter izolovaných ostrovů. Pro městskou faunu je proto zásadní dovedností překonat zastavěnou plochu a rozšířit se na tyto ostrovy. Důležité je to obzvláště u velkých měst (Čeplová et al., 2017), jelikož habitaty nacházející se například v centru měst jsou od okolního prostředí naprosto oddělené a pro organismy s omezenou možností pohybu, jako jsou měkkýši, není vůbec možné se sem dostat aktivně, a tak musí využít pasivního způsobu šíření.

Pasivní šíření původních i nepůvodních druhů může probíhat čistě přírodními cestami, jako je šíření pomocí větru (anemochorie), vody (hydrochorie) a zvířat (zoochorie) (Aubry et al., 2006). Ale šíří se samozřejmě i pomocí lidí (Wilson et al., 2009), v dnešní době ve velké míře přispívá k šíření, obzvláště na velké vzdálenosti, doprava (Peltanová et al. 2012).

Proto, aby mohli být měkkýši vůbec pasivně šířeni, potřebují mít určité vlastnosti, které jim v tom napomáhají. Jednou z těchto vlastností je šplhací reflex. V létě je běžné, že měkkýši opouštějí rozpálenou zem a lezou do výšky, kde není takové horko a kde se mohou schovat do štěrbin či záhybů. A právě takto se mohou dostat, jak na zvířata, která se v přírodě zastaví či na auta pomocí nichž mohou být přemístěni i stovky kilometrů daleko (Aubry et al., 2006). Další vlastností, která jim napomáhá, je přichycení se k povrchu pomocí slizu, který produkují. Jedny z nejdůležitějších vlastností, aby vůbec byli měkkýši schopni přežít takto náročné cesty, jsou estivace a hibernace, měkkýši jsou tak schopni přežít bez vody, v zimě i v extrémním horku a toto je pro ně výhodné nejen během cesty, ale i při osidlování nového areálu, kde nemusí být ihned ideální podmínky (Peltanová et al., 2012).

Podstatnou výhodu při obsazování nového prostředí mohou mít ty druhy, které jsou schopny samooplození, jako je tomu například u druhu *Subulina octona*, který je původem z tropické Ameriky a v České republice byl poprvé zaznamenán ve sklenících v roce 2005 (Juříčková, 2006).

#### 3.1 Přírodní způsoby pasivního šíření

##### 3.1.1 Šíření pomocí zvířat

Již na počátku 20. století byla vyslovena domněnka, že by mohlo být možné šíření drobných živočichů na velké vzdálenosti tak, že se mohou přichytit na tlapy či srst divokých zvířat (Geyer 1914 cit. podle Dörge et al. 1999). U měkkýšů asi nejvíce popsany přírodní

způsob šíření je přenos pomocí ptáků, kteří je dokážou přenést na velké vzdálenosti, a dokonce i přes oceány. Tímto způsobem šíření se ve své bakalářské práci podrobně zabývala Simonová (2017) a proto jej zde nebudu dále zmiňovat.

### 3.1.2 Šíření pomocí větru

Další možností šíření je pomocí větru. Již z laického hlediska je jasné, že takto se mohou šířit převážně pouze jen malí jedinci, kteří jsou například přichyceni na opadané listí a při bouři či silném větru jsou odneseni na jiné území (Geyer, 1914). Například jedinci druhu *Vertigo moulinsiana* byli běžně nalézáni na semenech břízy, která jsou svou strukturou adaptována na šíření pomocí větru (Dörge, 1999).

### 3.1.3 Šíření pomocí vody

Je jasné, že vodní měkkýši se mohou šířit pomocí vodních proudů, ale i suchozemští plži mohou být takto šířeni. Například populace invazivního plzáka *Arion vulgaris* se v České republice prudce zvýšila po povodních v roce 1997 (Dvořák et Horsák, 2003).

## 3.2 Pasivní šíření pomocí člověka

S narůstajícím počtem obyvatel a jejich cestováním po celém světě se začalo urychlovat šíření organismů uvnitř jejich původního areálu, ale i mimo něj. Šíření ovlivněné lidskou činností je rychlejší než šíření přírodními cestami a také se organismy mohou dostat do vzdálenějších oblastí, než by mohly cestami přírodními. Tento trend můžeme sledovat jak u rostlin, tak u živočichů nevyjímaje měkkýše (Wilson et al., 2009).

Šíření pomocí člověka, ale samozřejmě neprobíhá tak, že by měkkýši byli přichyceni na samotném člověku, ale pomocí dopravních prostředků, které člověk využívá. Může se jednat o auta, vlaky, letadla a u vodních měkkýšů samozřejmě o lodě. Tuto hypotézu potvrzují nálezy nepůvodních druhů měkkýšů na parkovištích, obklopených habitaty, které jsou pro tyto druhy nevhodné. Jako je tomu například u druhu *Xeropicta derbentina* nalezené na parkovištích v turistických oblastech v Provensálsku (Aubry et al., 2006) či *Monacha cartusiana* (Peltanová et al., 2012). Dále například v balastní vodě říčních lodí byly nalezeny larvy některých mlžů rodů *Dreissena* či *Corbicula*. A samozřejmě není možné vyloučit transport vodních plžů přichycením na ponořené části lodi (Ložek et Juříčková, 2012). Dalším důvodem šíření nepůvodních druhů zapříčiněným člověkem je komerční prodej ryb na jejichž zábrách mohou být přichyceni velvrubovití mlži, především invazivní *Sinanodonta woodiana* (Douđa et al., 2012).

Na šíření organismů pomocí člověka mohou mít vliv i socioekonomické změny. Příkladem může být krátká stagnace na přelomu 80. a 90. let v Československu, kdy se na zastavení šíření podepsala situace ve východní Evropě. Poté opět následovalo zvýšení dovozu a dopravy a tím i zvýšení počtu nepůvodních druhů (Peltanová et al., 2012).

## 4 Vazba měkkýšů na městské prostředí

V této kapitole se pokusím shrnout a systematicky utřídit druhy měkkýšů nalezených ve městech střední Evropy v závislosti na jejich vazbě k okolnímu prostředí.

Ve městech se často setkáváme se synantropními druhy měkkýšů, tedy takovými druhy, které jsou adaptované na život v prostředí ovlivněném člověkem. Dále zde nalézáme všudypřítomné obecné druhy a v neposlední řadě druhy invazivní (např. Dvořák et Horsák, 2003). A ač by se to mohlo zdát nepravděpodobné, tak ve městech nalezneme i druhy antropofobní (např. Horsák et al., 2009a), jelikož jak už bylo zmíněno výše, města jsou ostrůvkovitými prostředími, kde mohou nalézt útočiště i takovéto druhy, které se vyhýbají prostředím ovlivněným lidskou činností (Juříčková, 2016).

Mozaika prostředí s tak různými druhy měkkýšů je možná jen proto, že měkkýši jsou schopni přežít i na plošně velice malých lokalitách. Takovými lokalitami mohou být například mokřady, na kterých se často setkáváme s vysokou biodiverzitou, a to díky svým relativně extrémním podmínkám (trvalé podmáčení, nedostatek živin či nízká dostupnost kyslíku). Mohou tak představovat vhodný biotop i pro vzácné či ohrožené druhy měkkýšů, jako například *Vertigo geyeri* nebo *Pupilla alpicola* (např. Horsák et Cernohorsky, 2008). Mezi druhy, kterým k životu stačí opravdu malé území patří i drobné dendrofilní druhy, tedy takové druhy, které přežívají v padlém dřevě či pod kůrou stromů. Jedná se například o druhy *Helicigona lapicida*, *Macrogastera latestriata* či *Bulgarica cana* (Ložek, 1956). Podobné maloplošné lokality ale mohou mít i člověkem vytvořené ostrůvky ve městech.

### 4.1 Synantropní druhy

Synantropní druhy měkkýšů se, jak by se dalo předpokládat, ve městech vyskytují na místech, která jsou blíže k jejich centrům a tento fakt je pro ně důležitější než znehodnocování habitatu (Horsák et al., 2009a). Synantropní druhy se dají dále rozdělit na eusynantropní, pravé synantropní a hemisynantropní druhy.

#### 4.1.1 Eusynantropní druhy

Mezi eusynantropní druhy, tedy druhy výhradně vázané na lidské prostředí, které v České republice vůbec nežijí ve volné přírodě, patří již výše zmíněný *Limacus flavus*. Tento druh je z České republiky znám nejméně 100 let, ale na rozdíl od jiných synantropních plžů, počet jeho lokalit u nás nevzrůstá. Což je způsobeno hlavně hygienickými opatřeními, která jsou zavedena ve výrobních halách, kde se tento druh nejčastěji vyskytuje, jelikož se sem

dostává s ovocem a zeleninou. Jeho populace tedy nejsou stabilní, jedná se spíše o zřídka nacházené jedince, kteří se do hal dostávají opakovaným zavlékáním. Tento druh je výhradně vázán na centra měst a vůbec se nevyskytuje na městských periferiích. Vysvětlením může být to, že tento druh je vázaný na oceánské klima, tedy takový typ podnebí, kde nedochází k velkým výkyvům mezi průměrnou měsíční teplotou v roce, a proto mu více vyhovují stabilní podmínky ve velkých městech. A tato jeho teplotní choulostivost také může vést k tomu, že je méně konkurenceschopný vůči jiným synantropním druhům, které se ve sklepech vyskytují a těmito druhy může být ze sklepů z okrajů měst vytlačován (Dvořák et Horský, 2004).

#### 4.1.2 Pravé synantropní druhy

Obecně si pod pojmem synantropní živočich představíme živočicha, který je přímo vázaný na lidské obydlí, tedy že se vyskytuje nejen v jeho okolí, ale i uvnitř. Představit si můžeme například pavouky či myši. Ovšem u měkkýšů tomu není tak, že by žili přímo v lidském příbytku, kromě sklepů či různých výroben se s nimi uvnitř nesetkáme. A proto si myslím, že u měkkýšů se jedná spíše o označení pro druhy, které žijí v okolí lidských obydlí a na místech, která jsou člověkem silně ovlivněna. Mezi pravé synantropní druhy patří například druh *Arion distinctus*. Tento druh je typickým obyvatelem městských center, byl nalezen například na hřbitovech či v parcích v centru Hradce Králové a Plzně (Juříčková, 1998 a,b), ve sklenicích (Horský et al., 2004) či v obytných zónách s nepravidelným rozmístěním domů (Lososová et al., 2011). Další zástupci pravých středoevropských synantropních druhů jsou vyjmenováni v tabulce 1.

<b>Druh</b>	<b>Publikace</b>
<i>Arion distinctus</i>	Dvořák et Hlaváč, 2001; Dvořák et al., 2003; Dvořák, 2005; Horský et al., 2004; Horský et al., 2009a; Horský et al., 2010; Horský et al., 2013; Horský et al. 2016; Juříčková, 1995; Juříčková, 1998a; Kappes et al., 2012
<i>Deroceras sturanyi</i>	Horský et al., 2009a; Horský et al., 2010; Horský et al., 2013
<i>Oxychilus draparnaudi</i>	Dvořák, 2005; Dvořák et Kupka, 2007; Egorov, 2015; Hlaváč et Peltanová, 2010; Horský et al., 2004; Horský et al., 2009a; Horský et al., 2013; Horský et al. 2016; Juříčková, 2006; Šteffek et al., 2008
<i>Tandonia budapestensis</i>	Dvořák et al., 2003; Horský et al., 2004; Horský et al., 2009a; Horský et al., 2010; Horský et al., 2013; Horský et al. 2016

Tab. 1: Přehled pravých synantropních druhů střední Evropy

### 4.1.3 Hemisynantropní druhy

Jako hemisynantropní druh, tedy druh, který se v prostředí spojeném s lidskou činností vyskytuje častěji, než ve volné přírodě, by se dal označit například druh *Arion fasciatus*. Tento druh patří také mezi typické obyvatele městských center, byl nalezen například v parcích v centru Hradce Králové (Juříčková, 1998a), ale i na stanovištích přirozeného, či polopřirozeného charakteru (Dvořák et Hlaváč, 2001). Jednotlivé střeoevropské hemisynantropní druhy jsou vyjmenovány v tabulce 2.

<b>Druh</b>	<b>Publikace</b>
<i>Arion fasciatus</i>	Dvořák et Hlaváč, 2001; Dvořák, 2005; Horsák et al., 2009a; Horsák et al., 2010; Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Juříčková, 1998a,b
<i>Cepaea nemoralis</i>	Dvořák, 2005; Egorov, 2014; Horsák et al., 2009a; Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Kappes et al., 2012; Lososová et al., 2011; Ožgo et Bogucki, 2011; Peltanová et al., 2012; Říhová et Juříčková, 2011
<i>Deroceras reticulatum</i>	Dvořák, 2005; Horsák et al. 2004; Dvořák et Kupka 2007; Šteffek et al. 2008; Horsák et al. 2009a; Hlaváč et Peltanová 2010; Horsák et al. 2010; Horsák et al., 2013
<i>Limax maximus</i>	Dvořák, 2005; Horsák et al. 2004; Dvořák et Kupka 2007; Šteffek et al. 2008; Horsák et al. 2009a; Horsák et al., 2013

Tab. 2: Přehled hemisynantropních druhů měkkýšů střední Evropy

### 4.2 Obecné druhy

Nejčastěji se ve městech setkáme s druhy obecnými (v anglické literatuře *catholic species*- např. Lowe et Walker, 1997), které jsem zmínila již ve druhé kapitole v souvislosti s ruderálními stanovišti. Jedná se tedy o druhy, které nevyhledávají nějaký specifický habitat, ale jsou velice přizpůsobivé okolnímu prostředí, a tudíž se s nimi ve městech můžeme setkat i ve velice odlišných prostředích. Tyto druhy se tedy nevyskytují pouze ve městech, ale nalezneme je téměř kdekoli. Takovým druhem je například druh *Vallonia pulchella* (Altaba, 2015). Dalšími druhy jsou z našeho území velice dobře známí *Trochulus hispidus*, *Alinda biplicata*, *Discus rotundatus*, *Helix pomatia*, *Cepaea hortensis* či *Cochliocopa lubrica*. Tyto druhy jsou schopny koexistovat s velkým množstvím jiných druhů na stejném území a také dokáží dosahovat i vysokých počtů jedinců i v prostředích s nepříznivými podmínkami (Juříčková, 1998 a,b).

### 4.3 Invazivní druhy

Druhy, na které je potřeba se zaměřit i ve městech, jsou druhy invazivní. Tyto druhy mohou vytlačovat druhy původní, často také mohou způsobit nemalé hospodářské škody. Jednotlivé invazivní druhy sdílejí podobné vlastnosti, které jim umožňují rychlou kolonizaci nového prostředí. Mezi ty tyto vlastnosti patří vysoký stupeň plodnosti, rychlý vývoj, nenáročnost ve výběru potravy a biotopu, odolnost proti vyschnutí, schopnost efektivně se přizpůsobit novému prostředí či absenci přirozených predátorů a parazitů, kteří by jejich populaci redukovali (Kolar et Lodge, 2001; Simberloff, 2001; Horsák et al., 2010; Knop et Reusser, 2012).

Asi nejznámějším invazivním druhem měkkýše v Evropě je plzák *Arion vulgaris*, který je velmi dobře znám nejen z našeho území, ale i z území okolních států. (Dvořák et Horsák, 2003). Obecně se uvažuje o třech možných místech původu tohoto invazivního druhu, a to ve východní, střední či západní Evropě (Zajac et al. 2017; Zemanova et al., 2016). V nové studii Zemanova et al. (2016) se dle genetických analýz přiklání k názoru, že tento druh pochází ze střední Evropy, nicméně v minulosti zde nikdy nalezen nebyl (např. Ložek, 1956).

Do nových oblastí se dostává se sazenicemi, s rostlinným materiálem, také může být dovezen s půdou z výkopových prací či s komunálním odpadem (Kozłowski et Kozłowski, 2011). I do České republiky se pravděpodobně dostal se sazenicemi okrasných rostlin (Horsák et al., 2010). K jeho šíření, jak jsem již zmínila výše, také napomáhají povodně. Tento druh je velice euryvalentní, co se výběru biotopu týče, vyhledává jak udržované zahrady, tak ruderalní stanoviště či pole, na kterých působí velké hospodářské škody (Dvořák et Horsák, 2003; Kozłowski et Kozłowski, 2011).

Opačným příkladem mohou být druhy, které jsou sice invazivní, ale v novém prostředí nijak neškodí, jako je tomu například u druhu *Boettgerilla pallens*. Původem se jedná o Kavkazský druh, který se do Evropy začal šířit v polovině 20. století. V roce 1960 byl například nalezen i v tehdejší Československu a postupně se začaly zprávy o jeho nálezech objevovat i z ostatních Evropských zemí. Vyskytuje v různých typech habitatů, a to jak v prostředí urbanizovaném, jako jsou zahrady a trávníky, ale i v lesích. Je také velice tolerantní k podmínkám prostředí, jako je druh půdy, obsah vody v půdě, obsah vápníku či pH. Má tedy veškeré předpoklady stát se invazivním druhem. Primárně se jedná o podzemní druh, ale dá se nalézt, jak pod kameny, tak pod tlejícím dřevem (Reise et al., 2000). Dalším invazivním druhem je již výše zmíněný vodní druh *Sinanodonta woodiana* (Douda et al., 2012) i řada jiných

vodních druhů, které se šíří buď za pomoci planktonních veligerových larev lodní dopravou (*Corbicula*, *Dreissena*), tak parazitickými larvami glochidiemi na žábřácích ryb (výše zmiňovaná *S. woodiana*). Tyto a další středoevropské druhy, které byly označeny za invazivní se nachází v tabulce 3.

<i>Arion vulgaris</i>	Dvořák et al., 2003; Dvořák, 2005; Kappes et al., 2012; Knop et Reusser, 2012; Păpureanu et al., 2014, Říhová et Juříčková, 2011; Zajac et al., 2017; Zemanova et al., 2016
<i>Boettgerilla pallens</i>	Balashov et Baidashnikov, 2012; Dvořák et al., 2003; Dvořák, 2005; Horsák et al. 2013; Reise et al., 2000;
<i>Cepaea nemoralis</i>	Dvořák, 2005; Egorov, 2014; Horsák et al., 2009a; Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Kappes et al., 2012; Lososová et al., 2011; Ožgo et Bogucki, 2011; Peltanová et al., 2012; Říhová et Juříčková, 2011
<i>Corbicula fluminea</i> - vodní druh	Clusa et al., 2017; Douda et al., 2012;
<i>Cornu aspersum</i>	Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Juříčková et Kapounek, 2009; Peltanová et al., 2012; Říhová et Juříčková, 2011;
<i>Dreissena polymorpha</i> - vodní druh	Clusa et al., 2017; Douda et al., 2012; Molloy et al., 2007
<i>Dreissena bugensis</i> - vodní druh	Molloy et al., 2007
<i>Gyraulus parvus</i> - vodní druh	Beran et Horsák 2002; Horsák et al. 2004
<i>Hygromia cinctella</i>	Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Peltanová et al., 2012; Říhová et Juříčková, 2011
<i>Krynockillus melanocephalus</i>	Balashov et Baidashnikov, 2012; Šteffek et al., 2008;
<i>Limnoperna fortunei</i> - vodní druh	Douda et al., 2012;
<i>Melanoides tuberculata</i> - vodní druh	Clusa et al., 2017
<i>Monacha cartusiana</i>	Horsák et al., 2009a; Horsák et al., 2013; Horsák et al. 2016; Juříčková et Kučera, 2007; Juříčková et Kapounek, 2009; Lososová et al., 2011; Říhová et Juříčková, 2011; Peltanová et al., 2012
<i>Physa acuta</i> - vodní druh	Beran, 2006; Horsák et al., 2004; Spyra et al., 2015
<i>Potamopyrgus antipodarum</i> - vodní druh	Alonso et Castro-Díez, 2008; Beran, 2010; Spyra et al., 2015
<i>Sinanodonta woodiana</i> - vodní druh	Clusa et al., 2017; Douda et al., 2012
<i>Xeropicta derbentina</i>	Aubry et al., 2006

Tab. 3: Přehled invazivních druhů měkkýšů střední Evropy

Podle tabulky je zřejmé, že invazivních druhů se ve střední Evropě vyskytuje opravdu mnoho. Jedná se jak od druhů suchozemské, tak o druhy vodní. Je možné, že některý z těchto druhů se v budoucnu může stát podobným problémem, jako je tomu u druhu *Arion vularis* a je tedy potřeba těmto druhům věnovat zvýšenou pozornost.

#### **4.4 Antropofobní druhy**

Jako antropofobní druh si představíme druh, který bychom v městském prostředí nejspíše nečekali, ale nemusí tomu být úplně tak. Jsou druhy, které snesou sousedství s prostředím, která jsou ovlivněna člověkem, pokud ovšem člověk nijak nezasahuje přímo do jejich habitatu. Jelikož je šnek organismus velice pomalý, tak se za celý život nedostane dál než několik desítek metrů (Baur et Baur, 1995), a právě proto může být městské heterogenní prostředí vhodné i pro druhy antropofobní. A pokud se ve městech nachází i chráněné krajinné oblasti či jiná chráněná území, mohou tato místa být pro měkkýše velice vhodným prostředím. Jako příklad si můžeme uvést CHKO Český kras, který částečně sahá i na území Prahy, a i díky tomu se v Praze vyskytuje 150 druhů měkkýšů (Juříčková, 2016) nebo například CHKO Slavkovský les sahající až na území Karlových Varů (Dvořák et Juříčková, 2006). Mezi antropofobní druhy nalezené na území velkých evropských měst patří například *Pupilla sterrii*, *Columella edentula*, *Malacolimax tenellus* či *Euconulus fulvus* (Horsák et al. 2009a).

## 5 Homogenizace městské měkkýší fauny

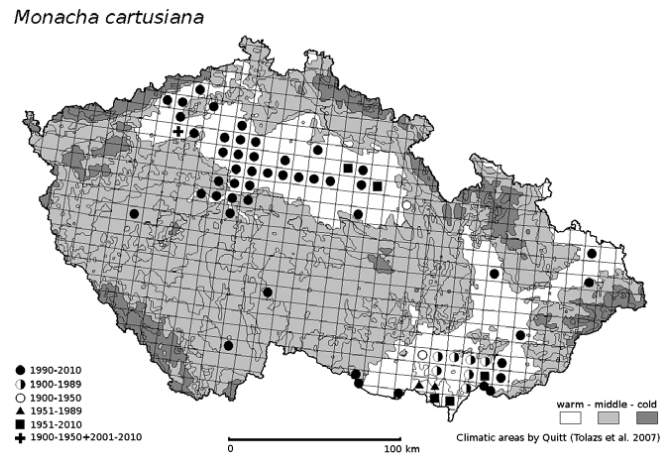
Homogenizací se rozumí proces nahrazování původní bioty nepůvodními druhy. Často se tak nahrazují unikátní endemické druhy, jinými snadno šířitelnými druhy a tím se zmenšují odlišnosti v druhovém složení mezi prostorově oddělenými oblastmi. Pravděpodobně se kvůli homogenizaci přichází o více druhů, než se druhů získává (McKinney et Lockwood, 1999).

Proč vůbec ve městech dochází k homogenizaci? Je to výsledkem působení různých faktorů, a to proto, že i když jsou různá města od sebe vzdálená stovky kilometrů, přesto sdílí stejné vlastnosti, které vedou právě k homogenizaci.

Jedním z těchto faktorů je již dříve zmíněné pasivní šíření pomocí člověka (McKinney et Lockwood, 1999). Pokud se na homogenizaci zaměříme u měkkýšů, zjistíme, že šíření nepůvodních druhů obvykle vede k homogenizaci (Horsák et al., 2013) u rostlin naopak dochází k diverzifikaci (Lososová et al., 2012). Ale i tak působení nepůvodních druhů není u jednotlivých skupin organismů univerzální, jelikož záleží i na druhu habitatu. (Horsák et al., 2013). Obecně ve městech se často vyskytuje větší množství rostlinných druhů než v jejich okolí (Pyšek, 1998), vzhledem k tomu, že jsou sem rostlinné druhy dováženy za zemědělskými a zahrádkářskými účely (Lambdon et al., 2008). Naproti tomu větší množství nepůvodních druhů měkkýšů na městských bulvárech může být dáno celkově malým počtem zde nalezených druhů a jejich náhodným rozmístěním (Horsák et al., 2013).

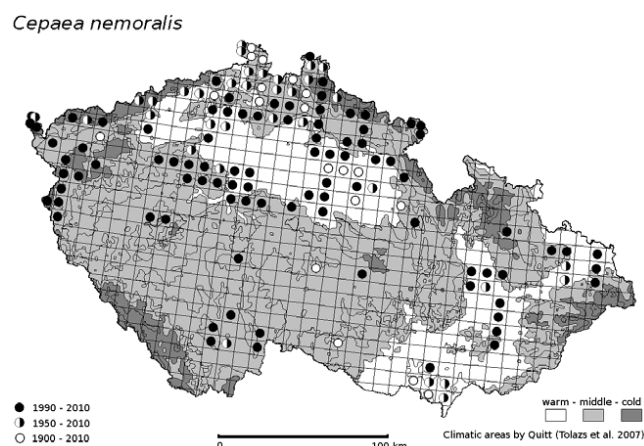
Dalším faktorem je městské klima. Všeobecně je ve městech vyšší a stabilnější teplota než v jejich okolí, tento jev se nazývá „Urban heat island effect“ (Nakayama et Fujita, 2010; Santamouris, 2013a). Například dle Santamouris (2013b) se teplota ve městech díky tomuto efektu může zvýšit oproti jejich okolí o 5 až 15°C. Stojí za tím velké množství změn, které ve městech vznikly působením člověka, jako změna povrchů země, které více absorbují teplo, snížení množství flory a znečištění vzduchu způsobené dopravou či průmyslem, které způsobují skleníkový efekt. (Stone et al., 2010, Čeplová et al., 2017). Díky tomuto faktoru se do střední Evropy šíří měkkýši z teplejších oblastí Středozeří a Atlantského pobřeží. Podle Horsák et al. (2016) rozhoduje o šíření nepůvodních druhů hlavně lednová teplota. Jako příklad si můžeme uvést druh *Monacha cartusiana*, který se rozšířil i do České republiky z oblasti mediteránu. Tento druh byl v České republice poprvé objeven v Hradci Králové asi před dvaceti lety a od té doby byl nalezen na různých typech biotopů, od těch přírodních až po městskou zeleň či dokonce bývalé i současné skládky (Míkovcová et Juříčková, 2008). Jak můžeme vidět na

obrázku 1 byl tento druh nalezen převážně v těch nejteplejších oblastech republiky, které jsou na mapce značeny bílou barvou. Je tedy zřejmé, že je schopen se uchytit pouze tam kde, již má příznivé podmínky k životu, tedy v oblastech, které jsou již za jeho limitní teplotou.



Obr. 1: Šíření druhu *Monacha cartusiana* v České republice, převzato z Peltanová et al. 2012

Další druh, který se k nám tentokrát šíří z oblasti Atlantské oblasti je *Cepaea nemoralis*. Na obrázku 2 můžeme vidět, že tento druh se v České republice uchycuje zejména mimo nejteplejší oblast termofytika, která jsou osidlována výše zmíněným druhem *Monacha cartusiana*. A je patrné, že jeho výskyt je vázaný hlavně na hranice velkých měst jako je Praha, Ostrava či České Budějovice (Peltanová et al., 2012).



Obr. 2: Šíření druhu *Cepaea nemoralis* v České republice, převzato z Peltanová et al. 2012

Existují i další faktory, které ovlivňují homogenizaci, mezi další patří například to, že ve městech se setkáváme s podobnými typy biotopů, jak jsem popsala v kapitole 2.

## 6 Faktory ovlivňující městskou měkkýší faunu

Ve městech existují různé faktory, které ovlivňují to, zda je habitat pro měkkýše vhodný či ne. Důležité je již výše zmíněné městské klima, tedy to, že ve městech je vyšší teplota než v jejich okolí. Já dále shledávám jako důležité faktory obsah vápníku a míru disturbance.

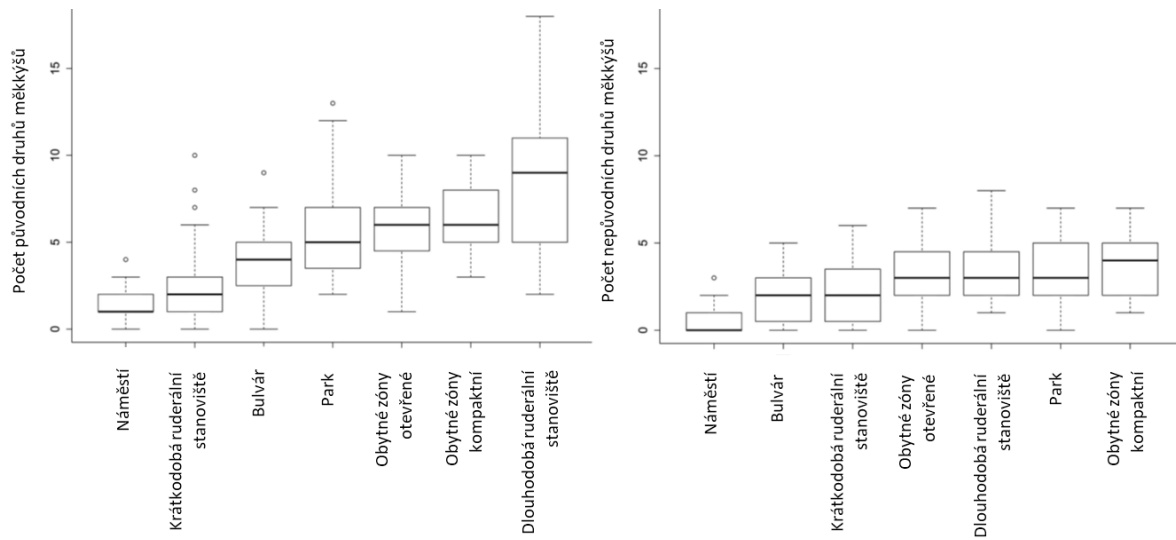
### 6.1 Obsah vápníku

Vápník je zásadním prvkem, který měkkýše ovlivňuje. Je dokázáno, že na místech, kde je vyšší obsah vápníku dochází k větší diverzifikaci měkkýšů a jejich populace zde dosahují vyšších hustot. Měkkýši vápník využívají pro růst svých schránek (Wäreborn, 1970) a pokud nemají dostatek vápníku, může u nich dojít například i ke snížení reprodukce (Wäreborn, 1979). A proto se do městské měkkýší fauny často začleňují druhy, které jsou náročné na živiny, a to především vápník, jelikož ten se ve městech díky všudypřítomné maltě, jak v chodnicích, tak například i ve zdivu budov, vyskytuje ve velkých koncentracích (Juříčková, 2016). Navíc dochází k vápnitým spádům, vzniklým např. vyfukováním větrem z rozpadlého zdiva či staveb., z tohoto důvodu se ve městech stírá vliv geologického podkladu, který je jinak pro měkkýše velice důležitý. Druhy, které byly nalezeny na chodnicích či budovách ve městech jsou například *Chondrina clienta* (Baur et Baur, 1995) či *Oxychilus draparnaudi* nebo *Tandonia budapestensis* (Juříčková, 1995).

### 6.2 Disturbance stanoviště

Obecně se dá říci, že disturbance stanoviště může napomáhat jeho kolonizaci, ale pokud je stanoviště příliš narušené, může vznik nových populací limitovat (Buckley et al., 2007).

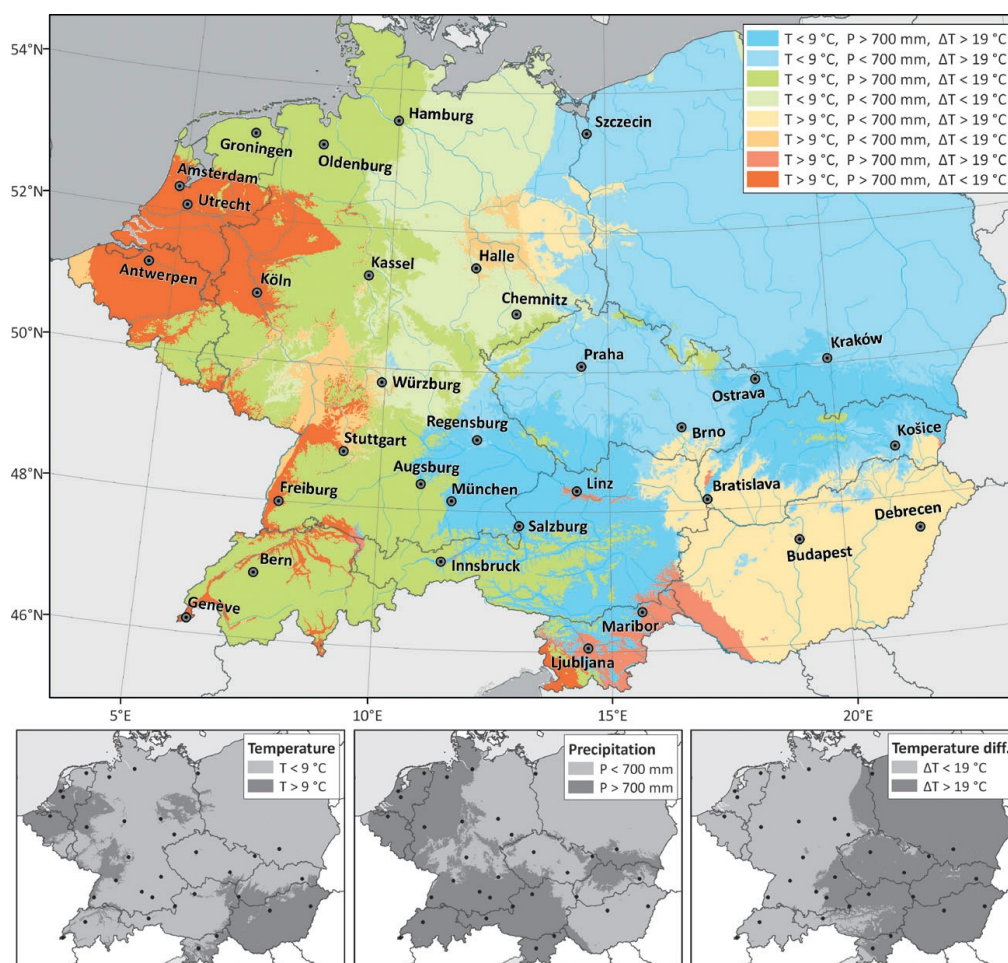
Nejvíce disturbovanými habitaty ve městech jsou městská náměstí a bulváry nacházející se v centrálních částech měst, kde dochází k častému pošlapávání vegetace a k záměrnému odstraňování vegetace a také ruderní stanoviště, kde došlo v nedávně době (tj. 1 - 3 roky) k silnému narušení, jde tedy o první typ ruderního stanoviště, který jsem zmiňovala v kapitole věnované přímo tomuto biotopu. Jedná se o prostředí, kde organismy musí rychle reagovat na změnu okolních podmínek, což je právě pro pomalu se pohybující měkkýše velké omezení (Lososová et al. 2011). Není tedy překvapením, že všechny tyto tři typy habitatů také vykazují nejnižší počty, jak původních, tak nepůvodních druhů měkkýšů ve srovnání s ostatními typy habitatů (obr. 3) (Horsák et al. 2013).



Obr. 3: Počet původních a nepůvodních druhů měkkýšů na jednotlivých studovaných typech stanovišť, převzato z Horsák et al. 2013 (upraveno)

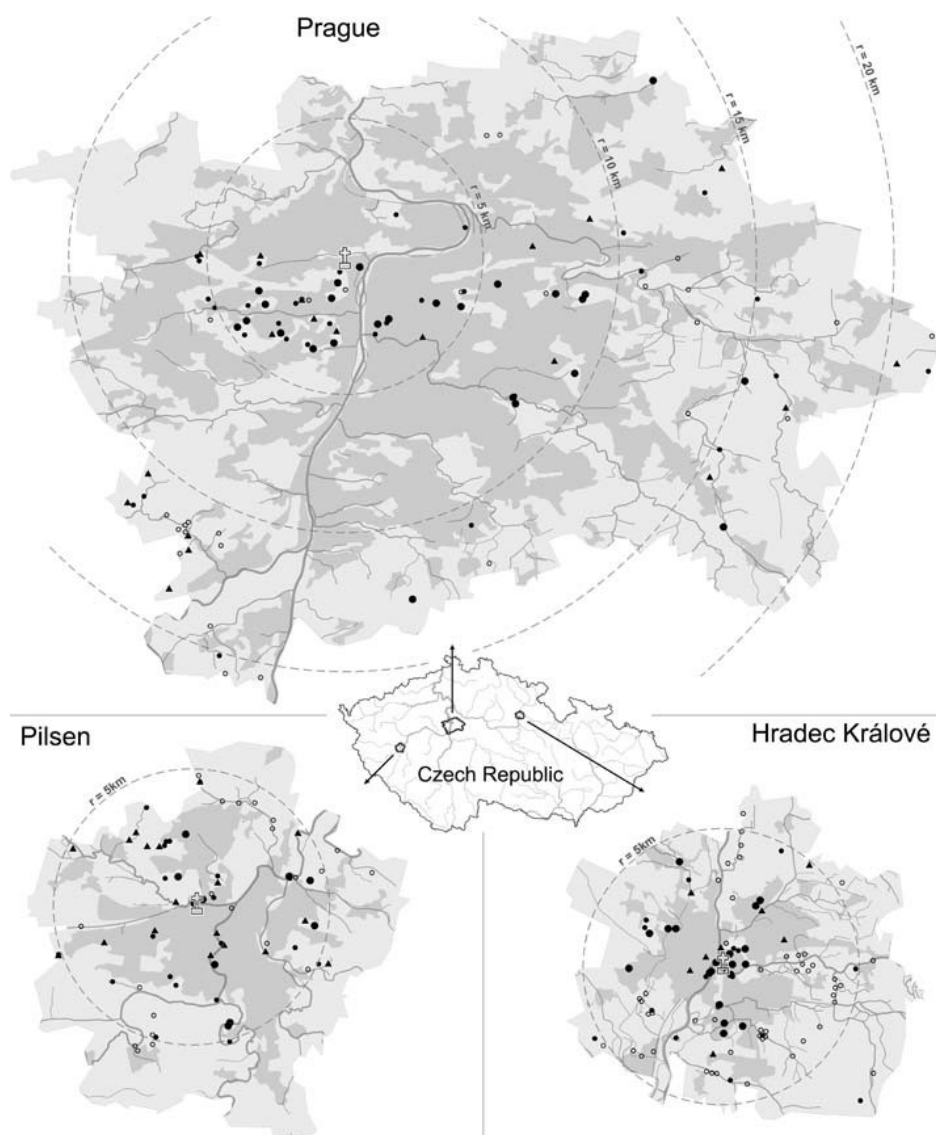
## 7 Metodika studia měkkýšů ve městech

Pokud chceme srovnávat měkkýši faunu v různých městech, musíme volit města s podobnými vlastnostmi. Důležitou roli zde hraje počet obyvatel, vybíráme například města s více než stotisíci obyvateli, dále je podstatná průměrná roční teplota, aby zde panovaly podobné klimatické podmínky, sběr musíme provádět ve stejném ročním období, ale i ve stejném časovém úseku během dne. Například ve studii Lososová et al. (2011), která studovala vliv městského prostředí na cévnaté rostliny a měkkýše ve 32 evropských městech, rozdělili Evropu podle tří kritérií (Obr. 4): a) zda je průměrná roční teplota vyšší nebo nižší než 9 °C; b) zda je průměrný rozdíl mezi teplotami v lednu a v červenci vyšší nebo nižší než 19 °C; a c) zda jsou roční srážky vyšší nebo nižší než 700 mm. Kombinací těchto kritérií vzniklo 8 oblastí z nichž byla vybrána vždy 4 města s více než 100 000 obyvateli. A v každém městě sbírali vzorky z předem určených habitatů, které jsem popsala ve druhé kapitole. Důležitá tedy nebyla vzdálenost od městského centra, ale charakteristický habitat.



Obr. 4: Studovaná evropská města v osmi klimatických regionech, kde každý je znázorněn jinou barvou. Průměrná roční teplota (T), roční srážky (P) a průměrný rozdíl mezi teplotou v lednu a v červenci ( $\Delta T$ ), převzato z Lososová et al. 2011

Druhým způsobem je měření čisté vzdálenosti od městského centra, tedy výběr míst nezávislý na typu habitatu, ale pouze na vzdálenosti od městského centra. Tento způsob můžeme vidět na obrázku 5, konkrétně se jedná o měření vzdálenosti od katedrál nacházejících se v centru Prahy, Plzně a Hradce Králové. Tečkami je zde znázorněné zastoupení synantropních druhů, které se v závislosti na vzdálenosti od centra mění. Tento obrázek pochází ze studie Horský et al.(2009a), kde bylo srovnáváno, jestli má na složení měkkých společenstev větší vliv vzdálenost od centra nebo znehodnocování stanovišť. Výsledek této studie by takový, že u synantropních druhů je důležitější vzdálenost od městského centra než znehodnocování habitatů a u antropofobních druhů tomu je opačně.



Obr. 5: Členění městského prostředí v závislosti na vzdálenosti od městského centra, převzato z Horský et al. 2009a

Pokud si oba postupy srovnáme, je zřejmé, že každý z nich se bude hodit na výzkum něčeho jiného. Jako výhodu prvního postupu bych si označila to, že může být využit i rozdílně velkých měst, jelikož se budeme zabývat pouze dílčími habitaty. U druhého postupu můžeme vidět, že bylo zvoleno jedno město s podstatně větší rozlohou, než je rozloha zbylých dvou měst, a proto při rozdělení po 5 kilometrových úsecích je velký rozdíl v počtu jednotlivých okruhů. Tento postup bych tedy volila spíše u podobně velkých měst, případně by bylo lepší rozdělit si města na úseky o menším průměru. Aby byly výsledky průkaznější, tak se obě metody mohou použít zároveň, jako tomu bylo právě již ve zmíněné studii Horsák et al. (2009a).

Ať už je zvolen jakýkoli přístup ke členění městského prostředí, následně musíme určit, jak velkou plochu budeme snímkovat, tedy zda například na každém námi zvoleném území budeme monitorovat oblasti velké jeden hektar ve tvaru čtverce či obdélníku. Což je běžně využívaný postup, avšak ve městech, zejména v obytných oblastech, se můžeme setkat s tím problémem, že některé plochy, které bychom chtěli snímkovat, například různé zahrádky, jsou soukromým majetkem, a tudíž není možné zde výzkum provádět, a tak se musí vymýšlet různé alternativy, aby mohly být porovnávány jednotlivé lokality mezi sebou (např. Lososová et al., 2011).

Na každém území bude probírat sběr přibližně stejnou dobu v závislosti na členitosti prostředí a množství druhů, které zde bude nalezeno. Pro sběr měkkýšů ve městech se vzhledem k nedostatku vhodné opadanky, která se obvykle snímkuje (např. Ložek 1956) nejvíce osvědčil ruční sběr, kterým lze odebrat jedince i pod kameny, v různých štěrbinách, z rostlin apod. Ale jelikož existuje velká pravděpodobnost přehlédnutí některých drobných druhů, může být doplněn hrabankovými vzorky o předem definovaném objemu z předem určených ploch, které ovšem zase nepostihnou nahé plže (např. Juříčková, 1995; Lososová et al. 2011; Horsák et al. 2013). Avšak odebírání hrabankových vzorků může být ve městech někdy obtížné nebo dokonce nemožné vzhledem k jeho heterogennímu prostředí.

U ručního sběru je výhodou, že nalezené druhy můžeme zaznamenávat a třídit rovnou na místě, například ve studii Horsák et al. (2009a) byli do výzkumu zaznamenáváni pouze živí jedinci a schránky s neporušeným periostrakem, aby nedošlo ke kontaminaci druhů, které se momentálně na místě nevyskytují. Pokud zvolíme vhodný způsob přepravy, tak v případě ručního sběru můžeme zkoumat živé jedince i laboratorních podmínkách, tedy ne jako u hrabankových vzorků, kde operujeme pouze se schránkami měkkýšů.

## 8 Závěr

Bakalářská práce shrnuje poznatky o městské měkkýši fauně. Srovnáním jednotlivých typů městských habitatů, jejich pro měkkýše vhodných a nevhodných vlastností, jasně ukazuje, že pro měkkýše je nejvhodnějším městským habitatem ruderal, který je dlouhodobě opuštěný, a tak se nemění okolní podmínky. Byl zde nalezen, jak nejvyšší počet druhů, tak zde byla nejvyšší beta diverzita tedy, že druhy zde nalezené nebyly nalezené na jiných stanovištích. Naopak nejméně vhodnými typy habitatů jsou náměstí a bulváry nacházející se v centrech měst a také raná ruderalní stanoviště, kde druhy ještě nestihly reagovat na změnu prostředí.

Poukazuje na to, že za šířením spousty nepůvodních druhů do měst stojí člověk, který nepůvodní druhy neúmyslně rozšiřuje dopravou, a to i na velké vzdálenosti, dokonce i mezikontinentálně. Nepůvodní druhy se do nových oblastí mohou dostat na samotném dopravním prostředku nebo třeba s jeho nákladem, což mohou být různé sazenice, rostlinné materiály, či půda z výkopových prací nebo komunální odpad.

Dále je v práci shrnuto, s jakými druhy měkkýšů se ve městech setkáváme dle jejich vazby na městské prostředí. Nejvíce rozšířenými druhy ve městech jsou druhy obecné, se kterými se setkáváme prakticky kdekoli. Blíže k centrům se vyskytují druhy synantropní, a naopak na periferiích druhy antropofobní. Z práce vyplývá, že i ve městech je potřeba zaměřit se na druhy invazivní, které díky jejich vlastnostem mohou efektivně osidlovat nová území a působit velké hospodářské škody, jako je tomu například u plzáka *Arion vulgaris*.

Dalším tématem, které je v práci shrnuto je homogenizace městské měkkýši fauny. Z práce vyplývá, že asi největší vliv na homogenizaci ve městech má pasivní šíření pomocí člověka. Další důvod homogenizace je specifické městské klima a podobné biotopy, které ve městech můžeme nalézt. Další faktory, které ovlivňují městskou měkkýši faunu, jsou obsah vápníku, který bývá ve městech uměle zvýšený a disturbance stanoviště.

Konečně je v práci ukázáno, že existují různé přístupy ke členění městského prostředí při provádění výzkumu. Vždy je třeba volit postup, který bude vhodnější z hlediska cílů našeho výzkumu. Já v práci shledávám velice univerzálním přístup ke členění městského prostředí dle dílčích habitatů, jelikož se dá použít i u rozdílně velkých měst.

## 9 Seznam použité literatury

- Altaba C. R. (2015) Once a land of big wild rivers: specialism is context-dependent for riparian snails (Pulmonata: Valloniidae) in centra Europe. *Biological Journal of the Linnean Society* 115: 826-841.
- Aubry S., Labaune C., Magnin F., Roche P., Kiss L. (2006) Active and passive dispersal of invading land snail in Mediterranean France. *Journal of Animal Ecology* 75: 802-813.
- Balashov I. A. et Baidashinkov A. A. (2012) The first findings of a slug *Boettgerilla pallens*(Stylommatophora, Boettgerillidae) in Crimea. *Ruthenica* 22: 111-114.
- Baur B. et Baur A. (1995) Habitat-related dispersal in the rock-dwelling land snail *Chondrina clienta*. *Ecography* 18: 123-130.
- Beran L. et Horsák M. (2002) *Gyraulus parvus* (Mollusca: Gastropoda) in the Czech Republic. *Acta Soc. Zool. Bohem.* 66: 81-84.
- Beran L. (2006) Unintentional introduction of aquatic molluscs from Poland to Prague (Czech Republic). *Malacologica Bohemoslovaca* 5: 6-9.
- Beran L. (2010) Izolované populace praménky *Bythinella austriaca* (Frauenfeld, 1857) (Gastropoda: Hydrobiidae) v okolí Prahy. *Malacologica Bohemoslovaca* 9: 5-10.
- Bergey E. A., Figueroa L. L., Mather Ch. M., Martin R. J., Ray E. J., Kurien J. T., Westrop D. R., Suriyawong P. (2014) Tradong in snails: plant nurseries as transport hubs for non-native species. *Biological Invasions* 16: 1441-1451.
- Buckley Y.M., Bolker, B.M., Rees, M. (2007) Disturbance, invasion and re-invasion: managing the weed-shaped hole in disturbed ecosystems. *Ecology letters* 10: 809-817.
- Clusa L., Miralles L., Basanta A., Escot C., García-Vázquez E. (2017) eDNA for detection of five highly invasive molluscs. A case study in urban rivers from the Iberian Peninsula. *PLoS One* 12(11): e0188126.
- Cornelis J., Hermy, M. (2004): Biodiversity relationships in urban and suburban parks in Flanders. *Landscape and Urban Planning* 69: 385–401.

- Čeplová N., Kalusová V., Lososová Z. (2017) Effects of settlement size, urban heat island and habitat type on urban plant biodiversity. *Landscape and Urban Planning* 159: 15–22.
- Dörge N., Walther Ch., Beinlich B., Plachter H. (1999) The significance of passive transport for dispersal in terrestrial snails (Gastropoda, Pulmonata) *Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz* 8: 1-10.
- Douda K., Vrtílek M., Slavík O., Reichard M. (2012) The role of host specificity in explaining the invasion success of the freshwater mussel *Anodonta woodiana* in Europe. *Biological Invasions* 14: 127-137.
- Dvořák L. et Hlaváč J. Č. (2001) Nástin rozšíření vybraných ruderálních a synantropních druhů plžů (Gastropoda) v oblasti Šumavy a Pošumaví. *Silva Gabreta* 6: 183-197.
- Dvořák L., Čejka T., Horsák M. (2003) Present knowledge of distribution of *Tandonia budapestensis* (Hazay, 1881) in the Czech and Slovak Republics (Gastropoda: Milacidae). *MALAKOLÓGIAI TÁJÉKOZTATÓ* 21: 37-43.
- Dvořák L. et Horsák M. (2003) Současné poznatky o plzáku *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata) v České republice. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)* 52: 67-71.
- Dvořák L. et Horsák M. (2004) Slimák pestrý- rarita v blízkosti lidských sídel. *Živa, Speciál* 1:18.
- Dvořák L. (2005) Gastropods in subterranean shelters of the Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* 4: 10-16.
- Dvořák L. et Juříčková L. (2006) Měkkýši přírodních rezervací Podhorní vrch a Holina u Mariánských Lázní. *Erica, Plzeň* 13: 37-42.
- Dvořák L. et Kupka J. (2007) The first outdoor find of an American snail *Zonitoides arboreus* (Say, 1816) from the Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* 6: 1-2.
- Egorov R. (2015) *Helix pomatia* Linnaeus, 1758: the history of its introduction and recent distribution in European Russia. *Malacologica Bohemoslovaca* 15: 91-101.
- \*Geyer D. (1914) Schneckenwanderungen. *Unsere Welt. Illistr. Monatsschr. Naturwiss. Weltanschauung* 6: 5-16.

- Hill M. O., Roy D. B., Thompson K. (2002) Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. *Journal of Applied Ecology* 39: 708-720.
- Hlaváč J. Č. et Peltanová A. (2010) First occurrence of the Kentish Snail *Monacha cantiana* (Mollusca:Gastropoda: Hygromiidae) in the Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* 9: 11-15.
- Horsák M., Dvořák L., Juříčková L. (2004) Greenhouse gastropods of the Czech Republic: current stage of research. *Malacological newsletter* 22: 141-147.
- Horsák M. et Cernohorsky N. (2008) Mollusc diversity patterns in Central European fens: hotspots and conservation priorities. *Journal of Biogeography* 35: 1215-1225.
- Horsák M., Juříčková L., Kintrová K., Hájek O. (2009a) Patterns of land snail diversity over a gradient of habitat degradation: a comparison of three Czech cities. *Biodiversity and Conservation* 18: 3453-3466.
- Horsák M., Šteffek J., Čejka T., Ložek V., Juříčková L. (2009b) Occurrence of *Lucilla scintilla* (R.T. Lowe, 1852) and *Lucilla singleyana* (Pilsbry, 1890) in the Czech and Slovak Republics – with remarks how to distinguish these two non-native minute snails. *Malacologica Bohemoslovaca* 8: 24-27.
- Horsák M., Juříčková L., Beran L., Čejka T., Dvořák L. (2010) Komentovaný seznam měkkýšů zjištěných ve volné přírodě České a Slovenské republiky. *Malacologica Bohemoslovaca* 1: 1-37.
- Horsák M., Lososová Z., Čejka T., Juříčková L., Chytrý M. (2013) Diversity and Biotic Homogenization of Urban Land-Snail Faunas in Relation to Habitat Types and Macroclimate in 32 Central European Cities. *PLoS ONE* 8(8): e71783. doi:10.1371/journal.pone.007178.
- Horsák M., Čejka T., Juříčková L., Weise V., Horsáková V., Lososová Z. (2016) Drivers of Central European urban land snail faunas: the role of climate and local species pool in the representation of native and non-native species. *Biological Invasions* 18: 3547-3560.
- Juříčková L. (1993) Měkkýší fauna velké Prahy a její vývoj pod vlivem urbanizace. Vedoucí práce RNDr. Vojen Ložek, DrSc.

- Juříčková L. (1995) Měkkýši fauna velké Prahy a její vývoj pod vlivem urbanizace. *Natura pragensis*, Studie o přírodě Prahy, svazek č. 12.
- Juříčková L. (1998a) Měkkýši Hradce Králové. *Acta musei Reginaehradecensis s. A.* 26: 101-172.
- Juříčková L. (1998b) Společenstva měkkýšů území Plzně. *Sborník Západočeského muzea* 96.
- Juříčková L. (2006) *Subulina octona* (Bruguière, 1798) – a new greenhouse species for the Czech Republic (Mollusca: Gastropoda: Subulinidae) *Malacologica Bohemoslovaca* 5: 1-2.
- Juříčková L. et Kučera T. (2007) Land snail assemblage patterns along motorways in relation to environmental variables. *Contributions to Soil Zoology in Central Europe II*. Tajovský, K., Schlaghamerský, J. & Pižl, V. (eds.): 75-78.
- Juříčková L., Horsák M., Cameron R., Hylander K., Míková A., Hlaváč J. Č., Rohovec J. (2008) Land snail distribution patterns within a site: The role of different calcium sources. *European journal of soil biology* 44: 172-179.
- Juříčková L. et Kapounek F. (2009) *Helix (Cornu) aspersa* (O.F. Müller, 1774) (Gastropoda: Helicidae) in the Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* 8: 53-55.
- Juříčková L. (2016) Města mohou být rájem pro šneky. *Fórum ochrany přírody*.
- Kappes H., Stoll S., Haase P. (2012) Differences in field behavior between native gastropods and the fast-spreading invader *Arion lusitanicus* auct. non Mabilles. *Belgian Journal of Zoology*, 142(1): 49–58.
- Knop E., Reusser N. (2012) Jack-of-all-trades: phenotypic plasticity facilitates the invasion of an alien slug species. *Proceedings of the Royal Society B* 279: 4668-4676.
- Kolar C. S. et Lodge D. M. (2001) Progress in invasion biology: predicting invaders. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 199-204.
- Kozłowski J., Kozłowski R. J. (2011) Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabilles, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: stylommatophora) and dangers to garden crops. A literature review with some new data. *Folia malacologica*. 19(4): 249–258.

- Lambdon P. W., Pyšek P., Basnou C., Hejda M., Arianotsou M., Essl F., Jarošík V., Pergl J., Winter M., Anastasiu P., Andriopoulos P., Bazos I., Brundu G., Celesti-Grapow L., Chassot P., Delipetrou P., Josefsson M., Kark S., Klotz S., Kokkoris Y., Kühn I., Marchante H., Perglová I., Pino J., Vila M., Zikos A., Roy D., Hulme P.E. (2008) Alien flora of Europe: species diversity, temporal trends, geographical pattern and research needs. *Preslia* 80: 101–149.
- Lososová Z., Horsák M., Chytrý M., Čejka T., Danihelka J., Fajmon K., Hájek O., Juříčková L., Kintrová K., Láníková D., Otýpková Z., Řehořek V., Tichý L. (2011) Diversity of Central European urban biota: effect of human-made habitat types on plants and snails. *Journal of Biogeography* 38: 1152–1163.
- Lososová Z., Chytrý M., Tichý L., Danihelka J., Fajmon K., Hájek O., Kintrová K., Láníková D., Otýpková Z., Řehořek V. (2012) Biotic homogenization of Central European urban floras depends on residence time of alien species and habitat types. *Biological conservation* 145: 179–184.
- Lowe, J. J. et Walker, M. J. C. 1997. *Reconstructing Quaternary Environments*. Harlow, Essex: Addison Wesley Longman.
- Ložek V. (1956) Klíč československých měkkýšů. Slovenská akadémia vied.
- Ložek V. et Juříčková L. (2012) Proudové koridory, náplavy a měkkýši. I. Pojem náplav, jeho vymezení a postavení v nivním ekosystému. *Živa* 5: 218–220.
- MacArthur R. H., Wilson E. O. (1963) An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 17: 373–387.
- McKinney M. L. et Lockwood J. L. (1999) Biotic homogenization: a few winners replacing many losers in the next mass extinction. *Trends in Ecology & Evolution* 14: 450–453.
- McKinney M. L. (2006) Urbanization as a major cause of biotic homogenization. *Biological conservation* 127: 247–260.
- Míkovcová A., Juříčková L. (2008) Hledá se tmavorečka bělavá. *Živa* 6: 73.
- Molloy D. P., bij de Vaate I., Wilke T., Giamberini L. (2007) Discovery of *Dreissena rostriformis bugensis* (Andrusov 1897) in Western Europe. *Biological Invasions* 9(7): 871–874.

- Nakayama T. et Fujita T. (2010) Cooling effect of waterholding pavements made of new materials on water and heat budgets in urban areas. *Landscape and Urban Planning* 96: 57-67.
- Niemelä J. (1999) Ecology and urban planning. *Biodiversity and Conservation* 8: 119-131.
- Ožgo M. et Bogucki Z. (2011) Colonization, stability, and adaptation in a transplant experiment of the polymorphic land snail *Cepaea nemoralis* (Gastropoda: Pulmonata) at the edge of its geographical range. *Biological Journal of the Linnean Society* 104: 462-470.
- Peltanová A., Petrušek A., Kment P., Juříčková L. (2011) A fast snail's pace: colonization of Central Europe by Mediterranean gastropods. *Biological Invasions* 14: 759-764.
- Peltanová A., Dvořák L., Juříčková L. (2012) The spread of non-native *Cepaea nemoralis* and *Monacha cartusiana* (Gastropoda: Pulmonata) in the Czech Republic with comments on other land snail immigrants. *Biologia* 67/2: 384-389.
- Pyšek P. (1998) Alien and native species in Central European urban floras: a quantitative comparison. *Journal of Biogeography* 25: 155-163.
- Reisse H., Hutchinson J. M. C., Forsyth R. F., Forsyth T. (2000). The ecology and rapid spread of the terrestrial slug *Boettgerilla pallens* in Europe with reference to its recent discovery in North America. *The Veliger* 43: 313–318.
- Říhová D. et Juříčková L. (2011) The Girdled Snail *Hygromia cinctella* (Draparnaud, 1801) new to Czech Republic. *Malacologica Bohemoslovaca* 10: 35-37.
- Santamouris M. (2013a) Using cool pavements as a mitigation strategy to fight urban heat island- A review of the actual developments. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 26: 224-240.
- Santamouris M. (2013b) *Energy and climate in the urban built environment*. Routledge.
- Simberloff D. (2001) Biological – Invasions - how are they affecting us, and what can we do about them? *Western North American Naturalist* 61: 308-315.

- Simonová J. (2017) Pasivní disperze suchozemských plžů (Gastropoda: Pulmonata) se zaměřením na endodisperzi prostřednictvím ptáků. Vedoucí práce RNDr. Lucie Juříčková, Ph.D.
- Spyra A., Kubicka J., Strzelec M. (2015) The Influence of the Disturbed Continuity of the River and the Invasive Species—*Potamopyrgus antipodarum* (Gray, 1843), *Gammarus tigrinus* (Sexton, 1939) on Benthos Fauna: A Case Study on Urban Area in the River Ruda (Poland). *Environ Manage* 56(1): 233-44.
- Stone B., Hess J.J., Frumkin H. (2010) Urban form and extreme heat events: are sprawling cities more vulnerable to climate change than compact cities? *Environ Health Perspect* 118:1425–1428.
- Šteffek J., Stalažs A., Dreijers E. (2008) Snail fauna of the oldest cemeteries from Riga (Latvia). *Malacologica Bohemoslovaca* 7: 79-80.
- Wäreborn I. (1970) Environmental factors influencing the distribution of land molluscs of anoligotrophic area in southern Sweden. *Oikos*, 21(2), 285-291.
- Wäreborn I. (1979). Reproduction of two species of land snails in relation to calcium salts in the foena layer. *Malacologia*, 18: 177-180.
- Wilson J. R. U., Dormontt E. E., Prentis P. J., Lowe A. J., Richardson D. M. (2009) Something in the way you move: dispersal pathways affect invasion succes. *Trends in Ecology & Evolution* 24: 136-144.
- Zajac K. S., Gawel M., Filipiak A., Kramarz P. (2017) *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855- The aetiology of an invasive species. *Folia Malacologica* 25(2): 81-93
- Zemanova M. A., Knop E., Heckel G. (2016) Phylogeographic past and invasive presence of *Arion* pest slugs in Europe. *Molecular Ecology* 25: 5747-5764.