

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie



Bakalářská práce

Diverzita živočichů podél urbanizačního gradientu
Animal diversity along urban gradient

Vedoucí práce: Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

Autor práce: Jan Stříteský

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Stříteský

Aplikovaná ekologie

Název práce

Diverzita živočichů podél urbanizačního gradientu

Název anglicky

Animal diversity along urban gradient

Cíle práce

Prvním cílem práce je formou literární rešerše shrnout dosavadní poznatky o vlivu urbanizovaného prostředí na diverzitu živočichů (především ve větších aglomeracích) a na její změnu podél urbanizačního gradientu. Dalším cílem je pomocí vlastního terénního průzkumu na modelové skupině motýlů s denní aktivitou ověřit tyto vztahy na území města Prahy.

Bakalářská práce bude tvořit pilotní studii pro práci diplomovou, pro kterou budou nasbíraná data tvořit část vstupních dat.

Metodika

V rámci literární rešerše budou rekapitulovány poznatky z dostupných literárních zdrojů, zejména z časopisů s IF.

Vlastní terénní průzkum proběhne v sezoně 2016 (konec dubna-září), kdy na vybraných plochách bude sledována diverzita denních motýlů. Na území města Prahy bude vybráno pět městských parků a pět ploch s ruderalní nebo polopřirozenou vegetací (mimo chů) tak, aby se jednotlivé plochy nacházely podél gradientu centrum-okraj města. Na těchto plochách budou během pěti návštěv pomocí metody časované pochůzky sbírána data o výskytu jednotlivých druhů. K jednotlivým plochám budou také sbírány environmentální proměnné popisující charakter vegetace, nabídky zdrojů pro denní motýli a parametry prostředí popisující gradient urbanizace. Získaná data budou analyzována pomocí zobecněných lineárních modelů (počty druhů) a pomocí mnohorozměrných metod (druhové složení).

Doporučený rozsah práce

cca 30-40 stran

Klíčová slova

městské parky, městská zeleň, urbanizace, denní motýli, ekologie měst, ochrana hmyzu

Doporučené zdroje informací

1. Blair RB (1999) Birds and butterflies along an urban gradient, surrogate taxa for assessing biodiversity? *Ecological Applications* 9: 164-170.
2. Di Mauro D, Dietz T & Rockwood L (2007) Determining the effect of urbanization on generalist butterfly species diversity in butterfly gardens. *Urban Ecosystems* 10: 427-439.
3. Jarosik V, Konvicka M, Pyscek P, Kadlec T & Benes J (2011) Conservation in a city: plant and butterfly richness of urban reserves in Prague. *Biological Conservation* 144: 190-199.
4. Kadlec T, Benes J, Jarosik V & Konvicka M (2008) Revisiting urban refuges: changes of butterfly and urban fauna in Prague reserves over three decades. *Landscape and Urban Planning* 85: 1-11.
5. Konvicka M & Kadlec T (2011) How to increase the value of urban areas for butterfly conservation? A lesson from Prague nature reserves and parks. *European Journal of Entomology* 108: 219-229.
6. McIntyre NE (2000) Ecology of urban arthropods: A review and a call to action. *Annals of the Entomological Society of America* 93: 825-835.
7. Shapiro AM (2002) The Californian urban butterfly fauna is dependent on alien plants. *Diversity and Distribution* 8: 31-40.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FŽP

Vedoucí práce

Mgr. Tomáš Kadlec, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 18. 4. 2017

doc. Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18. 4. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 18. 04. 2017

Poděkování

Mé poděkování patří Mgr. Tomáši Kadlecovi Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval. Děkuji také Mgr. Martině Novákové za pomoc při gramatické kontrole práce a MVDr. Milanu Novákovi za cenné životní rady.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Diverzita živočichů podél urbanizačního gradientu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 24.4.2017

Abstrakt

V současnosti je urbanizační gradient nejen v Praze zájmovou oblastí pro mnoho studií. Z městského prostředí vymizely určité typy stanovišť, což znamená velký problém pro druhy se specializovanějšími životními nároky. Zejména druhy, které ke svému životu potřebují prostředí, kde mohou dokončit svůj vývoj, případně nalézt potravu nebo úkryt. Městské parky s mnohonásobnou sečí neposkytují tyto podmínky pro druhy vázané na trávničky a bylinnou vegetaci, a proto se stávají místem, kde dochází ke snížení biodiverzity. Na druhém pólu urbanizované krajiny jsou ruderalní plochy, které jsou místem hojného výskytu bezobratlých živočichů. Ruderalní plochy poskytují různé typy stanovišť např. motýlům, kteří tyto podmínky potřebují ke svému vývoji, rozmnožování i životu. Pro sledování těchto jevů došlo v Praze k výběru deseti ploch, z nichž bylo pět ploch ruderalních a pět parkových, kde byl prováděn monitoring denních motýlů. Cílem bylo zjistit, zda se tyto habitaty městského prostředí liší v diverzitě denních motýlů. Každá lokalita byla během sezony 2016 navštívena pětkrát zhruba v měsíčních intervalech v období květenzačátek září. Během tohoto období bylo odchyceno 581 jedinců z 19 zaznamenaných druhů motýlů s denní aktivitou. V celkovém srovnání početnosti i druhové pestrosti na lokalitách ruderalních a na parkových lokalitách s častou sečí byly zaznamenány značné rozdíly. Na ruderalních plochách bylo zjištěno větší množství druhů i vyšší počty jedinců než na parkových plochách. Typ stanoviště, a tedy patrně i intenzita péče měly značný vliv na celkovou diverzitu a početnost druhů. Je evidentní, že ruderalní plochy v městském prostředí mohou hrát významnou roli v udržení druhové biodiverzity.

Klíčová slova: městské parky, městská zeleň, urbanizace, denní motýli, ekologie měst, ochrana hmyzu

Abstract

Nowadays the urbanization gradient not only in Prague represents a field of interest of numerous studies. Certain habitat types have disappeared from the urban area. Such fact creates significant problems for species requiring specialized living conditions. In particular for the species requiring environment that would allow them to complete their development and find food and shelter. Urban parks with multiple mows fail to provide such environment for species reliant on lawn areas and herbaceous vegetation. As a result these parks are becoming the place with dwindling biodiversity. On the other side of urbanized landscape are ruderal areas containing abundance of invertebrates. These areas provide habitat types for example for butterflies, which can utilize them for their development, reproduction and life.

For the practical part of our research the total of ten habitats in Prague were selected. The monitoring of day butterflies has been conducted in five ruderal and five park areas. The objective of this monitoring was to establish whether these two types of area differ in diversity of day butterflies. Each of the ten areas was visited during the 2016 season between May and early September five times, approximately at monthly intervals. During this period, 581 subjects were captured from the 19 recorded species of butterflies with diurnal activity. The overall comparison of the density and species diversity in the ruderal versus park areas with frequent mows has brought significant differences. The ruderal areas contained a higher number of species and a higher count of subjects than the park areas. A habitat type, and probably the intensity of supervision as well, had a significant impact on the overall diversity and a number of species. It is evident that ruderal areas in the urban environment can play a very important role in maintaining species biodiversity.

Key words: urban parks, urban greenery, urbanization, diurnal butterflies, urban ecology, insect conservation

Obsah

Úvod	1
Cíl práce	2
Ekologie živočichů v městském prostředí	3
Biodiverzita městské zeleně a její ochrana	3
Proměnlivé podmínky městského prostředí	6
Změny rostlinných společenstev	8
Urbanizační gradient a jeho vliv na biodiverzitu živočichů	10
Péče o městskou zeleň	12
Příkladová studie – denní motýli vybraných ploch hlavního města Prahy	15
Metodika	15
Výsledky	18
Diskuze	21
Závěr	23
Seznam literatury	24
Obrázky	29
Tabulky	29
Přílohy	30

Úvod

Městská zeleň, především městské parky, patří k prostorům, které v průběhu dějin rozvoje měst měly stále významnější vliv na kvalitu života ve městech a na obyvatele. Dříve se jednalo zejména o zámecké parky, které původně sloužily k relaxaci a plnily spíše estetickou funkci. Estetika tak byla jedinou perspektivou, aniž by se uvažovalo o kompatibilitě s životním prostředím. Obdobně jako je člověk součástí přírody, je i zelená plocha součástí přirozeného i městského prostředí a existuje mezi nimi vazba (Shebani, 1996). Zeleň a parky ve městě jsou v současné době považovány nejen za perfektní lokality, které umožňují rekreační aktivity, ale tyto prostory v mnoha případech brání neuváženému rozšíření měst (Niya, et al., 2011). Bezpečí a klid jsou symboly regionálního rozvoje a mohou tak přilákat mnoho turistů (Anabestani, et al., 2016). Lze tedy jednoznačně říci, že parky mají rekreační, kulturní a environmentální funkce a jejich úkolem je sloužit občanům různých městských částí (Mohammadi, et al., 2006). Hlavním cílem městských parků je estetické zlepšení kvality městského prostoru a zároveň posílení environmentálních aspektů a zvýšení zdraví města (Tiemuri, et al., 2010).

Městský park je živým organizmem, na území města vyžaduje pozornost a sympatie všech členů společnosti a všichni by měli o toto prostředí pečovat (Nazari, et al., 2011). Při plánování a managementu veřejných prostor, jako je městská zeleň je potřeba zvažovat využití těchto prostor (Chen, et al., 2009), protože uživatelé městské krajiny mají očekávání, která pokud se neshodují s realitou, vedou k rozporu mezi prostorem a občany (Daniel, 2001). Z tohoto hlediska jsou k hodnocení krajiny používány dva přímé a nepřímé hlavní přístupy. V přímém přístupu se zkoumají a studují veřejné preference. Hlavním kritériem pro hodnocení je zdůraznit pohled uživatelů krajiny a jak tyto vizuální znaky vnímat a interpretovat. Při nepřímém přístupu je vyhodnocení prováděno na základě popisné studie jednotlivých složek tvořících krajinu a jejich vlastností (Daniel, 2001). Proto je požadováno, aby designéři a projektanti kategorizovali parkové prostory do několika zón a plán každé zóny odpovídal vkusu a preferencím obyvatel. Toto podporuje obyvatele, aby přišli do parku a využívání všech prostor parku bylo vítané (Bazi, et al., 2013).

Městské prostředí je jedinečným prostředím, v němž jsou druhy, které se nevyskytují společně v jiných ekosystémech, vystaveny environmentálním dopadům. Mezi tyto vlivy na životní prostředí lze zahrnout: zvýšení teploty půdy a vzduchu v účinku důsledku městského tepelného ostrova, vyšší koncentrace těžkých kovů v půdě, znečištění ovzduší, zvýšené znečištění vody a vyšší ukládání dusíku a vápníku do půdy (Grimm, et al., 2008; Lovett, et al., 2000; McDonnell, et al., 1997). Tyto vlivy na životní prostředí v souvislosti s městskou morfologií ovlivňují nejen změny v druhové diverzitě (Pärtel, et al., 1996; Williams, et al., 2009), ale také slouží jako biologický filtr pro určité znaky a selektivní tlak na druhy, jejich adaptaci a evoluci (Hunter, 2007).

Cíl práce

Hlavními cíli bakalářské práce bylo přinést i) příklady o vztazích diverzity živočichů k městskému prostředí a ii) formou vlastního terénního průzkumu na modelové skupině denních motýlů přinést další poznatky o vlivu různě silné péče o stanoviště na druhovou bohatost měst. Práce shrnuje poznatky o druhovém zastoupení motýlů a její výsledky mohou pomoci při rozhodování o budoucím způsobu managementu parkových ploch na území Prahy. Pochopení a využití vhodných principů ekosystémových služeb, které nám různé typy managementu zatravněných ploch nabízejí, může uspořit nejen obrovské finanční prostředky, ale zároveň umožní velkému množství ojedinelých organismů existenci v těsné blízkosti člověka.

Ekologie živočichů v městském prostředí

Biodiverzita městské zeleně a její ochrana

V rozvinutých zemích člověk městskou krajinu značně fragmentuje cestami oddělujícími bloky industriálních staveb (obchodů, továren, volnočasových center, škol, kanceláří) nebo rezidenčních budov a přidružených zahrad, které však obsahují přírodní, polo-přírodní nebo otevřené habitaty (lesy, sportovní hřiště, golfové hřiště, parky, krajnice silnic, železniční násypy, hřbitovy, vodovodní kanály) a opuštěné plochy, které byly dříve využívány (Blair, 1999). V rámci dané městské oblasti se hustota různých typů přírodních stanovišť a budov dělí územně mezi např. průmyslové, obchodní a obytné zóny, i když se jedná o podstatné rozdíly v hustotě osídlení. V Británii se hustota bydlení liší v rozmezí od více podlažních bytů s komunálními otevřenými zahrady (nejvyšší hustota) přes řadové domy, dvojdomky, rodinné domy po velké rodinné domy (nejnižší hustota). Pro posledně jmenované kategorie jsou typické vlastní uzavřené zahrady, jejichž plocha se zvětšuje od řadových domků po velké rodinné domy. Tyto rozdíly a dynamika městského prostředí mohou významně ovlivnit územní rozložení městských savců, ale také dalších živočichů (Harris, 1981).

Jelikož různé taxony mohou na podmínky města reagovat různě, lze uvést několik příkladů některých skupin:

Členovci jsou v městském prostředí pravděpodobně nejméně prozkoumanou skupinou, ačkoliv v ekosystémech zastávají řadu funkcí a tvoří největší část globální biodiverzity (McIntyre, 2000). Poskytují pro ekosystém důležité služby, jako je opylování a kontrola škůdců a ve stejnou dobu jsou považováni za zhoubu z mnoha důvodů včetně přenosu onemocnění, nepohodlí pro člověka (např. kousání, štípání a sání), poškození úrody a zahradnických kultur. Vzhledem k dostupnosti studií se tato část zaměřuje hlavně na hmyz (Müller, et al., 2013).

Lze očekávat, že s rozmanitostí členovců, zejména hmyzu existuje celá řada reakcí (Jarosik, et al., 2011) na urbanizované prostředí. McIntyre (2000) identifikoval tři skupiny členovců dle jejich adaptability k urbanizovanému prostředí: (1) venkovské taxony (nepřítomnost nebo nízký výskyt ve městech), (2) městské taxony (nalezené zejména ve městech nebo mající vysoký výskyt) a (3) taxony nalezené hojně jak ve venkovských, tak i městských krajinách. V městské krajině se nejčastěji nachází druhy sedentární, xerothermní a dále druhy lesních a lučních společenstev (Konvicka & Kadlec, 2011). Jak uvedl Jarosik, et al. (2011) urbanizační gradient hraje významnou roli v distribuci druhů a to od centra města, kde byl výskyt druhů nižší do okrajových částí, kde byla naopak diverzita druhů vyšší. Faktor urbanizačního gradientu také může stresovat rostliny, které reagují fyziologicky a které následně ovlivní nektar sající hmyz (Schmitz, 1996).

Obojživelníci mají největší podíl druhů (21 %) na pokraji vyhynutí (Stuart, et al., 2004). Pro srovnání podíl ohrožených druhů savců a ptáků je 10 % a 5 %. Důvodu ohrožení obojživelníků byla identifikována řada, urbanizace je ale navrhována jako významný faktor způsobující jejich pokles (Hamer, 2008). Většina studií zkoumajících vliv urbanizace na obojživelníky byla provedena především pro mírné pásmo; je nutné provést podobné studie městských krajin v tropických oblastech. Nicméně Hamer (2008) a Garden (2007) uvádějí, že vliv urbanizace na obojživelníky zcela závisí na attributech, jako jsou například: znečištění vody, znečištění ovzduší a úbytek potravy, citlivosti na změny životního prostředí, mezidruhové interakce a rozptýlení požadavků jednotlivých druhů tvořících místní populace.

Ptáci jsou nejvíce prostudovanou skupinou obratlovců v městské krajině (Kelcey, et al., 2005). Marzluff, et al. (2001) přezkoumal od roku 1990 do roku 2000 více než 100 prací, které se zabývají ptáky v městské a urbanizované krajině. Přestože existuje velký počet studií, vlivy urbanizace na ptáky musí být dokumentovány ve větší míře a rozsahu ve všech regionech světa, zejména v tropech (Kelcey, et al., 2005).

Pro ptačí druhy obývající vodní a mokřadní biotopy většinou platí, že jejich rozšíření ve městě je limitováno nabídkou těchto biotopů. Některé vodní druhy obývají ve městech jiné biotopy než je jejich přirozený habitat v okolní krajině (*Anas platyrhynchos*, Linnaeus, 1758). Mezi druhy, jejichž habitat je v otevřená krajina, existují v Evropě značné rozdíly. Ve střední Evropě tyto druhy až na výjimky obsazují ve městech podobné biotopy jako v zemědělské krajině, část z nich obývá ruderály (*Phasianus colchicus*, Linnaeus, 1758), ale nikdy nepronikají do vnitřní části města mezi souvislou zástavbu. Naproti tomu do měst jižní Evropy proniká často řada druhů žijících v otevřené krajině nesrovnatelně více a obsazují v nich malé plochy vhodných biotopů uvnitř souvislé zástavby v centru města (*Jynx torquilla*, Linnaeus, 1758, *Upupa epops*, Linnaeus, 1758). Kromě vyšší nabídky vhodných biotopů v těchto městech zde hraje nepochybně roli souvislé rozšíření populace v okolní krajině. Druhy lesních a křovinných biotopů pronikají do měst poměrně často (*Fringilla coelebs*, Linnaeus, 1758, *Erithacus rubecula*, Linnaeus, 1758). Řada z nich obsazuje i malé plochy vhodných biotopů uvnitř souvislé zástavby. Rozšíření vysloveně synantropních druhů (původně převážně skalních) se v Evropě významně neliší (*Passer domesticus*, Linnaeus, 1758) (Fuchs, 2002).

Studie savců v urbanizované krajině identifikují celou řadu znaků adaptace. Mezi tyto znaky patří komenzalismus, všežravost a to, zda jsou druhy generalisté nebo specialisté (Riem, et al., 2012). Diverzita predátorů obecně klesá s urbanizací (s podílem zástavby); avšak aby bylo možné plně posoudit vliv urbanizace na masožravce, je nutno tuto skupinu rozdělit na vrcholové predátory (např. velké druhy jako jsou vlci (*Canis lupus*, Linnaeus, 1758) a medvědi (*Ursus arctos* Linnaeus, 1758)) a zástupce predátorů na nižších stupních potravního řetězce jako je jezevec lesní (*Meles meles*, Linnaeus, 1758) (Prugh, et al., 2009). V porovnání s masožravci došlo u všežravců k vyšší adaptaci i ve vysoce fragmentované městské krajině a při nepřítomnosti vrcholových predátorů výrazně vzrostl jejich výskyt vzhledem k zvýšení nabídky potravy (Prugh, et al., 2009).

Mezi příklady úspěšných městských savců patří mýval severní (*Procyon lotor*, Linnaeus, 1758), veverka šedá (*Sciurus carolinensis*, Linnaeus, 1758), liška obecná

(*Vulpes vulpes*, Linnaeus, 1758) a potkan obecný (*Rattus norvegicus*, Berkenhout, 1769). Existují však výjimky adaptace na prostředí s mírným stupněm urbanizace, kde se četnost výskytu původních druhů může zvýšit z různých důvodů, které zahrnují např. vysokou stanovištní a prostorovou heterogenitu, změněnou produktivitu stanoviště, vztahy mezi dravcem a kořistí (Shochat, et al., 2006).

Proměnlivé podmínky městského prostředí

Urbanizované celky mohou vytvářet silně dynamické prostředí, které ovlivňuje kvalitu okolí (čistota: ovzduší, vody, půdy, atd.) a také vytváří zcela nové prostředí např. různou intenzitou péče, nepůvodní vegetaci a nepůvodními druhy živočichů. Jedná se tedy o velmi prostorově i časově dynamické prostředí s velmi rychlými změnami, kterým se živočichové, pokud v daném prostředí chtějí přežít, musí nutně přizpůsobit.

Znečištění ovzduší

Oxidy dusíku mohou negativně působit na živočichy žijící v městském prostředí. Oxidy dusíku mohou mít také krátkodobý pozitivní účinek na živočichy, kteří ho tolerují. Tento jev popsal Coley, et al. (2006) při průzkumu rostlin, které využívaly ke své obraně proti housenkám vyšší koncentrace oxidů dusíku v listech. Došel k závěru, že housenky (specialisté) tolerující vyšší obsah dusíku rostou desetkrát rychleji než housenky (generalisté), které vyšší koncentrace dusíku netolerují. Jeho studie prokázala, že housenky specialisté jsou méně citlivé na výskyt dusík v potravě než housenky generalisté. Vlivem neschopnosti adaptace na vyšší koncentrace dusíku by mohlo dojít k lokálnímu vymizení generalistů a dále by došlo ke změně druhového složení. Extrémně vysoké koncentrace dusíku v potravě by však neumožnily dostatečnou adaptaci housenek specialistů a mohlo by dojít k jejich vymizení.

Dalším jevem je eutrofizace dusíkem na samotných plochách městské zeleně a nezastavěných plochách. Zde dochází ke zvyšování dusíku v půdě a postupné změně rostlinného složení a složení herbivorů, kteří netolerují rostliny s vyšším obsahem dusíku (Santamaría, et al., 2012).

Ovzduší znečištěné oxidy síry může zapříčinit změny melanických forem v populaci hmyzu (Owen, 1962). Industriální melanismus byl částečně dokumentován na čeledi píďalkovitých (Geometridae, *Biston betularia* (Linnaeus, 1758)), kde s nárůstem oxidu siřičitého došlo na kmenech stromů k vyhubení lišejníků světlé barvy, což mělo za následek skutečnost, že světlí zástupci píďalkovitých měli problém s úkrytem před predátory. Po úhynu lišejníků kmeny stromů získaly tmavší barvu. Následkem byla přirozená selekce píďalkovitými, zejména pak výrazný úbytek světle zbarvených jedinců. Tmaví jedinci byli však hojněji zastoupeni v lesích a urbanizovaných plochách, které byly kontaminovány oxidem siřičitým. V oblastech, které nebyly zasaženy oxidem siřičitým, byl výskyt světlých jedinců ve srovnání s počty tmavých jedinců nezměněn (Kettwell, 1955a,b;1956;1958). Novější studie však pojednávají o tom, že celá teorie o industriálním melanismu není správná. Závisí spíše na parametrech samotných stromů, na kterých se samotné larvy vyvíjejí (Grant, 2012).

Tepelné znečištění

Města se chovají jako tepelné ostrovy produkující teplo, které vzniká v důsledku vyšší koncentrace obyvatel a následkem jejich činností (Tischler, 1973). Obdobné teplo vyzařují i pozemní komunikace (Kim, 1992). Zvýšení teploty v urbanizovaných oblastech Evropy tak může mít za následek změny v populaci a fenologii členovců, kteří se v daných oblastech adaptují na změnu podmínek. Populace hmyzu a ptactva ve městech, která leží v severnějších zemských šířkách, se v důsledku zvýšení teploty prostředí více podobá populacím hmyzu a ptactva v mimoměstských oblastech jižnějších zeměpisných šířek. Evropské lokality v severněji položených mimoměstských lokalitách vykazují výrazně nižší teplotní podmínky než oblasti městské, které leží ve stejných zeměpisných šířkách (Jokimaky,1993).

Stres rostlin v závislosti na znečištění a lidské aktivitě

Rostliny jsou významnou součástí městského prostředí zvláště pro herbivory a opylovače (Shapiro, 2002). Přítomnost tepelného či chemického znečištění může mít vyšší dopad na stres rostlin v urbanizovaných oblastech než v oblastech mimo města. Rostliny v urbanizovaných oblastech jsou vystaveny jiným podmínkám než hostitelské rostliny v oblastech mimo města; hostitelské rostliny jsou proto různě "atraktivní" pro býložravý hmyz a opylovače. Diverzita a populace hmyzu budou proto v obou oblastech rozdílné. Je tedy možné předpokládat změnu v jejich kvalitě podél urbanizačního gradientu. V urbanizovaných oblastech je zemský povrch často zpevněn betonem či asfaltem, který je nepropustný pro vodu a minerální látky. To má za efekt horší kondici rostlin, což souvisí s jejich případnou kolonizací a přežitím hmyzu (Speight, et al., 1998). Podobným tématem se zabýval i Schmitz (1996), který zmiňoval možný stres hvězdnicovitých (Asteraceae) při nedostatku vláhy a tvorbu vyššího množství aminokyselin v míze v protikladu k rostlinám s dostatkem vláhy. V porovnání s venkovskými oblastmi, kde jsou přirozené vodní zdroje jako řeky nebo močály, mají rostliny v urbanizovaných oblastech díky zpevněnému povrchu menší přístup k vodě (Schmitz, 1996).

Změny rostlinných společenstev

Každý zástupce hmyzu nacházející se v městské oblasti nebo na předměstí musí mít jednu nebo více hostitelských rostlin. Převaha zástupců introdukovaných rostlin odráží úmyslnou introdukci, neúmyslnou introdukci, velký stupeň narušení krajiny a ekofyziologické v nespojitosti s okolními oblastmi (např. v souvislosti se zavlažováním) (Shapiro, 2002).

Jako jeden z důležitých faktorů (Shapiro, 2002) se uvádí závislost motýlů na rostlinách, a to přesněji rostlinách introdukovaných, které mají význam na jejich diverzitu. Při nejmenším 29 z 32 druhů motýlů známých v oblasti města se nacházelo zejména na introdukovaných rostlinách; 13 z těchto motýlů nemělo žádnou známou přirozenou hostitelskou rostlinu; 3 další motýli nebyli vázáni na sezonní hostitelské

rostliny, avšak během roku se uchýlili k tomu, že využili introdukovanou rostlinu jako hostitele. Tři další druhy motýlů neměli žádné známé hostitelské rostliny, ačkoliv jmelí parazitující na ostatních stromech bylo hostitelem *Atlides halesus* (Cramer, 1777). Lze říci, že motýli nacházející se v oblasti města jsou více méně závislí na introdukovaných hostitelských rostlinách (Shapiro, 2002).

Relativně málo z těchto rostlin bylo záměrně vysazeno. Některé z rostlin (olše a břesovce) jsou hostitelskými dřevinami i jinde. Ostatní introdukované rostliny příbuzné původním hostitelským rostlinám (jako jasan, platan a slivoň) na všech těchto stromech se shromažďují motýli. Motýli, kteří jsou závislí na zemi, se často objevují v zahradách na introdukovaných rostlinách. Všechny tyto rostliny zahrnující i dřeviny jsou často hostiteli motýlů. Běžná zahradní rostlina Topolka růžová (*Alcea rosea* (Huber, 1596)) je jedinou pěstovanou rostlinou, kterou navštěvují i stromoví motýli (Shapiro, 2002).

Motýli, kteří patří pod čeleď soumráčníkovitých (*Hylephila phyleus* (Drury, 1773) a *Atalopedes campestris* (Boisduval, 1852)), jsou původně vázáni na otevřenou krajinu. Druh *Hylephila Phyleus* je již skoro městským hmyzem. Seznam introdukovaných hostitelských rostlin se rozšiřuje s nově vznikajícími lesíky v přírodních lokalitách. Rostlina úporek (*Kickxia*, (Dumort, 1827)) byla velmi rychle kolonizována motýlem *Junonia coenia* (Hübner, 1822) (Shapiro, 1978).

O vztahu motýlů a hostitelských rostlin (Shapiro, 1982) vypovídá výskyt na zahradách. Nejbohatší populace motýlů se dnes nachází v sousedství zahrádkářských kolonií, které jsou hlavním “producentem” motýlů. Dva z pěti druhů, které se neobjevovaly od roku 1970, byly považovány za vyhubené v důsledku konzervace krajiny.

Introdukované rostliny mají také významný vliv na samotné herbivory a opylovače v okolí. S větší nabídkou rostlinných druhů roste i druhová diverzita živočichů. Diverzita herbivorů (např. motýlů) je silně závislá na složení rostlinných společenstev a s jejich změnou dochází i ke změně ve společenstvu herbivorů

(Shapiro, 2002). Jako jeden z důležitých faktorů Shapiro (2002) uvádí závislost motýlů na introdukovaných rostlinách, které mají vliv na jejich diverzitu.

Urbanizační gradient a jeho vliv na biodiverzitu živočichů

Studiem ekologické valence v urbanizované krajině se zabýval Robert. B. Blair, sledoval zastoupení ptáků a motýlů. Plochy reprezentovaly typické formy města a předměstí včetně rezervací uzavřených pro návštěvníky, rekreační plochy určené k procházkám, golfová hřiště a rezidenční obytné oblasti, zeleň v blízkosti kancelářských budov a nákupní zóny v centru města (Blair, 1999). Všechny tyto oblasti byly vybrány tak, aby měly co nejvyšší ekologickou podobnost a podobný předchozí vývoj. Ekologická podobnost byla doložena na přítomnosti dubů *Quercus agrifolia* (Née 1801), *Q. lobata* (Née 1801) nebo *Q. douglasii* (Hook. & Arn., 1840)); všechny tyto duby byly starší více než 100 let a zastupovaly tak vegetaci před urbanizací (Cooper, 1926).

Výsledkem bylo srovnání všech těchto oblastí. Kvalita oblastí byla z ekologického hlediska srovnána od nejpřirozenější po nejurbanizovanější oblast: uzavřené rezervace, rekreační oblasti, golfová hřiště, rezidenční oblasti, zeleň v blízkosti kancelářských budov a nákupní zóny. V pořadí zastoupení druhů ptáků a motýlů byl téměř shodný počtem zastoupení na plochách (Blair, 1996; Blair, et al., 1997). Zřetelný rozdíl v úbytcích a změně diverzity napříč gradientem se objevil tam, kde byly rozvinutější části města. Všechny plochy kromě parků v blízkosti kanceláří a rekreačních ploch měly ptačí druhy specifické pro dané lokality. Na třech nejvíce přírodě blízkých stanovištích - přírodní rezervace, rekreační oblasti a golfová hřiště - se vyskytovali motýli typičtí pro daná stanoviště (Blair, 1999).

V městském prostředí lze najít i poměrně vysokou druhovou diverzitu např. motýlů (Konvička & Kadlec, 2011). V případě motýlů bylo rozeznáno několik specializací na městské prostředí – druhy, které preferovaly okrajové části, střed města a druhy bez výraznější preference (Konvička & Kadlec, 2011). To je odlišné např. od ptáků, u kterých lze najít i druhy profitující v centrálních částech (Blair, (1999) a Fuchs,

(2002) (Blair, 1999)). Podařilo se oddělit velké mimoměstské oblasti od parků v centru města. Centrum města preferovaly široce rozšířené mobilní druhy motýlů. Oproti tomu luční, xerothermní druhy (*Pseudophilotes vicrama* (Moore, 1865), *Polyommatus daphnis* (Dennis & Schiffermüller, 1775)) a mezofilní druhy (*Argynnis adippe* (Dennis & Schiffermüller, 1775), *Erebia medusa* (Dennis & Schiffermüller, 1775)) preferovaly zejména plochy v mimoměstských oblastech. Motýli lesních biotopů se vyskytovali ve všech oblastech (Konvicka, et al., 2011).

Role prostředí byla odlišná jako v jiných studiích (Blair, et al., 1997). Přírodě bližší plochy se nacházely spíše mimo město; urbanizované plochy se nacházely spíše v centru města, což odpovídá původně historickému excentrickému rozvoji města.

Nebylo možné vyloučit přímé urbanizační vlivy, které významně ovlivňovaly habitaty, protože plochy v centru města byly menší a homogenní a nacházely se v blízkosti zástavby. Oproti tomu velké heterogenní plochy byly spíše v okrajových částech města a byly hostiteli více druhů (rostlin), na kterých se nacházelo více larválních stádií hmyzu. Proto byla na těchto velkých plochách větší diverzita druhů. Druhy specializující se na nízko sečené trávníky byly velmi citlivé na změny managementu těchto ploch a vyhledávaly vhodnější plochy, zatímco xerothermní druhy vyhledávaly plochy s vhodným habitatem. Převažovaly však mesofilní druhy, které se nacházely v lesících nebo na mesofilních loukách. V centru Prahy byla druhová skladba ovlivněna vyššími koncentracemi oxidů dusíku, v důsledku čehož došlo k úbytku druhů citlivých na vysoký obsah oxidů dusíku na travnatých plochách (Kadlec, et al., 2012). Na mimoměstských plochách byly velmi zastoupeny xerothermní druhy, zatímco mezofilní a běžné druhy nebyly tak četné. Chybějící kladná reakce na zvyšující se urbanizaci ukázala, že žádný z druhů motýlu nepreferuje přímo městské prostředí. Ačkoli urbanizační vlivy ovlivňují složení míst, výskyt druhů v parcích a rezervacích, nebyla prokázána žádná významná reakce (Kadlec, et al., 2012).

Péče o městskou zeleň

Městské prostředí, zejména městské parky, je značně specifické co do možnosti použití tradičních forem péče o nelesní stanoviště. Zatímco např. pastva hospodářských zvířat je velmi vhodným typem managementu pro údržbu (Konvička, M, et al., 2005), lze si jen těžko představit její zavedení na plochách městských parků. Převážná péče o trávničky v parcích je tedy realizována sečí vegetace. Problémem je, že tato seč je většinou celoplošná a vícenásobná (Jarosik, et al., 2011), tudíž diverzita druhů vázaných na travní porosty je velmi ochuzena (Kadlec, et al., 2012). Tomu lze předejít např. šetrnějším managementem ploch popřípadě včasným načasováním sezónního seče.

K managementu nelesních ploch lze přistupovat různě, ale jak uvádí Konvička (2005) před každým managementem je třeba provést monitoring stanoviště. Dle toho následně stanovit druhy managementu vhodné pro danou oblast, živočichy a rostliny, které se zde nachází. Konvička (2005) dále uvádí, že každý zásah na ploše neovlivňuje pouze velké savce, ale také drobné hlodavce, hmyz a rostliny. Je proto vhodné zásahy do krajiny plánovat s ohledem na vegetační období (čas úpravy) a rozlohu plochy. Vhodné je upravovat plochy tak, aby mohlo dojít k vysemenění rostlin a úplnému vývoji hmyzu na rostlinách. Takovému managementu odpovídá mozaiková seč. Plochy, na kterých neprobíhal žádný management, jsou zanedbané. Tyto plochy je třeba regulovat, asanovat či revitalizovat, což je však často velmi nákladné a opatření nejsou vždy dostačující.

Management seče by se měl držet toho, že nejlepší variantou je seč mozaiková. Esteticky i biologicky ideální je nepravidelná šachovnice; provozně bývají preferovány pruhy o různé šířce (Konvička, et al., 2005). Seč aplikovaná dvakrát během jednoho roku je pro hmyz všeobecně škodlivá, nejedná-li se o zvláštní případy asanačního managementu (Konvička, et al., 2005). Seč by také měla být plánována s ohledem na vývoj živočichů a rostlin.

Kollárová (2007) uvádí, že druhová skladba travních společenstev je ovlivněna mnoha faktory, především však vlivem stanovištních podmínek a vlivem člověka, který určuje intenzitu a úroveň jejich obhospodařování. Travní druhy jsou základní složkou travního porostu. Trávy přispívají k vytváření hustého zapojeného drnu, který spolu s hustou sítí kořenů výrazně zvyšuje odolnost půdy vůči vodní erozi.

Z toho důvodu mají travní porosty dle Kollárové (2007) také význam pro zachování biodiverzity, jsou rezervoáry bohatých společenstev rostlin, živočichů a jiných organismů, které ke svému zachování potřebují specifické podmínky. Při obhospodařování trvalých travních porostů je proto potřeba zvolit diferencovaný přístup a zohlednit jejich vitální požadavky, mezi které patří zachovávání přirozeného a pestrého genofondu rostlin, živočichů a mikroorganismů, tedy značné biologické diverzity.

V důsledku nadměrného či špatného managementu travních ploch (častá seč, odstranění biomasy) dochází ke změně dostupnosti nektaru v parcích, čímž je následně omezen vývoj populace motýlů v parcích. Řešením tohoto problému by mohly být malé a finančně nenáročné změny v managementu ploch např. ponechání dočasných ploch, na kterých by byly vysety vybrané druhy rostlin (Kadlec, et al., 2012).

Jedním z důležitých prvků, které umožňují mnoha živočichům žít ve městech a plně se vyvíjet, je přítomnost starých porostů dřevin s mrtvým dřevem. Vzhledem k tomu, že se v městských parcích dřeviny udržují do vysokého věku, rostou poměrně solitérně, a jsou proto často plně osluněné. Mohou proto poskytovat důležité útočiště specializovaným saproxylofágním druhům (Mertlik, 2017). Jak ukázaly vědecké studie za posledních 20 let (Grove, 2007, Zhou, et al. 2007, Davies, et al. 2008, Lonsdale, et al. 2008), mrtvé a umírající stromy jsou klíčovými prvky pro širokou škálu saproxylických (tj. na mrtvém dřevě závislých) organismů v ekosystémech s dominancí fanerofytů po celém světě. Odhaduje se, že 30 % až 50 % všech organismů je vázáno na mrtvé dřevo (Bobiec, et al., 2005). Například v Británii bylo spočítáno cca 1800 a v Irsku cca 600 druhů bezobratlých živočichů vázaných na

mrtvé dřevo (Alexander, 2002). Ve střední Evropě je každý pátý až šestý druh brouka vázaný na mrtvé dřevo (Kappes, et al., 2009). Existence velkého počtu na mrtvém dřevě závislých druhů je ohrožena v důsledku využívání lesů člověkem např. 85 % druhů brouků, 75 % druhů dvoukřídlých, 81 % druhů blanokřídlých a 78 % druhů polokřídlých ze všech lesních druhů Červené knihy Švédska je saproxylických (Jonsell, 1998). Velké množství živočichů je tedy vázáno na toto dřevo nebo jeho fragmenty v přírodě a nezdá se, že právě ve městech je podíl vhodných stromů relativně vysoký (mimo parkové zeleně také porosty starších alejí atd.).

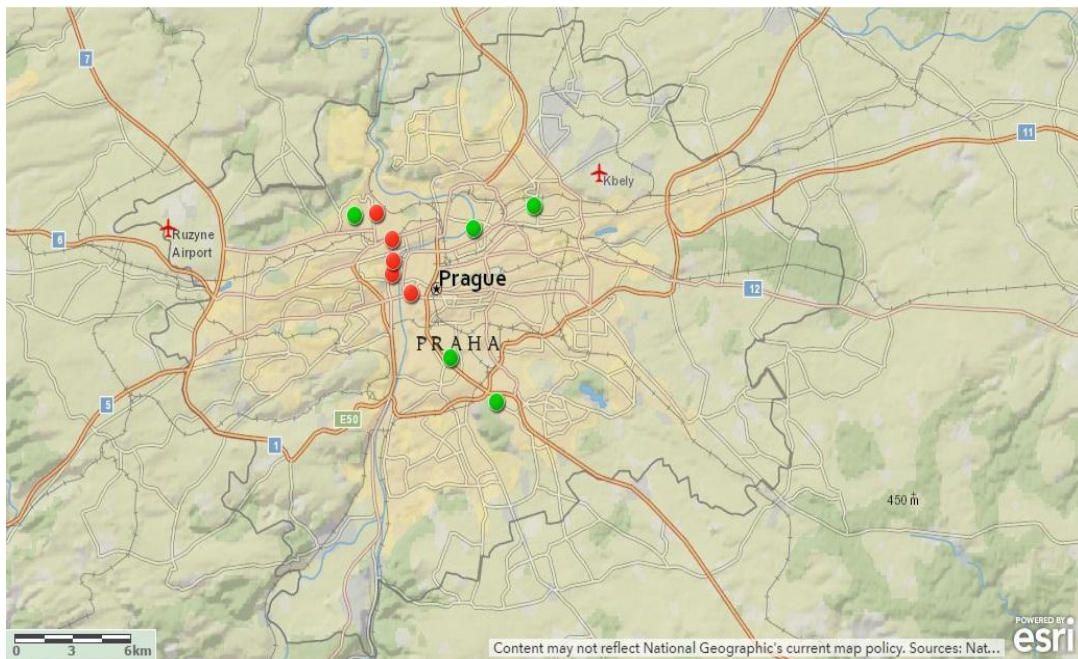
Příkladová studie – denní motýli vybraných ploch hlavního města Prahy

Metodika

Charakteristika studijního území a výběr studijních ploch

Praha s rozlohou 496,1 km² je největším městem ve střední Evropě. Z geografického hlediska se nachází na souřadnicích 50°4'53.193"N a 14°25'38.39" E. Maximální nadmořská výška dosahuje 399 m n. m. a minimální nadmořská výška 177 m n. m.. Průměrná roční teplota vzduchu je 9,1 °C, roční úhrn srážek pak činí 463,6 mm (Praha, 2008).

Pro sběr dat bylo na území Prahy vybráno deset lokalit (Obr. 1, Tab. 1) v gradientu z centra města (jako střed města bylo bráno Karlovo náměstí) k jeho okraji. Z těchto deseti lokalit bylo pět lokalit (městských parků) udržovaných pravidelnou sečí a zbývajících pět bylo neudržovaných (ruderálních); jednalo se o zpustlá stanoviště bez jakéhokoli nebo minimálního managementu (např. sešlap návštěvníky ploch).



Obr. 1. Mapa Prahy se studovanými plochami. Zelené body označují ruderální plochy a červené body plochy parkové. www.arcgis.com.

Lokalita	Rozloha (ha)	Souřadnice GPS	Počet sečí	Typ lokality	Zkratka
Kampa	2,87	50.083779, 14.408096	6	Park	Pa1
Karlovo náměstí	4	50.0756264, 14.4199508	6	Park	Pa2
Kotlářka	0,58	50.052684, 14.444873	0	Ruderál	Ru1
Pankrác	1,66	50.099522, 14.462455	1	Ruderál	Ru2
Park Ch.G. Masarykové	1	50.096429, 14.407323	6	Park	-
Park L. Cárdenase	1,75	50.106349, 14.397897	6	Park	Pa4
Rohanský ostrov	0,3	50.108795, 14.501233	0	Ruderál	Ru3
Roztyly	1,9	50.105608, 14.382821	2	Ruderál	Ru4
Vojanovy sady	1,96	50.088782, 14.408632	6	Park	Pa5
Vysočany	2,2	50.037441, 14.476487	0	Ruderál	Ru5

Tab. 1. Seznam sledovaných lokalit v rámci studie denních motýlů. Uvedeny jsou základní charakteristiky lokalit včetně jejich zkratky jmen, které jsou použity v diagramech ordinační analýzy.

Sběr dat

Sledovanou skupinou byli motýli s denní aktivitou (druhy z nadčeledí Zygaenoidea, Papilionoidea a Hesperioidea) dále označováni jako “motýli”. Nomenklatura jednotlivých druhů byla převzata z práce (Laštůvka, et al., 2011). Průzkum probíhal od začátku května do konce září 2016. Každá lokalita byla v daném časovém intervalu navštívena pětkrát s pravidelnými rozestupy mezi návštěvami. Návštěvy probíhaly za standardních podmínek (v čase mezi 9:00–17:00, minimální teplotou > 17 °C), za slunečného, maximálně polojasného počasí, bezvětrí až váněk). Během každé návštěvy byly formou časované pochůzky (Kadlec, et al., 2012) zaznamenány všechny pozorované druhy a jedinci.

Statistická analýza dat

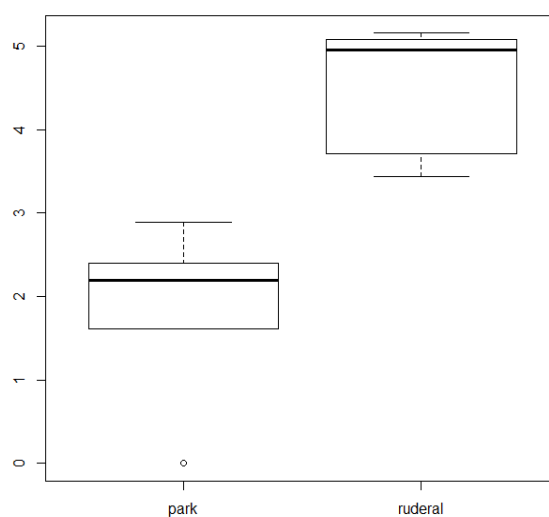
Vztahy zjištěných počtu druhů a počtu všech pozorovaných jedinců na lokalitách (závislé proměnné) k typu plochy (PARK vs. RUDERÁL) byly testovány pomocí Welchova dvouvýběrového t-testu. V případě počtu jedinců vstupovaly data do analýzy po logaritmické transformaci. Obě analýzy byly provedeny v programu R-plus (Core, 2012).

Pro vizualizaci hlavních gradientů v datech o druhovém složení motýlích společenstev byla použita mnohorozměrná metoda detrendované korespondenční analýzy (DCA). Jako druhová data (*species*) vstupovaly do analýzy sumární počty všech jedinců pro každý druh a každou návštěvu dané lokality.

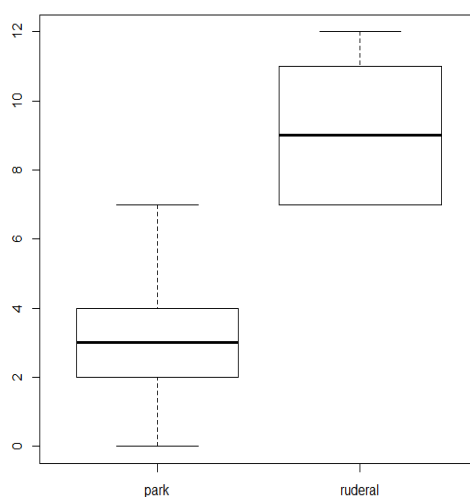
Pro přímou analýzu vlivu typu lokality (RUDERÁL vs. PARK) na druhové složení motýlů byla použita metoda přímé korespondenční kanonické analýzy (CCA). Druhová data vstupovala do analýzy ve stejné podobě jako v případě DCA; jako data environmentální vystupoval typ zkoumané plochy. Vlastní model - vztah složení motýlích společenstev k typu plochy byl testován pomocí Monte-Carlo permutačního testu (999 permutací). Všechny modely mnohorozměrné analýzy byly provedeny v prostředí programu Canoco for Windows vs. 4.5 (ter Braak & Smilauer, 2002).

Výsledky

Celkově bylo na sledovaných lokalitách zjištěno 581 jedinců, z toho v parcích 39 jedinců / na ruderálech 542 jedinců, náležících k 19 druhům (10 / 16). Statistická analýza počtu jedinců a počtu druhů poukázala na signifikantně vyšší počty jedinců ($t = -4,2685$, $df = 7,3623$, $p < 0,01$; Obr. 1) a druhů ($t = -3,8892$, $df = 7,8749$, $p < 0,01$; Obr. 2) denních motýlů na ruderálních stanovištích než ve městských parcích.

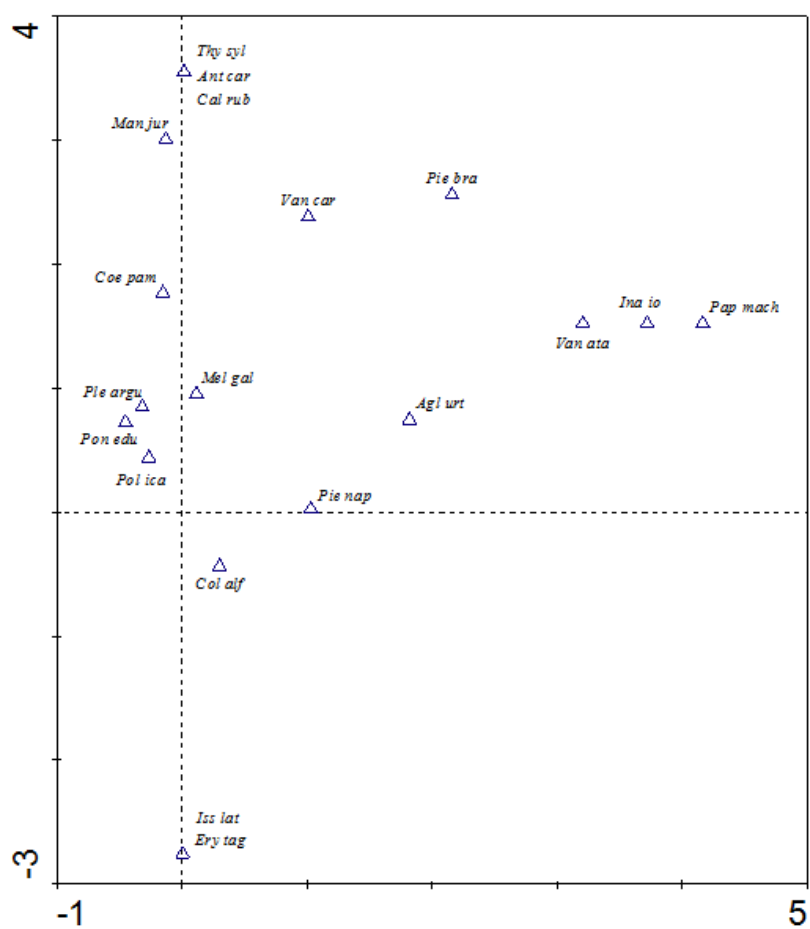
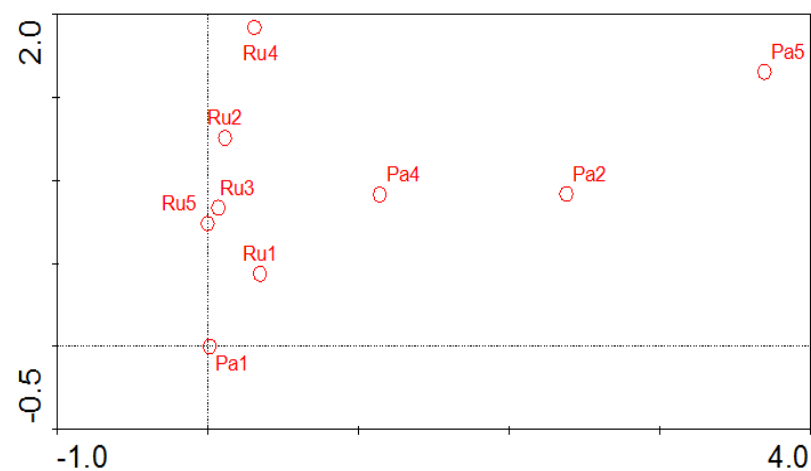


Obr. 2. Srovnávací počet pozorovaných jedinců denních motýlů (na logaritmické škále; osa y) na vybraných ruderálních plochách (ruderal) a v městských parcích (park) na území hl. m. Praha v roce 2016. Zvýrazněny jsou odlehlá hodnota (prázdný kroužek), minimální hodnota.



Obr. 3. Popisující počty druhů denních motýlů (osa y) na vybraných ruderálních plochách (ruderal) a v městských parcích (park) na území hl. m. Praha v roce 2016. Zvýrazněny jsou minimální hodnoty, hodnoty 25. percentilu, mediánu, 75. percentilu a maximální hodnoty.

Z výsledků DCA analýzy vyplývá tendence podél první osy k odlišování parků od ruderálů dle jejich druhového složení (Obr. 2 a 3). V parcích se více vyskytovaly druhy mobilní (*Papilio machaon* (Linnaeus, 1758), *Vanessa atalanta* (Linnaeus, 1758)) a generalisté (*Inachis io* (Linnaeus, 1758), *Pieris napi* (Linnaeus, 1758)), zatímco na ruderálech je možné navíc najít druhy xerothermních stanovišť s rozvolněnou vegetací (*Plebejus argus* (Linnaeus, 1758)), druhy křovinatých xerothermů (*Callophrys rubi* (Linnaeus, 1758)) a druhy luční (*Melanargia galathea* (Linnaeus, 1758), *Anthocharis cardamines* (Linnaeus, 1758), *Maniola jurtina* (Linnaeus, 1758)). Tato vazba byla prokázána i signifikantním CCA modelem (test první kanonické osy: trace = 0,377; F = 2,015; p < 0,001; model vysvětluje 22,3% variability v druhových datech), kdy většina specializovaných druhů měla vazbu právě k ruderálním stanovištím.



Obr. 4. DCA - Výsledky nepřímé ordinace (DCA) srovnávající pět ruderálních ploch a pět městských parků na území hl. m. Prahy podle jejich druhového složení společenstva denních motýlů v roce 2016 (délka gradientu podél první osy = 3,693; 1. osa vysvětluje 42,3 %).

Diskuze

Z bakalářské práce vyplynulo, že vhodnějšími biotopy pro denní motýly jsou plochy, na kterých mohou dokončit svůj celý životní cyklus. Tedy plochy, které jsou člověkem málo upravované nebo neupravované vůbec, jsou ponechány sukcesnímu vývoji, ale ještě nejsou blízké lesním porostům (Konvička, et al., 2005). Tyto vztahy lze vypořádat jako signifikantní i přesto, že bylo celkově studováno relativně málo ploch. Při navýšení počtu lokalit bude pak možné zkoumat i další zajímavé vztahy.

Na ruderalních plochách – tedy plochách méně upravovaných nebo ponechaných vlastnímu vývoji bylo pozorováno více druhů a jedinců denních motýlů než na plochách parkových. Je to také z důvodu nabídky větší možnosti potravy a vývoje – takové plochy mají jemnější mozaiku biotopů, které se střídají v rychlejším sledu než na monotónně sečených plochách, takže nabízí i variabilnější podmínky prostředí (Konvička & Kadlec, 2011). Pravděpodobně díky tomu byla na ruderalních plochách větší druhová diverzita. Nízká druhová diverzita živočichů městských parků je vysvětlována intenzivní a homogenní péčí těchto ploch (Jarosik, et al., 2011). Navíc je to spojeno také s odstraňováním posečené biomasy nebo nesprávným načasováním seče samotné (Kadlec, et al., 2012).

To může vést k ovlivnění druhového složení motýlů na pozorovaných plochách. Nízko sečené trávníky parků nemohou nabídnout to, co ruderalní plochy. Proto se na parkových plochách objevují zejména druhy mobilní a generalisté, vyvíjející se patrně v jiných částech města a zde mohou dosáhnout na určité potravní zdroje (voda z vodních ploch, nektar kvetoucích okrasných rostlin atd.).

Obdobná zjištění popsal (Konvička & Kadlec, 2011) při pozorování výskytu druhů motýlů na území Prahy. Ze studie vyplynulo, že se v městských parcích vyskytují častěji motýly generalisté a mobilní druhy, zatímco na přírodě blízkých plochách (chráněná území) se vyskytovali častěji motýli lučních společenstev a xerothermní. Data z ruderalních ploch zatím ale pro srovnání městské diverzity chyběla, proto tato bakalářská práce přináší velmi důležité doplnění poznatků o ekologii motýlů

v městském prostředí.

Jako řešení se nabízí úprava intenzity a formy péče parkových ploch. Nemuselo by se jednat o mimořádně drahé a časově náročné projekty. Pouhá změna četnosti seče nebo její období by výrazně mohly změnit diverzitu v parcích (Konvička, M, et al., 2005). Proto by zvolení časově náročnějšího, ale šetrnějšího managementu mohlo pozitivně pozměnit estetiku parků a také diverzitu živočišných druhů.

Napomoci zvýšit lokální diverzitu parků, a tak i permeabilitu města pro specializovanější druhy, by mohla také změna travního složení. Takovou to možnost již vyzkoušeli v České republice např. v Jihlavě pod vedením Ing. Kataríny Ruschkové, vedoucí odboru životního prostředí Magistrátu města Jihlavy. Za účelem zvýšení estetického vzhledu parkových ploch vyhradili menší plochy (velikost 5x6 metrů) přímo v parcích (viz. Přílohy. 1,2,3) a na těchto plochách vyseli travní směs s letničkami včetně původních lučních druhů (*Centaurea cyanus* (L.), *Layla platyglossa* (Gray.), *Cosmos bipinnatus* (Cav.), *Dimorphoteca sinuata* (DC.), *Echium vulgare* (L.), *Gypsophilla elegant* (Bieb.), *Zinia elegans* (Jacq.), *Papaver rhoeas* (L.)). Toto řešení mělo nejen kladný ohlas u obyvatel Jihlavy, ale díky těmto plochám, které nebyly koseny, mohly rostliny dokončit vývoj generativních orgánů. Na těchto rostlinách nebo v jejich úkrytu se poté mohl vyvíjet hmyz, který by však na nízko posečených travních plochách nemohl dosáhnout dospělosti.

Závěr

V rámci výzkumu motýlů, který probíhal od května do září 2016, bylo zaznamenáno celkem 581 jedinců z 19 druhů denních motýlů. Srovnáním výskytu a četnosti jednotlivých druhů na ruderálních plochách a na managementem udržovaných plochách byla prokázána větší diverzita na ruderálních plochách. Důležitou roli hrál management jednotlivých ploch, který na managementem udržovaných plochách nedovoloval motýlům dokončit úplný vývoj.

Velké množství druhů vyskytujících se na ruderálních plochách bylo lučních nebo xerothermních, zatímco na plochách udržovaných managementem se častěji objevovaly sedentární druhy a generalisté. Ruderální stanoviště jsou však v urbanizačním gradientu poměrně vzácná. Z toho důvodu by se měl jejich potenciál využít co nejefektivněji. Z hlediska ochrany přírody a rozvoje lokální biodiverzity denních motýlů, kteří byli v rámci tohoto výzkumu sledováni, ruderální plochy představují skrytý potenciál. Na základě dílčích poznatků o diverzitě parků lze pro tyto plochy pouze doporučit úpravu stávající péče tak, aby neztratily na atraktivitě jako oddychové místo a zároveň vytvářely prostředí pro uchycení i náročnějších druhů motýlů. To by bylo možné dosáhnout např. ponecháním nesečených plošek nebo plošek s menší intenzitou seče, vyséváním jednoletých rostlin přírodě blízké skladby. Na příkladu města Jihlavy je možné ukázat, že tato opatření lze v městských parcích aplikovat.

Na tuto bakalářskou práci bych rád navázal komplexním vyhodnocením všech poznatků získaných z provedeného výzkumu diplomovou prací. Zde bych se pokusil vytvořit ucelený pohled na ruderální a parkové plochy a zhodnotit jejich potenciál pro budoucí směřování ochrany motýlů a zvýšení jejich diverzity. Vzhledem k tomu, že se v rámci diplomové práce bude řešit více lokalit, bude možné vyhodnotit také efekty konkrétních parametrů stanovišť, což v bakalářské práci nebylo možné.

Seznam literatury

- Adams, C. E. and Lindsay, K. J.** Anthropogenic ecosystems: The Influence of people on urban wildlife populations. In J. Niemelä (Ed.). *Urban ecology: Patterns, processes, and applications*. 2011, 116-128.
- Alexander, K. N.** The Invertebrates of Living & Decaying Timber in Britain and Ireland: A Provisional Annotated Checklist. *English Nature*. 2002, 1-142.
- Anabestani, Z, Savar, R and Mahvadi Hajiluie, M.** The Effect of Mega-Projects on Sustainable Urban Development From the Perspective of Citizens (Case Study: Padideh Tourism Complex of Shandiz). *The Turkish online Journal of Design, Art and Communication*, 2016, 1.
- Baker, P. J & Harris, S.** Urban mammals: what does the future hold? An analysis of the factors affecting patterns of use of residential gardens in Great Britain. *Mammal Review*. 2007, 4; 297-315.
- Bazi, K, et al.** *Evaluation of Preferences of Different Age Groups From. Visual Landscape of Zahedan Mellat park*. 2013, 1.
- Blair, R. B.** Birds and Butterflies along Urban Gradient: Surrogate for Assessing Biodiversity? *Ecological Society of America*. 1999, 9: 164-170.
- Land use and avian species diversity along an urban gradient. *Ecological Applications*. 1996, 6: 506-519.
- Blair, R. B. & Launer, A.E.** Butterfly diversity and human land use, species assemblages along an urban gradient. *Biological Conservation*. 1997, 80: 113-125.
- Bobiec, A., et al.** The Afterlife of a Tree. *WWF Poland*. 2005.
- Coley, P. D., Bateman, M. L. & Kursar, T. A.** The effects of plants quality on caterpillar growth and defense against natural enemies. *Oikos*. 2006, 115: 219-228.
- Cooper, W. S.** Vegetational development upon alluvial fans in the vicinity of Palo Alto, California. *Ecology*. 1926, 7: 1-30.
- Core, Team. R Development.** R: A language and environment for statistical computing. *R Foundation for Statistical Computing*. 2012.
- Daniel, T. C.** Whither Scenic Beauty? Visual Landscape Quality Assessment in the 21st Century. *Landscape and Urban Planning*. 2001, Sv. 1, 54: 267-281.

- Davies, Z. G., et al.** Are current management recommendations for saproxylic invertebrates effective? A systematic review. *Biodiversity and Conservation*. 2008, 17, 209-234.
- Fuchs, R. 2002.** *Atlas hnízdního rozšíření ptáků Prahy: 1985-1989 (aktualizace 2000-2002)*. Praha : Consult, 2002. ISBN 80-902132-5-1.
- Garden, J. G., McAlpine, C. A., Possingham, H. P., & Jones, D. N.** Habitat structure is more important than vegetation composition for local-scale management of native terrestrial reptile and small mammal species living in urban remnants: A case study from Brisbane, Australia. *Austral Ecology*. 2007, 32, 669-685.
- Grant, B. S.** Industrial Melanism. <http://onlinelibrary.wiley.com/>. [Online] 7. 6 2012.[Citace:19.42017]
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9780470015902.a0001788.pub3/abstract>.
DOI: 10.1002/9780470015902.a0001788.pub3.
- Grimm, N. B., et al.** Global change and the ecology of cities. *Science*. 2008, 319, 756-760.
- Grove, S. J.** Saproxylic insect ecology and the sustainable management of forests. *Annual Review of Ecology and Systematics*. 2007, 1-23.
- Hamer, A. J. & McDonnell, M. J.** Amphibian ecology and conservation in the urbanising world: A review. *Biological Conservation*. 2008, 141, 2432-2449.
- Harris, S.** An estimation of the number of foxes (*Vulpes vulpes*) in city of Bristol, and some possible factors affecting their distribution. *Journal of Applied Ecology*. 1981, 18, 455-465.
- Hunter, P.** The human impact on biological diversity. *EMBO Reports*. 2007, 8, 316-318.
- Chen, B, Adimo, O, A & Bao, Z.** Assessment of Asthetic Quality and Multiple Functions of Urban Green Space From The Users Perspective.The Case of Hangzhou Flower Garden. China. *Landscape and Planning*. 2009, Vol. 1, 93: 76-82.
- Jarosik, et al.** Conservation in city: do same principles apply to different taxa. *Biological Conservation*. 2011, 144: 490-499.
- Jokimaky, J. & Suhonen, J.** Effect of urbanization on the breeding bird species richness in Finland: a biogeographical comparison. *Ornis Fenn*. 1993, 70: 71-77.
- Jonsell, M., Weslien, J., & Ehnström, B.** Substrate requirements of red-listed

- saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity & Conservation*. 1998, 7, 749-764.
- Kadlec, T., Tropek, R. & Konvička, M.** Timed surveys and transect walks as comparable methods for monitoring butterflies in small plots. *Journal of Insect Conservation*. 2012, 275-280.
- Kappes, H., et al.** Spatial patterns of litter-dwelling taxa in relation to the amounts of coarse woody debris in European temperate deciduous forests. *Forest Ecology and Management*. 2009, 257, 1255-1260.
- Kelcey, J. G. & Rheinwald, G.** *Birds in European Cities*. St. Katharinen: Ginster Verlag, 2005. 3-9806817-2-6.
- Kettwell, H. B. D.** Further selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. *Heredity*. 1956, 10: 287-301.
- Recognition of appropriate background by pale and black phase of Lepidoptera. *Nature(London)*. 1955b, 157: 943-944.
- Kettwell, H. B. D.** Selection experiments on industrial melanism in the Lepidoptera. *Heredity*. 1955a, 9:323-342.
- Kettwell, H. B. D.** A survey of the frequencies of *Biston betularia* (L.) (Lepidoptera) and its melanic forms in Great Britain. *Heredity*. 1958, 12: 51-72.
- Kim, H. H.** Urban heat-island. *Int. J. Remote Sens.* 1992, 13: 2319-2336.
- Kollárová, M.** *Zásady pro obhospodařování trvalých travních porostů*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2007. ISBN 978-80-86884-20-2.
- Konvička, M. & Kadlec, T.** How to increase the value of urban areas for butterfly conservation? A lesson from Prague nature reserves and parks. *European Journal of Entomology*. 2011, 108: 219-229.
- Konvička, M., Beneš, J. & Čížek, L.** *Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management*. Olomouc: Sagittaria, 2005. ISBN 80-239-6590-5.
- Laštůvka, Z. & Liška, J.** Komentovaný seznam motýlů České republiky. Annotated checklist of moths and butterflies of the Czech Republic (Insecta: Lepidoptera). *Biocont Laboratory*. 2011.
- Lonsdale, D., Pautasso, M. & Holdenrieder, O.** Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. *European Journal of Forest Research*. 2008, 127, 1-22.
- Lovett, G. M., et al.** Atmospheric deposition to oak forests along an urban-rural

gradient. *Environmental Science and Technology*. 2000, 34 , 4294-4300.

Marzluff, J. M., Browman, R. & Donnelly, R. A historical perspective on urban bird research: Trends terms and approaches. In J. M. Marzluff, R. Browman, R. Donnelly (Eds.). *Avian ecology and conservation in an urbanizing world*. 2001, 1-17.

McDonnell, M., et al. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosystems*. 1997, 1, 21-36.

McIntyre, N. Ecology of urban arthropods: A review and call to action. *Annals of the Entomological Society of America*. 2000, Sv. 93, 4: 825-835.

Mertlik, J. Review of the saproxylic click-beetles (Coleoptera: Elateridae) in Eastern Bohemia (Czech Republic), with special emphasis. *Elateridarium*. 2017, 11: 17-110.

Mohammadi-Reza, A. & Eskandari, A. The Necessity of Attention to Per Capital Green Space and Its Relationship With Increase of Urban Population. *Quarterly Abadi. Number Sixteen of New Era*. 2006, 68-64.

Müller, N., et al. Patterns and Trends in Urban Biodiversity and Landscape Design. *Urbanization, biodiversity and ecosystem services: challenges and opportunities: a global assessment*. Dordrecht, Heidelberg, New York, London: Springer, 2013, 123-174.

Müller, N., et al. Patterns and Trends in Urban Biodiversity. [book auth.] T. Elmquist. *Patterns and Trends in Urban Biodiversity and Landscape Design*. New York: Springer, 2013, 10, 123-174.

Nazari, J, Rabbani, R & M., Mpkhatri. Sociological Explanation of the Function of Urban Parks. *Journal, Urban and Regional Studies and Research*. 2011, 10: 111-134.

Niya, F, Kiani, A & Mahmoodian, H. Location and Prioritizing Urban Parks Using AHP TOPSIS and GIS (Case Study: City of A-Shatr). 2011, 78; 137-152.

Owen, D.F. Evolution of melanism in six species of North America geometrid moth. *Ann Entomol, Soc*. 55: 695-703. 1962.

Pärtel, M., Zobel, M. & van der Maarel, E. The species pool and its relation to species richness: Evidence from Estonian plant communities. *Oikos*. 1996, 75 , 111-117.

- Praha, IPR.** Územně analytické podklady hl. m. Prahy. Praha: Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, 2008, 1.
- Prugh, L. J., Stoner C., et al.** The rise of the mesopredator. *BioScience*. 2009, 59, 779-791.
- Riem, J. G., et al.** Estimating mammalian species diversity across an urban gradient. *American Midland Naturalist*. 2012, 168, 315-332.
- Santamaría, J. M., et al.** Diversity of acari and collembola along a pollution gradient in soils of a pre-Pyrenean forest ecosystem. *Environmental engineering and management journal*. 2012, 11:1159.
- Shapiro, A. M.** From the mountains to prairies (ed. by A. Kruckeberg, R. Walker and A. Leviton). *The Pacific, American Association from the Advancement of Science, San Francisco, CA*. 1995, 67-99.
- The butterfly fauna of the Sacramento Valley, California. *Journal of Research on the Lepidoptera*. 1974a, 13: 73-82, 115-122, 137-148.
- Shapiro, A. M.** A new weedy host for the Buckeye, *Precis coenia* (Nymphalidae). *Journal of the Lepidopterist's Society*. 1978, 32: 224.
- The Californian urban butterfly fauna is dependent on alien plants. *Diversity and Distribution*. 2002, 8: 31-40.
- Within-range butterfly dispersal: an urban garden as a detector. *Atala*. (1982), 8, 46-49.
- Shebani, M.** *Harmonius Development of Urban Parks and Green Spaces*. Tehran: Parks and Green Space Organization in Tehran, 1996, 1.
- Shochat, E., et al.** From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in Ecology and Evolution*. 2006, 21, 186-191.
- Schmitz, G.** Urban ruderal sites as secondary habitats for phytophagous insects. *Verh Ges Okol*. 1996, 26: 581-585.
- Speight, M. R., et al.** Horse chestnut scale (*Pulvinaria regalis*) (Homoptera: Coccidae) and urban host tree environment. *Ecology*. 1998, 79: 1503-1513.
- Stuart, S. N., et al.** Status and trends of amphibian declines and extinction worldwide. *Science*. 2004, 306, 1785-1786.
- ter Braak, C. J. F & Smilauer, P.** CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5).

2002.

Tiemuri, R., et al. Evaluation of Spatial-Space Fit of Urban Parks Using GIS(Case Study: Parks of District 2 of Tabriz Municipality). *Journal od Geographic Space. Azad University of Ahar.* 2010, 30; 168-177.

Tischler, W. *Ecology of arthropod fauna in man-made.*Zool. Anzeig. 1973.

Williams, N. S. G., et al. A conceptual framework for predicting the effects of urban environments on floras. *Journal of Ecology.* 2009, 97, 4-9.

Zhou, L., et al. Review on the decomposition and influence factors of coarse woody debris in forest ecosystem. *Forestry Research.* 2007, 18, 48-54.

Obrázky

Obr. 1. Mapa Prahy se studovanými plochami. Zelené body označují ruderalní plochy a červené body plochy parkové. www.arcgis.com. 15

Obr. 2. Srovnávající počet pozorovaných jedinců denních motýlů (na logaritmické škále; osa y) na vybraných ruderalních plochách (ruderal) a v městských parcích (park) na území hl. m. Praha v roce 2016. Zvýrazněny jsou odlehlá hodnota (prázdný kroužek), minimální. 18

Obr. 3. Popisující počty druhů denních motýlů (osa y) na vybraných ruderalních plochách (ruderal) a v městských parcích (park) na území hl. m. Praha v roce 2016. Zvýrazněny jsou minimální hodnoty, hodnoty 25. percentilu, mediánu, 75. percentilu a maximální hodnoty. 18

Obr. 4. DCA - Výsledky nepřímé ordinace (DCA) srovnávající pět ruderalních ploch a pět městských parků na území hl. m. Prahy podle jejich druhového složení společenstva denních motýlů v roce 2016 (délka gradientu podél první osy = 3,693; 1. osa vysvětluje 42,3 %. 20

Tabulky

Tab. 1. Seznam sledovaných lokalit v rámci studie denních motýlů. Uvedeny jsou základní charakteristiky lokalit včetně jejich zkratky jmen, které jsou použity v diagramech ordinační analýzy. 16

Přílohy



Příloha 1. Zkušební plocha po zasetí letniček v blízkosti autobusového nádraží. Foto Ing. Katarína Ruschková 2016.



Příloha 2. Nakvetlá zkušební plocha. Foto Ing. Katarína Ruschková 2016.



Příloha 3. Zkušební plocha v detailu. Foto Ing. Katarína Ruschková 2016.



Příloha 4. Ruderální plocha Vysočany. Foto Jan Stříteský.



Příloha 5. Parková plocha Kampa. Foto Scott in Prague 2010.

Zdroj: <http://scottincz.blogspot.cz/2010/09/kampa-park-this-sunday-morning.html>