

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra speciální produkce rostlinné

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Biodiverzita městského prostředí – Český Krumlov jako model  
města světového kulturního dědictví UNESCO (brownfields,  
městská zeleň a vybrané příměstské biotopy)

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Zuzana Jahnová

Autor diplomové práce: Bc. Marcela Kubátová

České Budějovice, 2015

**ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**  
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Bc. Marcela KUBÁTOVÁ  
Osobní číslo: Z13442  
Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Agroekologie  
Název tématu: Biodiverzita městského prostředí - Č. Krumlov jako model města světového kulturního dědictví UNESCO (brownfields, městská zeleň a vybrané příměstské biotopy)  
Zadávací katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracovat literární rešerši problematiky biodiverzity městského prostředí (malá a střední města).
2. Biodiverzita v městském prostředí (hlavní skupiny organismů žijících v městském prostředí).
3. Odběr vzorků bezobratlých na pokusných plochách v Č. Krumlově a okolí.
4. Vytypování hlavních indikátorových druhů ukazujících na měnící se heterogenitu městského prostředí.
5. Popis gradientu biodiverzity od městského k příměstskému prostředí (okraj města).
6. Srovnání významu sledovaných ploch z hlediska přežívání vybraných druhů bezobratlých.
7. Návrh opatření pro ochranu biodiverzity v Českém Krumlově.

Rozsah grafických prací: grafy a tabulky, fotografická příloha  
Rozsah pracovní zprávy: 50 stran textu vč. tabulek  
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická  
Seznam odborné literatury:


Boháč, J., Fuchs, R.: The structure of animal communities as bioindicators of landscape deterioration. In: Jeffrey D., Madden B. (eds.), Bioindicators and environmental management, Academic Press, San Diego etc., 1991, p. 165-178.  
Hanousková I., Boháč J., 2004: Case study-České Budějovice. Greenstructure and urban planning. Materials for the final report. Cost Action C11, ESF COST Office, Brussels, 2004, p.111-118.  
Hanousková I., Boháč J., Sedláček F., Šerá B., Lepšová A., Zacharda M., 2004: Harmful organisms in urban green areas. Ekológia (Bratislava) (2004) 24:89-105.  
Hanouskova I., Bohac J., Bartos M., Kusova D., Tesitel J., Pykal J., Hruskova V., Mika S., 2005: Green structures of Ceské Budejovice. In Werquin A. C., Duhem B., Lindholm G., Oppermann B., Pauleit S., Tjallingii S. (eds.): Green structure and urban planning. COST Action C11. Final report. Office for official publications of the European communities, Luxembourg, pp.122-131.  
Hanousková I., Boháč J., 2005: Case studies: České Budejovice. In Werquin A. C., Duhem B., Lindholm G., OppermannB., Pauleit S., Tjallingii S. (eds.): Green structure and urban planning. COST Action C11. Final report. Office for official publications of the European communities, Luxembourg, pp.156-162.  
Hanski I., 2005: The shrinking world: ecological consequences of habitat loss. International Ecology Institute Nordbunte, Oldendorf/Luhe.  
Míchal I., 1991: Územní zabezpečování ekologické stability. Teorie a praxe. Terplán, Praha.

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie  
Konzultant diplomové práce: Ing. Zuzana Jahnová  
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 28. února 2014  
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2015

  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.  
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentská 13  
370 05 České Budějovice

  
prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 28. února 2014

### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 20. dubna 2015

Bc. Marcela Kubátová

Ráda bych poděkovala panu doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc., vedoucímu diplomové práce, za vstřícný přístup ke mně a k mé práci a za pomoc při určení materiálu. Mé upřímné poděkování patří i paní Ing. Zuzaně Jahnové za pomoc při zpracování dat v programu Canoco.

## **Abstrakt**

Byla studována biodiverzita epigeických brouků v městském a příměstském prostředí. Modelovým územím bylo město Český Krumlov (památko UNESCO). Ke studiu bylo využito metody zemních pastí. Sběr probíhal v období duben až září 2014 na čtyřech lokalitách (park v centru města s intenzivním managementem, park s polointenzivním managementem, hospodářský les a plocha brownfield). Materiál byl podroben identifikaci a byly stanoveny parametry jako zaznamenaná druhová diverzita, zaznamenaná abundance, podíl reliktních druhů v celkovém druhovém spektru, antropogenní index, Jaccardův index a byla zpracována ordinační analýza v programu Canoco for Windows 4.5.

Zjištěná data byla porovnána s výsledky, které byly zaznamenány v roce 2012, kdy probíhal sběr epigeických brouků na stejných biotopech s výjimkou plochy brownfieldu (Kubátová, 2013). Studie ukázala, že je patrný vliv gradientu od centra města přes okrajovou část města směrem mimo město a pro každý tento gradient byly stanoveny indikátorové druhy. Stanoviště brownfield vykazovalo nejvyšší míru diverzity sledovaných skupin epigeických brouků.

Na základě výsledků a prostudované literatury byla navrhována celá řada opatření, která mohou vést ke zvýšení diverzity v Českém Krumlově s konstatováním, že nikdy nelze zajistit, aby management vyhovoval všem druhům na lokalitě.

Klíčová slova: střevlíkovití (Carabidae), drabčíkovití (Staphylinidae), brownfield, diverzita městského prostředí

## **Abstract**

Biodiversity of epigeic beetles in urban and suburban areas was studied in the area of Český Krumlov (a UNESCO World Heritage Site). The method of pitfall trapping was used and beetles were collected from April to September 2014 in four sampling sites (park in the centre of town under intensive management, park in the outskirts of town under semi-intensive management, forest and brownfield in the suburban area of town). Material was identified and recorded species diversity, biotic index of anthropogenic influence and Jaccard index were calculated. Later ordination analysis was done using Canoco for Windows 4.5.

Study confirmed the influence of urban-suburban gradient on the epigeic beetles. Every level of that gradient was characterized by indicator species. Recorded species diversity of epigeic beetles was the highest on the sampling site brownfield. Recorded data were compared with the results of previous bachelor work Kubátová (2013). In this work the study was conducted in 2012 on the same sampling sites except brownfield.

On the basis of results and literature management practices were suggested to improve the diversity of Český Krumlov. It was also concluded that management practices can never be appropriate to all species in the area.

Key words: ground beetles (Carabidae), rove beetles (Staphylinidae), brownfield, urban species diversity

# Obsah

1. ÚVOD .....	10
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED .....	11
2.1 Městské prostředí jako specifický biotop .....	11
2.2 Bezobratlí a městské prostředí .....	13
2.3 Prvky green infrastructure ve městech a jejich hodnota.....	16
2.4 Střevlíkovití a drabčíkovití jako bioindikátory a modelová skupina pro výzkumné otázky .....	18
3. METODIKA.....	21
3.1 Odběr vzorků epigeických brouků .....	21
3.2 Charakteristika studovaných ploch .....	21
3.3 Hodnocení vzorků dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogennímu ovlivnění na jednotlivých lokalitách.....	26
3.4 Hodnocení střevlíkovitých dle velikosti těla.....	27
3.5 Index antropogenního ovlivnění.....	27
3.6 Jaccardův index .....	27
3.7 Gradientová analýza .....	28
4. VÝSLEDKY .....	30
4.1 Celkový přehled zjištěných druhů a jedinců .....	30
4.2 Střevlíkovití (Carabidae) .....	33
4.2.1 Dělení odchycených střevlíkovitých dle velikosti těla.....	35
4.2.2 Zajímavé nálezy střevlíkovitých .....	35
4.3. Drabčíkovití (Staphylinidae) .....	35
4.4 Ostatní taxonomické skupiny .....	37
4.5 Hodnocení druhů a jedinců střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogennímu ovlivnění na jednotlivých lokalitách .....	38
4.6 Index antropogenního ovlivnění střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách .....	42



4.7 Jaccardův index podobnosti střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách .....	43
4.8 Gradientová analýza střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách .....	44
5. DISKUZE .....	47
5.1 Celkové hodnocení .....	47
5.2 Lokalita městský park .....	48
5.3 Lokalita park u hřbitova .....	48
5.4 Lokalita brownfield .....	49
5.5 Lokalita hospodářský les .....	50
5.6 Hodnocení střevlíkovitých dle velikosti těla .....	50
5.7 Index antropogenního ovlivnění.....	50
5.8 Ordinační analýza.....	51
5.9 Stanovení indikátorových druhů .....	52
6. NÁVRH OPATŘENÍ NA OCHRANU BIODIVERZITY V ČESKÉM KRUMLOVĚ.....	54
7. ZÁVĚR.....	56
8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	57

## 1. ÚVOD

V souvislosti s významným rozvojem urbanizace v posledních desetiletích se studium biodiverzity ve městech dostává do popředí zájmu vědců i veřejnosti. Městská biodiverzita je dána různorodostí a početností zde žijících organismů a jejich prostředí. Biodiverzita ve městech se liší směrem od okrajů měst k jejich centrům a je vázána především na oblasti tzv. green infrastructure (propojená síť zelených stanovišť, která poskytuje užitek lidem i organismům). (Benedict, McMahon, 2001).

Tato práce se snaží přispět k získání poznatků o epigeických bezobratlých organismech městského prostředí, konkrétně na území Českého Krumlova. Zaměřila jsem se na epigeické brouky dvou čeledí (střevlíkovití a drabčíkovití), protože tyto skupiny jsou vhodnou modelovou skupinou pro studium vlivu lidských činností na biodiverzitu (Kromp, 1999).

Cílem práce bylo vytypovat hlavní indikátorové druhy ukazující na měnící se heterogenitu městského prostředí, popsat gradient biodiverzity od městského k příměstskému prostředí a srovnat význam sledovaných ploch.

Jedním z dalších cílů práce bylo navrhnout opatření pro ochranu biodiverzity v Českém Krumlově.

Práce úzce navazuje na bakalářskou práci Kubátová (2013), pro diskuzi a analýzu v programu CANOCO byly proto využity i výsledky z této práce.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Literární rešerše se zabývá problematikou biodiverzity městského prostředí, nejprve obecně pro všechny organismy, později konkrétně pro epigeické brouky. Je také popsán způsob a vhodnost využívání epigeických brouků jako modelových skupin při výzkumech.

### *2.1 Městské prostředí jako specifický biotop*

Městská krajina se skládá z hustě obydlené centrální zóny obklopené suburbánní a venkovskou zónou. Směrem k okraji města se tedy snižuje hustota zástavby a silniční sítě a zvyšuje přirozenost prostředí (Magura et al., 2013). Urbanizaci lze považovat za jeden z gradientů prostředí, který mění krajinné charakteristiky a může částečně zlepšovat diverzitu (Bennet, Gratton, 2012). Magura et al. (2013) poukazují na fakt, že v centrech měst se nachází silně znečištěná půda a vzduch, je zde patrný zvýšený obsah dusíku a těžkých kovů v půdě a tím i v rostlinách. Tento zvýšený obsah dusíku a těžkých kovů považují za škodlivý. Švecová, Smrž a Petr (2007) naopak tvrdí, že právě např. zvýšená teplota, zvýšený přísun imisí, snadno dostupné potravní zdroje, zvýšený podíl vápníku ve stavbách a další specifické městské podmínky způsobují, že městské aglomerace mohou být ostrovy s vysokou biodiverzitou zejména pro některé skupiny organismů (Švecová, Smrž, Petr, 2007).

Lidská obydlí, skladiště a další objekty vytváří vhodné prostředí pro skupinu organismů, kterou nazýváme synantropové. Tyto organismy mají úzkou vazbu na člověka, který jim vytváří vhodné podmínky k životu. Synantropní společenstva vykazují nízkou hodnotu biodiverzity s vysokou populační hustotou (Švecová, Smrž, Petr, 2007) a vznikala v procesu synurbanizace (proces postupné adaptace druhů na městské prostředí) (Laštůvka, Krejčová, 2000). Synantropní společenstva jsou známa hlavně na příkladech ptáků a savců.

Drobní savci vyskytující se v městském prostředí se obecně vyznačují rychlou populační dynamikou a širokou ekologickou valencí. Jejich velká přizpůsobivost je důvodem, proč se nehodí jako bioindikátory pro stanovení stupně znečištění prostředí. Můžou ale být využity jako bioindikátory ke stanovení biodiverzity daného stanoviště a poskytnout nám informace o fungování biotopu jako celku (Boháč, Fuchs 1991).

Mezi druhy drobných savců, které se dokonale přizpůsobily žití ve městech, řadíme myš domácí (*Mus musculus*), potkana (*Rattus norvegicus*), v parcích je to veverka obecná (*Sciurus vulgaris*). Kromě myšovitých hlodavců patří do skupiny savců také netopýři. Všechny druhy netopýřů v České republice jsou chráněny jako celek vyhláškou č. 175/2006, kterou se mění vyhláška č. 395/1992 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Hanák et al. (2009) podali souhrnný přehled o populacích netopýřů města Prahy a došli k závěru, že nejvíce jsou tyto druhy ohroženy hlavně v době zimního spánku. Ve stěnách panelových domů často hibernují stovky i tisíce jedinců, kteří přilétají ze svých severně či severovýchodně položených oblastí rozmnožování v Německu, Polsku, Pobaltí a Rusku. Jejich ochrana na zimovištích tedy nabývá celoevropského významu.

Viktora, Nová a Bartonička (2008) uvádějí, že v průběhu posledního desetiletí, došlo u střeoevropských populací několika druhů netopýřů k posunu úkrytové strategie a místy jejich nejčastějšího výskytu se stala právě panelová sídliště. Velkoplošné stavební úpravy panelových domů tedy představují pro populace těchto druhů velmi závažné nebezpečí, protože větrací dutiny a štěrby pod střechami nebo mezi panely jsou významným zdrojem úkrytů pro netopýře.

V řádu šelem byl proces synurbanizace zaznamenán především u kuny skalní (*Martes foina*). Jak uvádí Šálek et al. (2005), vysoká populační hustota kun v městském prostředí je důsledkem redukce velikosti domovského okrsku.

Co se týče ptáků, studie prokázala, že různé taxonomické skupiny mají na gradientu od středu města směrem k rurální krajině své optimum na různých hladinách. Obecně směrem k centru měst dochází ke snížení hustoty hnízdících ptáků, ale ve městech najdeme celou řadu různorodých biotopů mimo tento gradient (Clergeau et al., 1998). Podle těchto autorů můžeme ptačí společenstva rozdělit na omnivorní druhy, které se adaptovaly na městské prostředí a žijí i v centrech měst a které jsou schopny najít svou potravu např. v odpadcích, a na druhy, které se v rámci měst vyskytují pouze ve svém obvyklém prostředí (např. na zahradách nebo v parcích).

V České republice se ptáky ve městech se zabývali např. Fuchs et al. (2002). Podle nich mapování hnízdního rozšíření ptáků Prahy prozradilo, že mezi lety 1989–2000 klesl počet pražských rorýsů o téměř 45 % (Fuchs et al., 2002). Tento druh je řazen mezi druhy zvláště chráněné v kategorii ohrožený dle zákona č. 114/1992 Sb.,

o ochraně přírody a krajiny, podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. Rorýs obecný (*Apus apus*) je jediným u nás pravidelně hnízdícím zástupcem řádu svišťounů, do kterého patří např. i exotičtí kolibříci (Viktora, Nová, Bartonička, 2008). Nejvíce je tento druh ohrožen velkoplošnými stavebními úpravami.

Velmi častým modelovým druhem pro studium vlivu městského prostředí na diverzitu ptactva je kos černý (*Turdus merula*). Vančová (2003) uvádí, že hnízdění úspěšnost druhu je více ovlivněna predátory než lidskou přítomností. Za nejvýznamnější predátory kosích hnízd jsou považováni krkavcovití (*Corvidae*), především straka (*Pica pica*) a sojka (*Garrulus glandarius*).

Za další synantropní ptačí druhy lze považovat např. holuba domácího (*Columba livia f. domestica*), hrdličku zahradní, (*Streptopelia decaocto*) nebo vrabce domácího (*Passer domesticus*) (Hudec, Šťastný, 2005). Pakandl (2012) uvádí, že městské prostředí se jeví jako výhodné rovněž pro reprodukci a přežívání havrana polního. Autor studoval jeho populace v Českých Budějovicích, kde má výskyt havrana vzrůstající tendenci již od roku 1984 a všechna hnízdiště jsou uvnitř městské zástavby v městských parcích.

Ve městech ale nemusí žít pouze synantropní druhy. Další rostliny i živočichové jsou soustředěny do oblastí tzv. green infrastructure (propojená síť zelených stanovišť, která poskytuje užitek lidem i organismům), kde se vyskytují v podobných podmínkách jako ve svém přirozeném prostředí (Benedict, McMahon, 2001).

## **2.2 Bezobratlí a městské prostředí**

Studie, které se zabývají bezobratlími ve městech, jsou zaměřeny na bezobratlé žijící v různých typech tzv. green infrastructure. Může se jednat o městské parky, zahrady, zelené střechy, koridory zeleně podél cyklostezek nebo pěších stezek apod.

Smith et al. (2006) sledovali diverzitu bezobratlých na zahradách u rodinných domků v Sheffieldu (Anglie), protože zeleň ve městě může být tvořena až z jedné třetiny právě soukromými zahradami. Je prokázáno, že přítomnost stromů, keřů a určité „zdivočení zahrady“ významně ovlivňuje diverzitu hlavních skupin bezobratlých. Vergnes et al. (2012) prokázali, že v nenapojených zahradách byla menší

druhová bohatost drabčků a pavouků. Koridory umožnily migraci a jsou tedy klíčové pro podpoření diverzity zahrad a tím i městské zeleně.

Významnou ekologickou funkci ve městech plní dle Hanouskové et al. (2005) také železniční koridory, které slouží jako biokoridory umožňující migraci.

Pro hmyz a další živočichy jsou důležité i staré aleje a parky, kde žije celá řada druhů vázaných na mrtvé dřevo. Konkrétně tyto druhy potřebují pro vývoj svých larev osluněné větve či kmeny, což je v zapojených lesích nemožné (Kolář, 2012). Mezi hmyzem, který je svým vývojem vázán na tlející dřeviny, je mnoho zástupců celoevropsky ohrožených živočichů, např. krasec měďák (*Chalcophora mariana*), roháč obecný (*Lucanus cervus*), krasec dubový (*Eurythyrea quercus*) a páchník hnědý (*Osmoderma eremita*) (Horák, 2008).

Konkrétní skupinu bezobratlých, měkkýše, sledovala ve svých pracích Juříčková (1998 a, b). Měkkýši jsou vhodnou modelovou skupinou pro studium vývoje biotopů a krajiny, a to i vzhledem ke své úzké vazbě ke geologickému podkladu a vegetaci (Juříčková et al., 2001). Průzkum prováděla v Praze, Plzni a Hradci Králové. Došla k závěrům, že v centrech těchto měst se vyskytují překvapivě bohatá společenstva měkkýšů. Vhodnými stanovišti jsou pro ně například staré městské parky, které se vyvíjí i několik staletí. Jako samostatnou kategorií autorka uvádí zříceniny hradů, kde se vyskytuje řada izolovaných populací vzácných druhů měkkýšů. Dále autorka upozorňuje na vhodný management údržby s výskytem „zpuštěných koutů“, kde je přirozeně vlhčí prostředí vhodné pro bezobratlé.

Dopadem intenzivního managementu na populace motýlů v pražských parcích se blíže zabývali Konvička a Kadlec (2011), kteří dospěli k závěru, že motýli v pražských rezervacích jsou ohroženi méně než motýli zemědělské krajiny. Na rozdíl od ptáků si však nedokážou vytvořit skupinu, které by se ve městě vyloženě dařilo, proto se výrazně mění složení motýlů, kteří v městském prostředí žijí.

Snad nejvíce studií o bezobratlých je věnováno epigeickým broukům. Epigeickými brouky městského prostředí se v České republice zabývali hlavně Boháč a Matějček (2003) a Veselý (2002). Tito autoři sledovali převážně střevlíkovité a drabčkovité brouky Prahy. Za hlavní příčiny změn fauny střevlíkovitých a drabčkovitých tito autoři považují hlavně změny vodního režimu, regulace břehů, změny v lesním a zemědělském hospodaření, zánik pastvin, písčín a pískoven, změny ve využívání

zemědělských budov a přímou likvidaci lokalit zástavbou. Veselý (2002) dále uvádí zalesňování opuštěných pastvin, zánik vinohradů, změny v údržbě městských sadů a trávníků, vysokou návštěvnost lokalit a působení chemických látek. V důsledku těchto změn došlo k vymizení mnoha druhů epigeických brouků.

Mezi zahraniční autory studií epigeických brouků městského prostředí patří např. Niemela (2002, 2009), Magura (2006), Bennet a Gratton (2012), Gaublomme et al. (2008), Kotze (2012), Vergnes et al. (2012), Smith et al. (2006) a další. Studie těchto autorů pocházejí hlavně z velkých měst Finska, Kanady a Anglie.

Střevlíkovitými brouky se zabýval také program GLOBENET, jehož cílem bylo pozorovat změnu střevlíkovitých na gradientu město, příměstská zóna a venkov v různých částech světa. Tento program měl za úkol poskytnout údaje o tom, jak střevlíci reagují na urbanizaci. Doteď průzkum proběhl v Bruselu (Belgie), Sofii (Bulharsko), Edmontonu (Kanada), Soro (Dánsko), Birminghamu (Anglie), Helsinkách (Finsko), Debrecénu (Maďarsko), Hirošimě (Japonsko). Výsledky z 8 měst naznačují, že zaznamenaná abundance a druhová bohatost se zvyšuje směrem od centra k venkovu, zvyšuje se i velikost těla brouků. Letuschopné druhy se zdržují ve středu měst, lesní specialisté se obvykle v centru měst nevyskytují.

Struktura společenstev střevlíkovitých brouků v městských lesích je dle zjištění Kotze et al. (2012) silně ovlivněna efektem „sešlapávání“ a lesními okraji. Plošky městských lesů jsou většinou malé a sousedí s ostře kontrastním prostředím. Tyto plochy bývají častým cílem procházek a sešlap a další disturbance snižuje jejich hodnotu jako vhodného biotopu pro bezobratlé. Vliv na jednotlivé druhy se sice liší, avšak můžeme se obávat, že pokud bude docházet k další fragmentaci lesů, můžou se jinak běžné druhy ztratit. Výsledky studie jsou ze dvou velkých severských měst Helsinky (Finsko) a Edmonton (Kanada). Ve Finsku bylo odchyceno podstatně méně brouků a jsou zde na pokraji vyhynutí, pravděpodobně proto, že fragmentace lesních porostů ve městě je delší a ztráta druhů z těchto stanovišť je postupná. Oproti tomu v Edmontonu byl hustší lesní porost, který zabraňuje lidem ve vstupu do městských lesů.

Další výzkumy v okolí Helsinek ukázaly, že společenstva střevlíků ovlivňuje více stanovištní charakteristika než výskyt potencionální kořisti. K ochraně střevlíků Noreika a Kotze (2012) doporučují ve městech vytvářet měkké nektrastní lesní

okraje (postupný přechod). Studií dospěli k závěru, že typ lesního okraje má výrazný vliv na společenstva brouků. Pokud chceme chránit druhy ve městech a zvýšit biodiverzitu, měli bychom se vyhnout vysoce kontrastním typům okrajů např. vytvořením hustých pásů keřového porostu podél lesních okrajů.

Podle Magury et al. (2013) má urbanizace velký efekt i na drabčíkovité brouky. Druhová bohatost drabčíkovitých významně klesala s mírou urbanizace a proto jsou vhodným ukazatelem míry urbanizace. Odlišnosti od tohoto trendu byly zaznamenány pouze u druhů se speciálními nároky (např. druhy vázané na mravence nebo na opad).

### ***2.3 Prvky green infrastructure ve městech a jejich hodnota***

Zastoupení zeleně (green infrastructure) v našich městech je zajímavou a diskutovanou otázkou. Městská zeleň je velice obtížně ekonomicky zhodnotitelná položka a proto se těžko prosazuje její uplatnění v rámci intravilánu měst. Je také pravdou, že mnohé zelené plochy ve městech jsou nevyužívané a devastované a neplní tak svoji funkci. Termín městská zeleň je třeba chápat nejen urbanisticky, ale i biologicky (Opatová, 2008). Nesmíme také zapomenout, že městská zeleň je sama o sobě zdrojem rostlinné diverzity a prostorem, kde žijí na ni navázaní živočichové.

Podstata problému tkví v podceňování funkcí krajiny. Výsledkem je, že hodnota městského veřejného parku pro místní obyvatele se zdá být významně nižší, než zisky z prodeje téhož území na bytovou výstavbu (Švejdarová, Cudlínová, 2013).

Mezi metody, které by se daly použít pro ocenění městské zeleně, patří metody netržního oceňování, metoda odhalených preferencí neboli také metoda souvisejících trhů (Seják, 2002). Tyto metody jsou založeny na chování (preferencích) lidí na trzích souvisejících s životním prostředím.

Kattwinkel et al. (2011) i Schadek et al. (2009) řadí mezi nejcennější městská stanoviště zejména opuštěné a zanedbané městské pozemky, tzv. brownfields, které díky svému přechodnému charakteru a časoprostorové dynamice nabízejí vhodná prostředí pro mnoho druhů rostlin a živočichů, a to i vzácných a ohrožených taxonů.

Brownfields jsou pozemky a budovy v urbanizovaném území, které ztratily svoje původní využití nebo jsou málo využité. Mají nejen negativní ekonomické účinky, ale také neblahý fyzický vliv na své širší okolí (Jackson, 2004). Jinou definici brownfields



nabízí CLARINET (2002), který definuje brownfield jako území, která jsou dotčena předcházejícím užíváním, jsou opuštěna nebo nedostatečně využívána, mají skutečné nebo pravděpodobné problémy s kontaminací, jsou hlavně v zastavěném území a vyžadují určitou intervenci, aby mohla být vrácena k prospěšnému využívání.

Podobně jako jiné země se Česká republika řadí ke státům s výraznou industriální minulostí, jejíž pozůstatky jsou dodnes jasně patrné. Po pádu socialismu v roce 1989 a přeorientování na tržní ekonomiku byla zavřena a opuštěna řada průmyslových podniků, zaniklo velké množství zemědělských družstev (Kunc et al., 2014). Došlo k odsunu sovětských vojsk a redukci stavu české armády. Na venkově, ale i ve městech přestala být využívána řada zařízení občanské vybavenosti, maloobchodní jednotky, kulturní a společenská zařízení, objekty cestovního ruchu a volného času (Hercik et al., 2011). Nejsilněji je ale problematika brownfields v České republice vnímána asi od roku 1997, kdy se začaly objevovat první negativní důsledky privatizace. Soukromí vlastníci objektů z finančních nebo jiných důvodů přestali objekty spravovat, a tak došlo k jeho chátrání a vzniku brownfields (Jackson, 2004).

Opatová (2008) ve své práci poukazuje nato, že v naší republice se řeší využití ploch brownfields pouze z hlediska komerčního. Dle jejího tvrzení je v současné době v úvahách o řešení pozemků brownfields opomíjena významnost té fáze, kterou představuje zeleň jako mezietapa předcházející dalšímu intenzivnějšímu a ekonomicky výnosnějšímu řešení a přikládá význam biologické rekultivaci.

Důležitost brownfields jako míst pro samotné přežití řady vzácných a ohrožených druhů rostlin a živočichů a obecně pro zachování druhové rozmanitosti popisují Macadam a Bairner (2012). Brownfields skýtají velký potenciál pro regeneraci a vytvoření úplně nových stanovišť (Small et al., 2003; Westphal et al., 2005). Důvodem, proč brownfields poskytují širokou škálu rozmanitých stanovišť, je zejména zanedbaná správa objektů a jejich okolí a samovolný vývoj vegetace a živočišných společenstev na daném území v čase (BUGLIFE, 2012). V počáteční fázi je území kolonizováno pionýrskými druhy rostlin, jež se výborně šíří. Ty jsou následně vytlačovány druhy konkurenčně silnějšími, které se ale šíří pomaleji. Území brownfields se následně dále zapojují a postupně mohou zarůst křovinami i stromy. Se změnou rostlinné skladby se mění i skladba živočišná (Tropek, Řehounek, 2011).

## ***2.4 Střevlíkovití a drabčíkovití jako bioindikátory a modelová skupina pro výzkumné otázky***

Střevlíkovití a drabčíkovití jsou považováni za klíčové skupiny mnoha suchozemských ekosystémů (Boháč, Fuchs, 1991). Střevlíkovití v agroekosystémech působí jako predátoři škůdců (Kromp, 1999), drabčíkovití žijí převážně v opadu a jsou důležitou součástí zoedafonu. I oni jsou významnými predatory škůdců (Boháč, 1999). Obě skupiny jsou citlivé k celé řadě faktorů a jsou proto vhodnými modelovými skupinami (Boháč, 1999).

Použití čeledi střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) k bioindikačním účelům má dlouhou tradici. Průkopnické dílo, které způsobilo výrazný rozmach carabidologie v České republice, je „Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky“ (Kult, 1947).

Díky skvělým česky psaným taxonomickým základům mohlo mnoho entomologů prozkoumávat naši přírodu. Shromáždili tak množství podkladů, které umožnily vznik dvou zásadních prací: „Stanovení areálů a subareálů Československa vzhledem k faunistice brouků čeledi Carabidae“ (Pulpán, 1968) a „Vertikální a územní rozšíření brouků čeledi Carabidae v Československu“ (Pulpán, Reška, 1971).

Studium střevlíkovitých brouků Carabidae má v České republice dlouholetou tradici. Zejména díky sběratelské oblibě se jedná o jednu z nejlépe probádaných čeledí hmyzu. U většiny druhů jsou dobře prozkoumány zejména ekologické nároky, ale i jejich přibližné faunistické rozšíření. I díky tomuto faktu jsou považováni za jednu z nejvýznamnějších bioindikačních skupin organismů (Hůrka et al., 1996). Střevlíkovití se díky své diverzitě a abundanci významně uplatňují při udržování rovnováhy a v koloběhu látek a energie (Hůrka, 1996).

Zástupci čeledi střevlíkovití jsou v převážné většině druhy vázané způsobem života na půdní povrch. Pro většinu druhů je vlhkost velmi zásadním ekologickým faktorem. Je však velmi problematické odlišit skupiny druhů podle ekologických nároků jednotlivých druhů, protože jejich výskyt je na lokalitách ovlivňován i mnoha dalšími faktory (Bocák, 1997).

Hůrka et al. (1996) vymezili tři základní skupiny druhů a poddruhů čeledi *Carabidae* České republiky. Kritériem pro zařazení do těchto skupin je především šíře

ekologické valence taxonů a jejich vázanost ke stanovišti. Jedná se o skupiny R, A a E.

Do skupiny R řadíme druhy s nejužší ekologickou valencí, které mají charakter reliktních. Jedná se o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů.

Ke skupině A patří adaptabilnější druhy, které osidlují více nebo méně přirozená nebo přirozenému stavu blízká stanoviště. Skupina zahrnuje typické druhy lesních i umělých porostů, pobřežní druhy stojacích i tekoucích vod, druhy lučin, pastvin a jiných travních porostů.

Skupinu E tvoří eurytopní druhy, které nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí. Jedná se o druhy nestabilních stanovišť a druhy obývající silně antropogenně ovlivněnou krajinu. Zahrnuje i expanzivní druhy a také nestálé migranty.

Ukazuje se, že pro posouzení kvality a ovlivněnosti přírodního prostředí lze využít procentuálního zastoupení druhů a jedinců daných „ekologických“ skupin (Farkač, 1994) a že opakování průzkumu složení komunity střevlíkovitých na stanovišti po určitém časovém období vypoví na základě zjištěných změn podílu tří základních skupin i o změnách charakteru stanoviště či většího krajinného celku (Hůrka et al., 1996).

Boháč (1988) klasifikoval druhy čeledi *Staphylinidae* dle jejich ekologických nároků ve vztahu k biotopu do skupin se závěrem, že je tato metoda použitelná i pro jiné skupiny hmyzu. Ve své další práci Boháč (1999) navrhl rozdělení drabčků do tří ekologických skupin vzhledem k jejich ekologické charakteristice. Skupina R1 zahrnuje druhy biotopů nejméně ovlivněných činností člověka. Jedná se především o druhy s arктоalpinním, borealpinním a boreomontánním rozšířením, dále druhy charakteristické pro rašeliniště (tyrfobionti a tyrfofilové), druhy vyskytující se jen v původních lesních porostech atd. Skupina R2 obsahuje druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy neregulovaných a původnějších břehů toků. Skupina E reprezentuje druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka.

Boháč (1990, 1999) stanovil index antropogenního ovlivnění společenstev drabčáků, který je postavený na vyhodnocení frekvence jedinců příslušných bioindikačních skupin ve vzorcích získaných srovnatelnými metodami sběru, zejména metodou zemních padacích pastí. Nenadál (1998) stanovil způsob výpočtu indexu komunity střevlíkovitých (IKS) a zároveň navrhuje pětistupňovou klasifikaci habitatů podle stupně jejich antropogenního ovlivnění.

### 3. METODIKA

V jednotlivých kapitolách je bližšie špecifikován samotný odchyt bezobratlých metódou zemních pastí, jsou popsány lokality, na kterých probíhal výzkum fauny brouků, vč. mapových příloh.

#### *3.1 Odběr vzorků epigeických brouků*

Při studiu epigeických brouků byla použita metoda odchyty do zemních padacích pastí ve smyslu publikace Absolon et al. (1994).

Zemní past se skládala z plastového kelímku o objemu 0,3 l a průměru 7 cm, který je zahlouben do země. Horní okraj kelímku je ve stejné úrovni jako okolní terén. Past se skládala vždy ze dvou kelímků, z nichž vnější sloužil jako opora vyhloubené jamky a vnitřní kelímek byl samotnou pastí. Tento byl naplněn cca do  $\frac{1}{4}$  etylenglykolem naředěným vodou. Tato směs sloužila jako konzervační roztok.

Pasti byly rozmístěny na gradientu městského prostředí na lokalitách městský park, park u hřbitova, brownfield a hospodářský les a byly v provozu od začátku dubna do konce září 2014 a vybírány jednou měsíčně. V každé lokalitě bylo rozmístěno 5 pastí tak, aby co nejvíce prezentovaly celkovou charakteristiku místa (křoviny, u stromu, v blízkosti vody, stinné a slunné místo apod.).

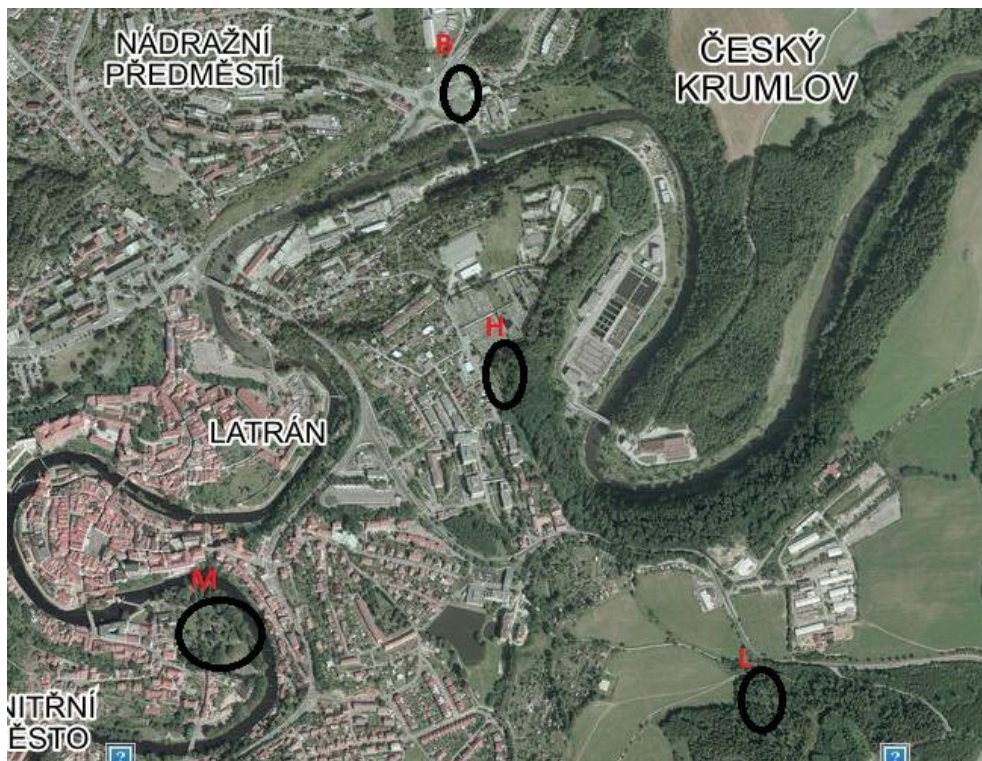
Po vybrání byly z pastí odstraněny hrubé nečistoty, materiál byl fixován v roztoku ethanolu a určen za pomoci vedoucího práce.

#### *3.2 Charakteristika studovaných ploch*

Sledované lokality se nachází v katastrálním území Český Krumlov (obrázek 1) a dle mapy síťového mapování spadá do faunistického čtverce 7151 (Novák, 1989). Město Český Krumlov se nachází v nadmořské výšce 492 m n. m., klima je mírné, vlhké. V roce 2014 nedošlo na sledovaných lokalitách k žádným extrémním klimatickým jevům.

Byly sledovány čtyři lokality na gradientu městského prostředí a intenzity managementu - městský park (park s intenzivním managementem), park u hřbitova (park s polointenzivním managementem), brownfield (bez managementu) a hospodářský les (občasný management).

Obr. 1: Mapový výřez s přibližným označením lokalit odchyty v k. ú. Český Krumlov (Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upraveno autorkou). Legenda: M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les.



#### 1/Lokalita městský park – intenzivní management, střed města

Park se nachází v bezprostřední blízkosti centra města Český Krumlov na území třetího meandru řeky Vltavy (obrázek 2). Území parku je na východě a severu vymezeno levým břehem Vltavy s liniovým břehovým porostem, na západě zadními trakty domů přilehlé ulice a jižní hranici parku tvoří část původní ohradní zdi.

Pro své dendrologické bohatství, památkovou hodnotu a důležité postavení v rámci městské krajiny Českého Krumlova byl městský park prohlášen za významný krajinný prvek.

Ústřední rozlehlá travnatá plocha se skupinami převážně jehličnatých stromů je po obvodu vymezena na severní straně liniovým stromořadím javorů. Vně tohoto

stromořadí těsně při břehu se nachází souvislý pás stromů převážně náletového původu (lípy, jasany, mléče, vrby apod.).

Travní porost je v sezóně kosen 1x za 2-3 týdny, tj. 10 až 12 sečí za sezónu. Výška travního porostu je max. do 10 cm. Tráva se nemulčuje, biologický odpad se odváží. Spadané listí nezůstává na travnatých plochách, provádí se 2x podzimní vyhrabání, další úkon probíhá na jaře. Veškerý biologický odpad se odváží.

Pasti byly umístěny vždy pod keři či stromy, na nenápadných místech, čímž se předcházelo ničení pastí veřejností.

*Obr. 2: Mapový výřez s přibližným označením míst odchytu – lokalita městský park (Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upraveno autorkou).*



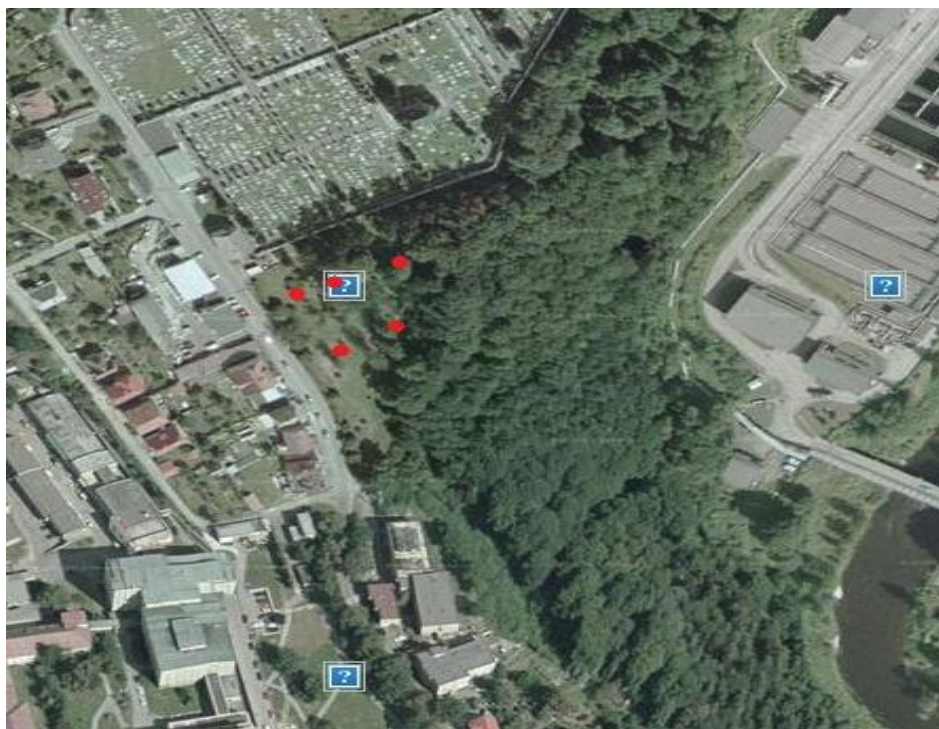
## 2/ Lokalita park u hřbitova - gradient okrajová část města – polointenzivní management

Park z 19. století s pomníkem v centrální části, původní kompozice parku je narušena výsadbou nových jehličnanů, veřejnosti je neomezeně přístupný, v blízkosti parku se nachází ČOV (obrázek 3).

Travní porost je kosen 4-5x za sezónu, tj. výška trávy 15-20 cm. Biologický odpad se odváží. Spadané listí se uklízí pouze v rámci jednoho úkonu na podzim. Ve srovnání s městským parkem je park u hřbitova klidné místo, navštěvované obyvateli pouze sporadicky. Z jedné strany je lemován hřbitovní zdí, v blízkosti které park přechází v hájový porost s prudkým nepřístupným svahem, kde převažují listnaté stromy (dub, buk, olše). Na okraji parku je také jakýsi „nepovolený“ kompost, kam obyvatelé naváží biologický odpad. Je na místě zmínit i část travní plochy (několik desítek m<sup>2</sup>), která se při údržbě zeleně vynechává a je kosena bez použití techniky 2-3x ročně, travní porost na této ploše dorůstá do výše 50 cm.

Podobně jako v městském parku, byly pasti umístěny tak, aby se předešlo poničení. Dvě pasti byly přímo u hřbitovní zdi.

*Obr. 3: Mapový výřez s přibližným označením míst odchyty – lokalita park u hřbitova (Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upraveno autorkou).*

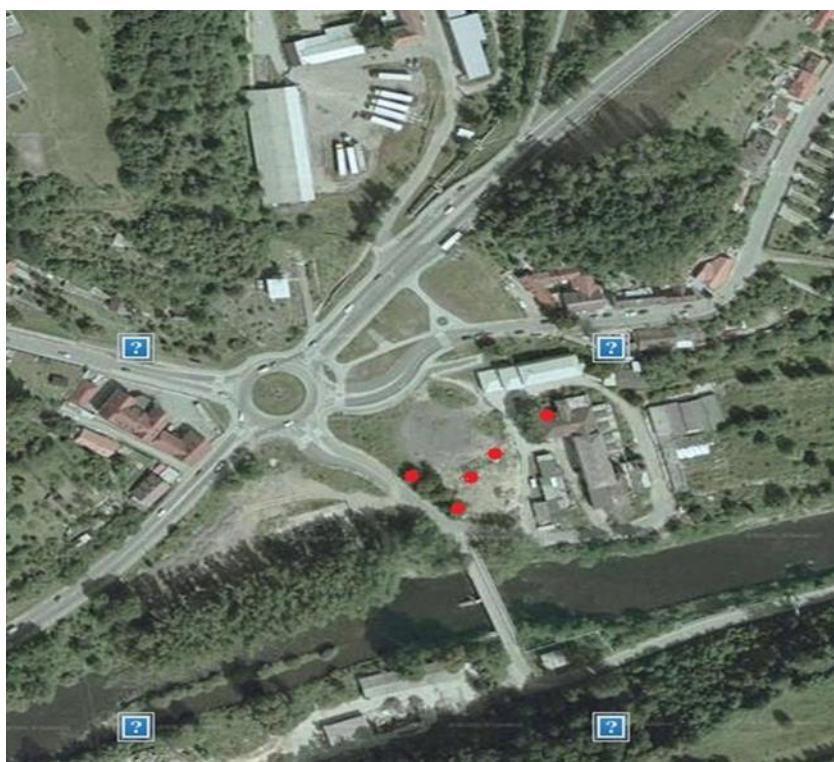




### 3/ Lokalita brownfield - bez managementu, okrajová část města

Plochu brownfield představuje bývalý výrobní areál o rozloze 0,66 ha, který se nachází na levé straně pod okružní křižovatkou směrem od Českých Budějovic (obrázek 4). Asi 50 m od hranice areálu protéká řeka Vltava. V místě se nachází tři budovy, které nejsou v současné době využívány. Pasti byly umístěny na volné ploše, která je zarostlá trávou a náletovými dřevinami, převážně břízou. Plocha je znečištěna odpadky komunálního charakteru a na několika místech jsou hromady suti.

*Obr. 4: Mapový výřez s přibližným označením míst odchytu – lokalita brownfield  
(Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upraveno autorkou).*



#### 4/ Lokalita hospodářský les – gradient mimo město, bez pravidelného managementu

Hospodářský les vzdálený 2 km od centra města vzdušnou čarou (obrázek 5). Jedná se o les smíšený s převahou jehličnatých stromů (smrk, borovice).

*Obr. 5: Mapový výřez s přibližným označením míst odchytu – lokalita hospodářský les (Zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz), upraveno autorkou).*



### ***3.3 Hodnocení vzorků dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogennímu ovlivnění na jednotlivých lokalitách***

Byla vyhodnocena struktura společenstev brouků dle jejich reliktnosti. Druhy byly na základě prací Hůrky et al. (1996) a Boháče (1999) rozděleny do skupin dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům na reliktu II. řádu (R2 -

druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka a druhy eurytopní (E - druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka). Relikty I. řádu (R1 - druhy s nejužší ekologickou valencí, druhy nepříliš poškozených ekosystémů) odchyceny nebyly.

Označení skupin dle Hůrky et al. (1996) se liší, ale platí, že R1 podle Boháče (1999) je R podle Hůrky et al. (1996), R2 dle Boháče (1999) je a podle Hůrky et al. (1996) a E podle Boháče (1999) je totožné se skupinou E podle Hůrky et al. (1996).

Pokud ve vzorku výrazněji převažují druhy skupin R a A, jedná se o stanoviště slabě ovlivněné až neovlivněné. Pokud ve vzorku výrazněji převažují druhy skupiny E, jedná se o stanoviště silně ovlivněné až degradované. Více či méně vyrovnané zastoupení druhů skupin R+A a E svědčí o tom, že se jedná o stanoviště průměrně ovlivněné.

### ***3.4 Hodnocení střevlíkovitých dle velikosti těla***

Vzhledem k charakteru sledovaných biotopů a k dalšímu popisu gradientu biodiverzity od centra k okrajové části města byly druhy střevlíkovitých dále rozděleny na malé (do 20 mm) a velké (nad 20 mm). Velikosti byly dohledány v literatuře Hůrka (1996, 2005).

### ***3.5 Index antropogenního ovlivnění***

V této práci byl pro jednotlivé lokality stanoven index antropogenního ovlivnění dle vzorce:  $I = 100 - (E + 0,5 R2)$ , kde E je frekvence eurytopních druhů (%) a R2 je frekvence reliktních II. řádu (%). Hodnoty blízké nule ukazují na krajinu silně ovlivněnou činností člověka. Hodnoty blízké 100 poukazují na krajinu zachovalou, neovlivněnou člověkem (Boháč, 1990, 1999).

### ***3.6 Jaccardův index***

Pro vyjádření podobnosti druhového složení společenstev byl vypočítán Jaccardův index, který nejjednodušším způsobem porovnává podobnosti společenstev (binární index), pokud máme k dispozici pouze informace o přítomnosti a nepřítomnosti daného druhu. Hodnota indexu se zvětšuje se zvětšující velikostí vzorku. Příkladá všem druhům stejnou váhu a tím nadhodnocuje význam vzácných druhů ve vzorku.

Čím je Jaccardův index podobnosti vyšší, tím jsou si společenstva obou stanovišť podobnější (Odum, 1977).

$$Ja = C / (A+B - C) \times 100$$

Ja - index podobnosti (míra shody společenstev v %)

C – počet druhů vyskytující se v obou vzorcích (společenstvech)

A – počet druhů v prvním vzorku

B – počet druhů v druhém vzorku

### **3.7 Gradientová analýza**

Na lokalitách městský park, park u hřbitova a hospodářský les probíhal výzkum již v roce 2013 v rámci bakalářské práce (Kubátová, 2013). V souhrnných analýzách v programu CANOCO jsou proto pro lepší interpretace získaných dat zpracovány i výsledky z této práce.

Materiál by statisticky vyhodnocen pomocí programu Canoco for Windows 4.5, který slouží k mnohorozměrnému hodnocení druhových dat (Ter Braak, Šmilauer, 1998). Ke grafickému znázornění analýz byl využit program CanoDraw verze 3.1.

Primární data byla zpracována pomocí programu Microsoft Office Excel, testováno bylo 7 vzorků a bylo zvoleno 6 hodnot environmentálních kategoriálních proměnných: lokalita park ve městě, lokalita park u hřbitova, lokalita les, lokalita brownfield, a proměnné představující rok odchyty (2012, 2014), dále byla data importována pomocí programu CanoImp.

Při samotné analýze byla v prvním kroku použita metoda nepřímé gradientové analýzy Detrended Correspondence Analysis (DCA) zjišťovaná pro druhová data a byly hledány hlavní směry variability v druhových datech. DCA analýza zjišťuje délku gradientu, na základě tohoto výsledku volíme buď lineární metody, a to pokud je hodnota menší než 3, nebo unimodální metody, pokud je výsledná hodnota větší než 4. Pokud leží v intervalu 3-4, pak lze použít obě metody (Lepš, Šmilauer, 2000). Délka gradientu byla rovna 2,880 a byla tedy dále použita přímá analýza RDA. Byla použita logaritmická transformace dat.

V dalším kroku byla metodou RDA (přímá gradientová analýza, tzv. Redundancy Analysis) testována variabilita druhových dat a environmentálních proměnných

pomocí Monte Carlo permutačního testu při 999 permutacích. Výběr environmentálních dat pro test byl manuální.

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1 Celkový přehled zjištěných druhů a jedinců

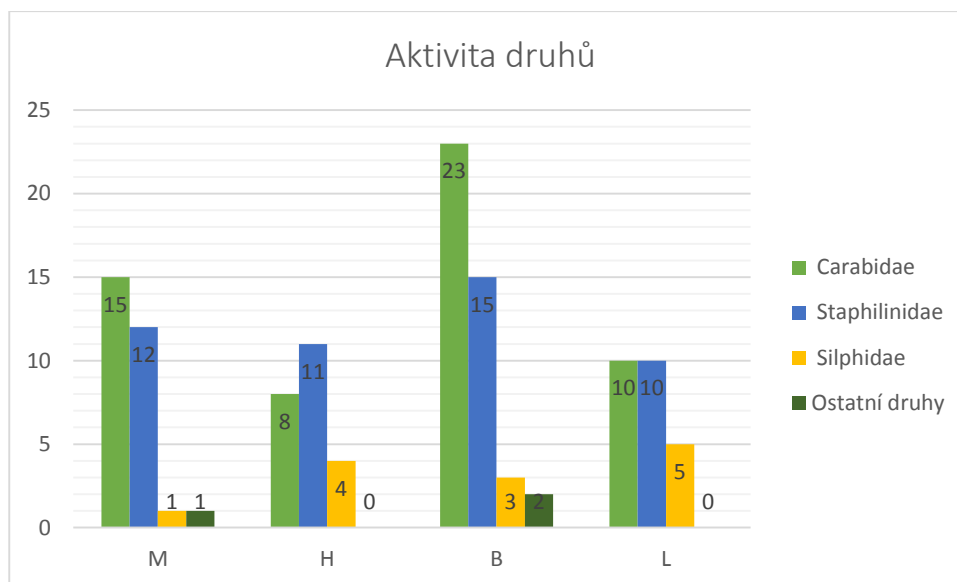
V rámci diplomové práce bylo na studovaných lokalitách v roce 2014 odchyceno celkem 864 jedinců náležících k 51 druhům. Dominantní čeledí počtem jedinců i zjištěných druhů byli střevlíkovití, následovali drabčíkovití a mrchožroutovití (tabulka 1).

Tabulka 1: Počet druhů na jednotlivých lokalitách (Ostatní druhy tj. čeled' Leiodidae, Geotrupidae, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).

	M	H	B	L
<i>Carabidae</i>	15	8	23	10
<i>Staphylinidae</i>	12	11	15	10
<i>Silphidae</i>	1	4	3	5
Ostatní druhy	1	0	2	0
<b>Celkem</b>	<b>29</b>	<b>23</b>	<b>43</b>	<b>25</b>

Nejvyšší druhová diverzita epigeických brouků byla zaznamenána na ploše brownfield, kde bylo odchyceno celkem 43 druhů (obrázek 6). Nejméně identifikovaných druhů bylo v okrajové části města (park s polointenzivním managementem) 23 druhů. Na ploše městského parku s intezivním managementem bylo identifikováno 29 druhů.

Obr. 6: Aktivita druhů na jednotlivých lokalitách (Ostatní druhy tj. čeleď *Leiodidae*, *Geotrupidae*, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).



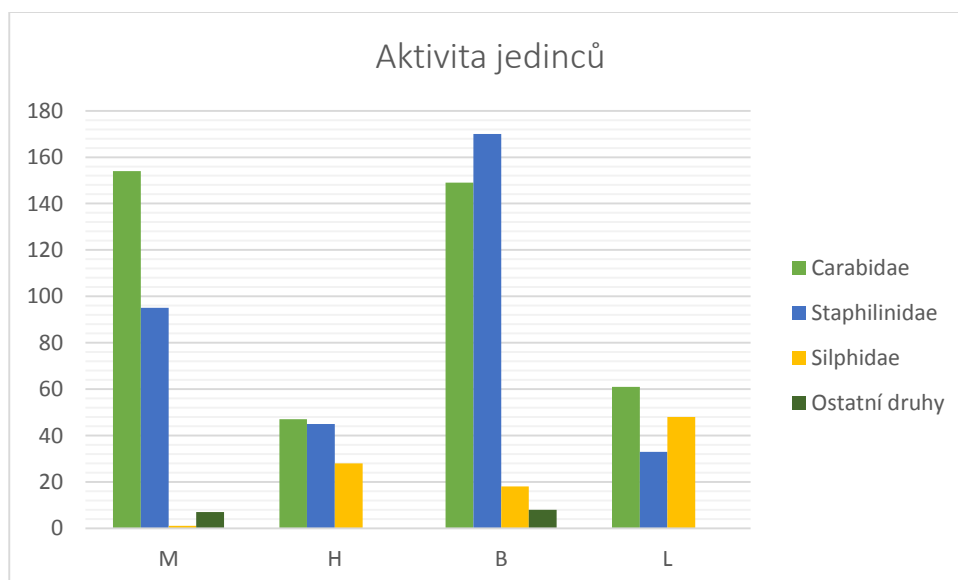
Nejvyšších abundancí ve sledovaném období duben až říjen 2014 dosáhla čeleď *Carabidae*, ve které bylo celkem na všech plochách odchyceno celkem 411 exemplářů. U čeledi *Staphilinidae* byl počet exemplářů značně ovlivněn aktivitou drabčíkovitých v lokalitě brownfield, kde bylo odchyceno 170 jedinců. Celkový počet činil u drabčíků 343 brouků. Aktivita čeledi *Silphidae* byla prezentována druhem *Thanatophilus rugosus*, jehož bylo odchyceno celkem 46 jedinců z celkového počtu 95 jedinců (tabulka 2, obrázek 7).

Lokalita brownfield jednoznačně vykazuje nejvyšší aktivitu abundancí identifikovaných odchycených jedinců, kterých bylo 345.

Tabulka 2: Počet (aktivita) jedinců čeledí Carabidae, Staphylinidae, Silphidae a ostatní (tj. čeled' Leiodidae, Geotrupidae, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).

	M	H	B	L	Σ
<i>Carabidae</i>	154	47	149	61	<b>411</b>
<i>Staphylinidae</i>	95	45	170	33	<b>343</b>
<i>Silphidae</i>	1	28	18	48	<b>95</b>
Ostatní	7	0	8	0	<b>15</b>
<b>Celkem Σ</b>	<b>257</b>	<b>120</b>	<b>345</b>	<b>142</b>	<b><u>864</u></b>

Obr. 7: Počet odchycených jedinců (aktivita) na jednotlivých lokalitách (ostatní, tj. čeled' Leiodidae, Geotrupidae, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).





#### 4.2 Střevlíkovití (*Carabidae*)

Celkem bylo odchyceno 411 jedinců střevlíků náležejících k 26 druhům. Druh *Pterostichus melanarius* byl nejhojnější, druh *Notiophilus biguttatus* byl odchycen pouze jeden kus (tabulka 3).

Lokalita brownfieldu prezentovala kromě druhů *Carabus auronitens auronitens*, *Notiophilus biguttatus* a typicky lesního druhu *Abax parallelepipedus* všechny druhy střevlíků, které byly v roce 2014 odchyceny. Byl zde odchycen i střevlík *Carabus intricatus intricatus*, jehož silná populace byla zaznamenána i v parku u hřbitova.

*Tabulka 3: Přehled odchycených druhů čeledi Carabidae, jejich abundance na jednotlivých lokalitách a zařazení do skupin dle citlivosti k antropogenním vlivům (ES - ekologická skupina, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).*

Druh	ES	M	H	B	L
<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	R2	-	-	-	11
<i>Agonum muelleri</i> (Herbst, 1784)	E	3	-	1	-
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	6	-	3	-
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)	E	-	-	12	-
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	E	1	-	6	-
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	E	8	1	7	3
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	E	4	-	3	-
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	-	5	-
<i>Carabus auronitens auronitens</i> Fabricius, 1792	R2	-	2	-	11
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	E	3	-	7	-
<i>Carabus hortensis hortensis</i> Linnaeus, 1758	R2	-	2	12	4
<i>Carabus intricatus intricatus</i> Linnaeus, 1761	R2	-	24	5	-
<i>Carabus nemoralis nemoralis</i> O. F. Müller, 1764	R2	2	1	7	3
<i>Carabus scheidleri</i> Panzer, 1799	R2	-	5	3	1
<i>Carabus violaceus violaceus</i> Linnaeus, 1758	R2	-	8	7	13
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	E	7	-	1	-
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	3	-
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	E	1	-	5	-
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	R2	23	-	4	-
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	R2	-	-	-	1
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	E	32	-	15	-
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	E	4	-	7	-
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	E	-	-	5	-
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	E	55	4	27	8
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	R2	-	-	2	6
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	E	4	-	2	-

#### 4.2.1 Dělení odchytených střevlíkovitých dle velikosti těla

Celkem bylo ve všech lokalitách odchyteno 8 velkých druhů a 18 malých druhů střevlíkovitých brouků (tabulka 4). Z velkých druhů náleželo 7 rodu *Carabus* a jeden druh rodu *Abax*. V městském parku byly odchyteny pouze 2 velké druhy (*Carabus nemoralis* a *Carabus granulatus*) zatímco na všech ostatních sledovaných lokalitách bylo odchyteno 6 druhů.

Tabulka 4: Počet velkých a malých druhů čeledi Carabidae na jednotlivých lokalitách (M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).

velikost druhu/lokalita	M	H	B	L
druhy malé (do 20 mm)	13	2	17	4
druhy velké (nad 20 mm)	2	6	6	6

#### 4.2.2 Zajímavé nálezy střevlíkovitých

Byl potvrzen výskyt druhu *Carabus scheidleri*, který patří do skupiny zvláště chráněných druhů dle vyhlášky Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/1992 Sb., ve znění vyhlášky 175/2006 Sb., a to na plochách parku s polointenzivním managementem a v lese, 3 jedinci byli identifikováni i na ploše brownfieldu.

Zajímavým nálezem byl druh střevlíka *Carabus intricatus intricatus*. Tento druh byl hojným na plochách parku s polointenzivním managementem, bylo zde odchyteno 24 exemplářů. Na ploše brownfield bylo odchyteno 5 jedinců tohoto střevlíka.

#### 4.3. Drabčíkovití (Staphylinidae)

Celkem bylo odchyteno 343 jedinců drabčíků náležejících k 17 druhům (tabulka 5). Druhy *Anotylus rugosus*, *Drusilla canaliculata* a *Omalium caesum* byly nejhojnější, druh *Tachinus laticollis* byl prezentován pouze 3 jedinci v lokalitě brownfield.

Podobný trend, který byl zaznamenán na ploše brownfieldu u střevlíkovitých vykazují i drabčíkovití. Na stanovišti brownfield bylo identifikováno nejvíce druhů drabčků, kromě druhu *Gabrius splendidulus* a *Atheta crassicornis* zde byly prezentovány všechny druhy, které byly v roce 2014 odchyceny.

*Tabulka 5: Přehled všech druhů čeledi Staphylinidae, jejich abundance na jednotlivých lokalitách a zařazení do skupin dle citlivosti k antropogenním vlivům (ES - ekologická skupina, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).*

Druh	ES	M	H	B	L
<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	E	3	-	3	-
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	E	18	4	32	1
<i>Atheta crassicornis</i> (Fabricius, 1792)	E	4	1	-	-
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	E	9	3	7	2
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	E	32	3	15	-
<i>Gabrius splendidulus</i> (Gravenhorst, 1802)	R2	-	-	-	5
<i>Omalium caesum</i> Gravenhorst, 1806	E	12	7	21	5
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)	R2	-	-	1	7
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	E	2	5	9	1
<i>Philonthus decorus</i> (Gravenhorst, 1802)	R2	-	-	2	4
<i>Staphylinus dimidiaticornis</i> Gemminger, 1851	E	2	3	5	1
<i>Tachinus laticollis</i> Gravenhorst, 1802	E	-	-	3	-
<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	2	5	7	-
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	E	1	3	12	-
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	7	5	22	4
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	E	3	6	9	3
<i>Zyras cognatus</i> (Märkel, 1842)	R2	-	-	22	-

#### 4.4 Ostatní taxonomické skupiny

Ostatní identifikované druhy představovaly tři čeledi. Dominantní byla čeleď mrchožroutoví s druhy *Nicrophorus vespillo* a *Thanatophilus rugosus* (tabulka 6). Celkem bylo v této čeledi odchyceno 95 jedinců a identifikováno 5 druhů. Z čeledi lanýžovnickovitých bylo odchyceno 10 jedinců náležejících k 2 druhům. Čeleď chrobákovitých byla prezentována 5 jedinci druhu *Anoplotrupes stercrosus*.

Tabulka 6: Přehled ostatních odchycených čeledí a jejich abundance na jednotlivých lokalitách (M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les).

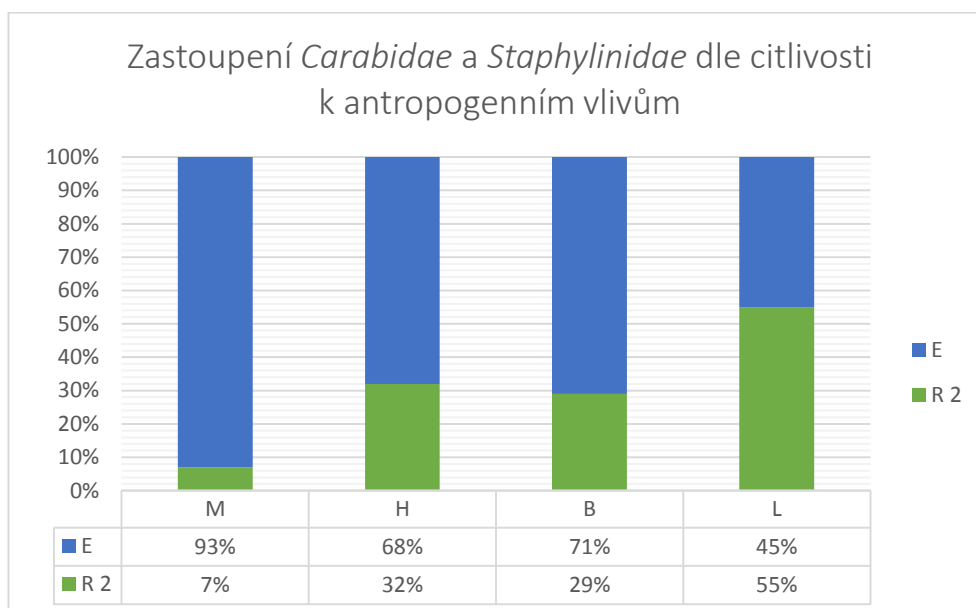
Druh	M	H	B	L
<b>Čeleď Silphidae</b>				
<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758)	-	8	15	3
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784	1	3	1	1
<i>Phosphuga atrata atrata</i> (Linnaeus, 1758)	-	5	2	7
<i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758	-	-	-	3
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1750)	-	12	-	34
<b>Čeleď Leiodidae</b>				
<i>Sciodrepoides watsoni watsoni</i> (Spence, 1815)	7	-	-	-
<i>Catops fuscus</i> (Panzer, 1794)	-	-	3	-
<b>Čeleď Geotrupidae</b>				
<i>Anoplotrupes stercrosus</i> (Hartmann in L. G. Scriba, 1791)	-	-	5	-

#### 4.5 Hodnocení druhů a jedinců střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogennímu ovlivnění na jednotlivých lokalitách

Druhy mající charakter reliktní I. řádu nebyly zjištěny. Na sledovaných lokalitách převládaly druhy eurytopní (E) nad adaptabilními (R2), výjimkou byla lokalita hospodářský les (obrázek 8).

V lokalitě městský park s intenzivním managementem byly z čeledí střevlíkovitých a drabčíkovitých identifikovány téměř výhradně druhy eurytopní s výjimkou střevlíků *Carabus nemoralis* a *Nebria brevicolis*, kteří jsou dle Hůrky et al. (1996) i Veselého (2002) zařazeni do skupiny druhů R2. Na ploše brownfieldu převládaly eurytopní druhy (27 druhů) nad druhy R2 (11 druhů).

Obr. 8: Procentuální zastoupení všech druhů Carabidae a Staphylinidae různě citlivých k antropogenním vlivům (R2- relikty II. řádu, E – eurytopní druhy).



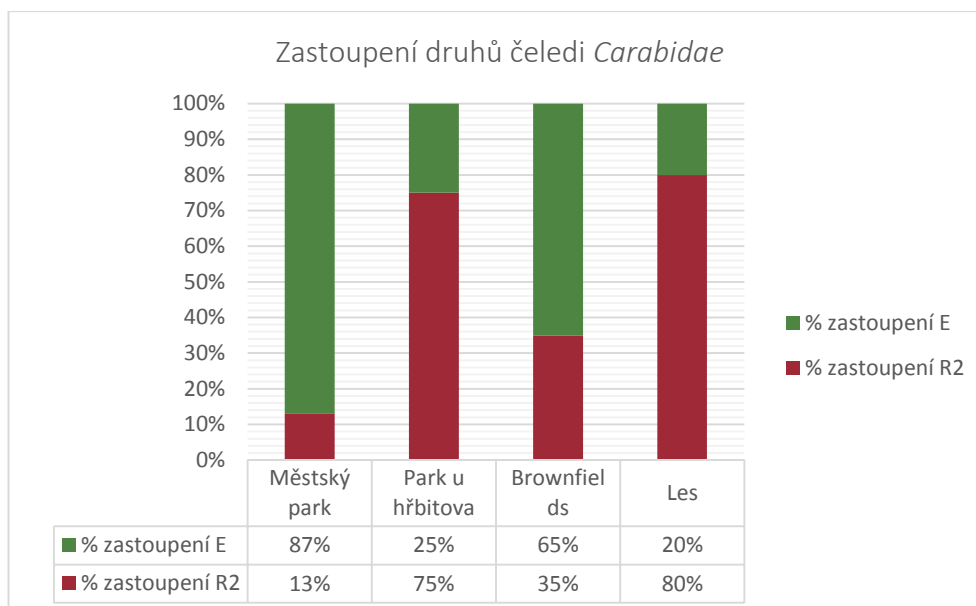
Co se týče střevlíkovitých, nebyl odchycen žádný druh, který je řazen do skupiny R1 (relikt I. řádu). Druhy R2 (relikty II. řádu) převažovaly v parku u hřbitova (75 %) a v hospodářském lese (80 %) (tabulka 7, obrázek 9). Stejný počet druhů R2 jako v lese byl odchycen i v lokalitě brownfieldu, avšak procentuální zastoupení bylo na stanovišti brownfield pouze 35 %, protože zde převládaly druhy eurytopní. V městském parku činily eurytopní druhy 87 % všech druhů střevlíkovitých.

Významnými biotopy pro adaptabilní střevlíkovité brouky jsou hospodářský les a park u hřbitova s polointenzivním managementem.

Tabulka 7: Zastoupení druhů Carabidae s různou citlivostí k antropogennímu ovlivnění v roce 2014.

		Střevlíkovití 2014															
		Městský park (M)				Park u hřbitova (H)				Brownfield (B)				Hospodářský les (L)			
ES		druhy	jedinci		druhy	jedinci		druhy	jedinci		druhy	jedinci		druhy	jedinci		
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
	R I																
	R II	2	13	25	16	6	75	42	89	8	35	43	29	8	80	50	82
	E	13	87	129	84	2	25	5	11	15	65	106	71	2	20	11	18

Obr. 9: Procentuální zastoupení druhů čeledi Carabidae různě citlivých k antropogenním vlivům v roce 2014 (R2- relikty II. řádu, E – eurytopní druhy).



Co se týče drabčíkovitých, nebyl odchycen žádný druh R I. V městském parku a parku u hřbitova nebyly identifikovány žádné druhy, které řadíme do skupiny R2 (tabulka 8, obrázek 10).

V lokalitě brownfield bylo odchyceno celkem 15 druhů drabčíkovitých brouků, byla zde patrná největší diverzita této čeledi ze všech lokalit. Byly zde odchyceny 3 druhy ze skupiny R2 a byla zde zaznamenána silná populace druhu *Zyras cognatus*, který je dle Boháče et al. (2007) řazen do skupiny R2. V biotopu hospodářský les byly zjištěny 3 druhy drabčíků ze skupiny R2, jednalo se o druh *Othius punctulatus*, *Philonthus decorus* a *Gabrius splendidulus*. Eurytopních druhů bylo 7.

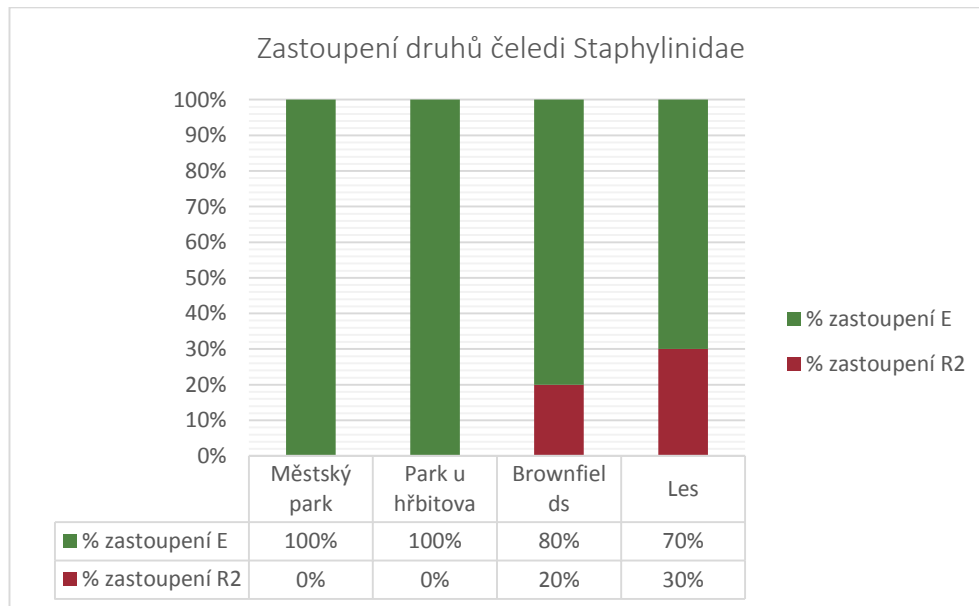
Na všech lokalitách převládaly druhy eurytopní.



Tabulka 8: Zastoupení druhů Staphylinidae s různou citlivostí k antropogennímu ovlivnění v roce 2014 (ES – ekologická skupina).

Drabčíkovití 2014																	
		Městský park (M)				Park u hřbitova (H)				Brownfield (B)				Hospodářský les (L)			
ES		druhy	jedinci	druhy	jedinci	druhy	jedinci	druhy	jedinci	druhy	jedinci	druhy	jedinci	druhy	jedinci		
		Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%	Σ	%		
R I																	
R II		0	0	0	0	0	0	0	0	3	20	25	15	3	30	16	49
E		12	100	95	100	11	100	45	100	12	80	145	85	7	70	17	52

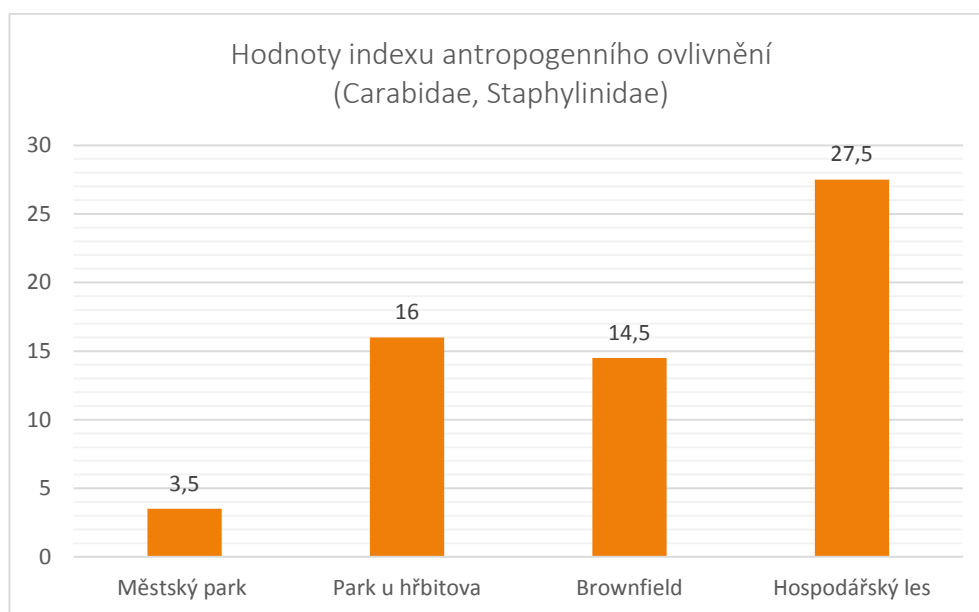
Obr. 10: Procentuální zastoupení druhů čeledi Staphylinidae různě citlivých k antropogenním vlivům v roce 2014 (R2 - relikty II. řádu, E – eurytopní druhy).



#### ***4.6 Index antropogenního ovlivnění střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách***

Na základě zařazení druhů střevlíkovitých a drabčíkovitých do skupin dle jejich tolerance k antropogenním vlivům byla vypočítána hodnota indexu antropogenního ovlivnění. Výsledky ukazují na zvyšující se stupeň ovlivnění směrem od centra přes okrajovou část k lesu. Plocha brownfield vykazuje podobnou hodnotu indexu jako okrajová část města. Nejvyšší hodnota indexu je v hospodářském lese a poukazuje na společenstva člověkem nejméně ovlivněná (obrázek 11).

*Obr. 11: Hodnoty indexu antropogenního ovlivnění Carabidae a Staphylinidae na jednotlivých lokalitách.*

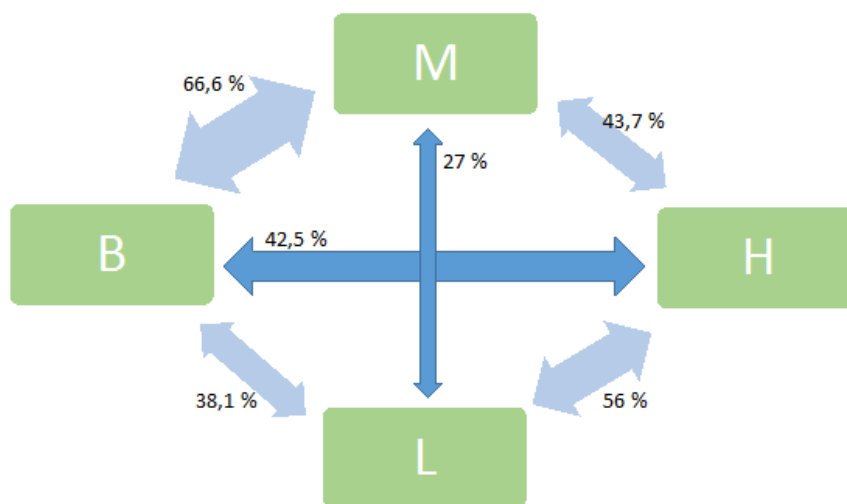


#### 4.7 Jaccardův index podobnosti střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách

Jaccardův index ukazuje na nejvyšší podobnost společenstev čeledí *Carabidae* a *Staphylinidae* lokalit městského parku v centru města a lokality brownfieldu. Druhá nejvyšší hodnota ukazuje na podobnost hospodářského lesa a parku u hřbitova s polointenzivním managementem. Nejnižší podobnost byla pomocí indexu vyjádřena u společenstev městského parku a lesa (obrázek 12).

Obr. 12: Jaccardův index společenstev *Carabidae* a *Staphylinidae*

(*M* – lokalita městský park, *H* – lokalita park u hřbitova, *B* – lokalita brownfield, *L* – lokalita hospodářský les).



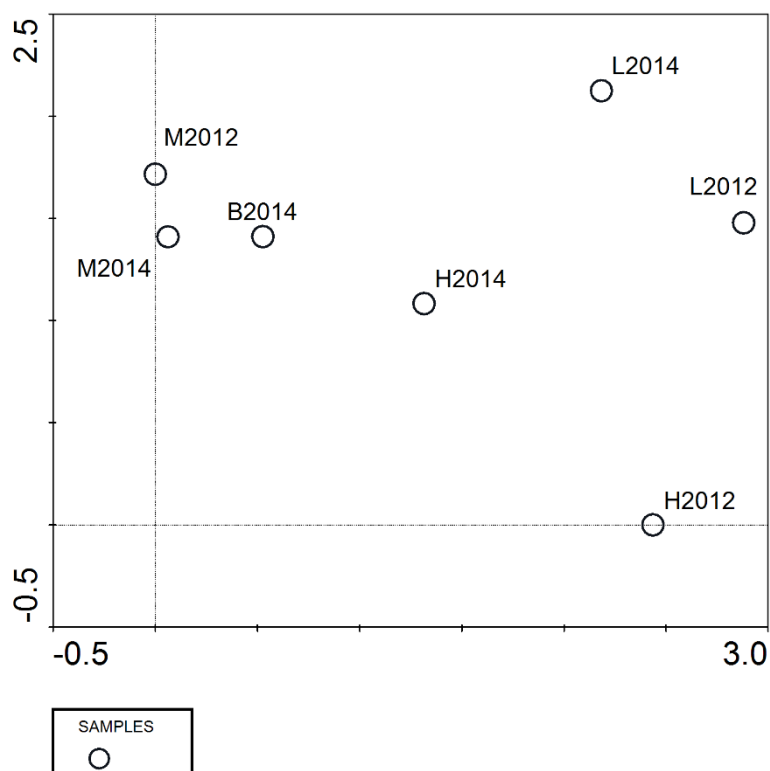
#### 4.8 Gradientová analýza střevlíkovitých a drabčíkovitých na studovaných plochách

Na lokalitách městský park, park u hřbitova a hospodářský les probíhal výzkum již v roce 2013 v rámci bakalářské práce (Kubátová, 2013). V souhrnných analýzách v programu CANOCO jsou proto pro lepší interpretace získaných dat zpracovány i výsledky z této práce.

Prvním krokem analýzy byla metoda nepřímé gradientové analýzy (DCA) zjišťovaná pro druhová data a byly hledány hlavní směry variability v druhových datech. V této analýze první kanonická osa vysvětlila 47,3 % celkové variability, druhá kanonická osa 6,7 % celkové variability. Z obrázku č. 13 je patrné, že jednotlivé roky odchyty neměly na společenstva střevlíků a drabčků významný vliv, efekt ploch vykázal vyšší variabilitu (obrázek 13).

*Obr. 13: DCA analýza pro druhová data. Délka gradientu 2,880. První kanonická osa 47,3 % celkové druhové variability, druhá kanonická osa 6,7 % celkové druhové variability. Zdroj: autorka.*

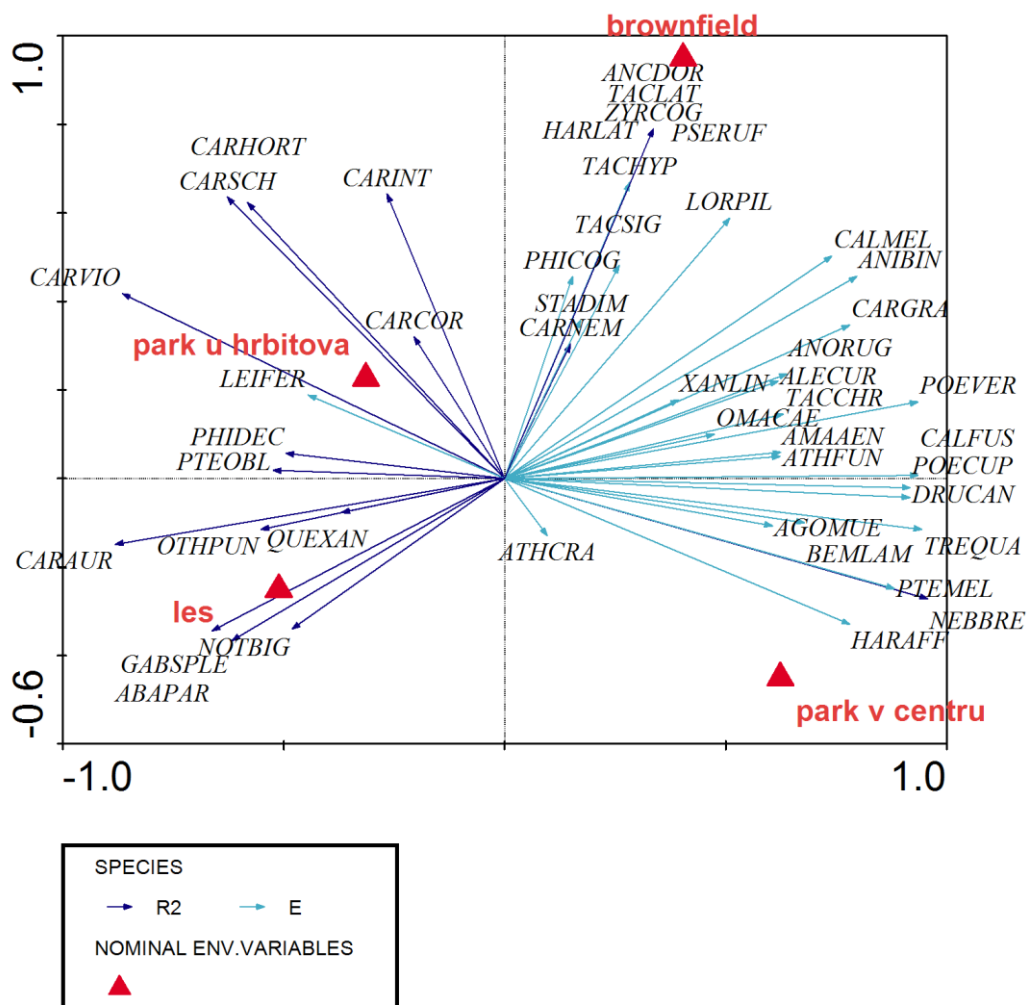
*Legenda: M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L- lokalita hospodářský les. Jednotlivé roky značí sezonu odchyty.*



V dalším kroku byla metodou testována variabilita druhových dat a efekt ploch (P-value 0.072; F-ratio = 3.06). Testovala se hypotéza, že druhové složení střevlíkovitých a drabčíkovitých je nezávislé na efektu testované plochy. Tato hypotéza byla testována pomocí RDA analýzy při stanovení proměnné rok (2012, 2014) jako kovariáty. Vliv proměnných nebyl statisticky významný na hladině průkaznosti do p menší než 0,05. První osa reprezentovala 34,7 % druhové variability (obrázek 14).

Obr. 14: Ordinační diagram RDA - reakce střevlíkovitých a drabčíkovitých na efekt ploch. V grafu je graficky vyznačena příslušnost druhů do skupin dle Hürky et al. (1996) a Boháče et al. (2007). V analýze byly použity proměnné 2012 a 2014 jako kovariáty pro odfiltrování vlivu roku sběru. Zdroj: autorka.

Legenda: Označení druhu je kombinace prvních tří písmen rodového jména a prvních tří písmen druhového jména dle přehledu odchycených druhů.



Vyhodnocení ordinační analýzy ukázalo, že vyšší vliv na společenstva drabčků a střevlíků měl efekt ploch než jednotlivé roky odchytu. Analýza k sobě přiřadila lokalitu brownfield a městský park, kde je naprostá rozdílnost managementu. Analýza RDA přiřadila druhy skupiny R2 do lokalit park u hřbitova a les, výjimkou byl druh *Leistus ferrugineus*.

## 5. DISKUZE

### 5.1 Celkové hodnocení

Nejvíce studií zabývajících se epigeickými brouky v městském prostředí se zaměřuje na sledování brouků čeledi *Carabidae*. Holland (2002) i Rainio a Niemela (2003) se shodují na tom, že tato čeleď a její jedinci mají různorodou životní strategii, proto jsou vhodné jako bioindikátory a jako modelové organismy pro ekologické studie, jakou je i tato. Schopnost organismů žít na daném místě je určována konkrétními podmínkami okolního prostředí. Každý druh má jiné ekologické nároky a na základě znalostí těchto nároků lze něco říci i o samotném stanovišti.

Jelikož na území města Český Krumlov nebyl dosud prováděn žádný entomologický průzkum brouků a staré literární údaje z této lokality nejsou blíže specifikovány, byla pro srovnávání použita pouze data získaná dalším vlastním sběrem v rámci bakalářské práce (Kubátová, 2013).

Ve sledovaném období roku 2014 bylo celkem odchyceno 26 druhů z čeledi *Carabidae* a 17 druhů z čeledi *Stahylinidae*. Ve srovnání s rokem 2012 bylo odchyceno více druhů z obou čeledí, to však bylo způsobeno tím, že v roce 2014 odchyt probíhal na čtyřech stanovištích (příloha 2, 3). Čeleď drabčíkovitých vykazovala v roce 2014 vyšší diverzitu než v roce 2012 ve všech sledovaných lokalitách. Dominantní zastoupení v obou sledovaných letech jak abundancí druhů, tak i jedinců však měli střevlíkovití.

Boháč a Černý (2012) uvádí že, že větší počet druhů střevlíkovitých brouků na stanovišti není ukazatelem méně intenzivního hospodaření. Toto tvrzení je shodné s mým pozorováním, protože v parku s intenzivním managementem bylo odchyceno více druhů střevlíkovitých než v parku s polointenzivním managementem a v lese. Míra urbanizace tedy nemusí vést ke ztrátě diverzity, ale spíše k záměně druhů (Gaublomme et al., 2008), což dokazuje i moje práce, ve které zůstává obdobný počet druhů, ale jednotlivé druhy se mění.

Z ostatních čeledí byly počtem odchycených jedinců významné pouze druhy čeledi *Silphidae*, konkrétně druh *Thanatophilus rugosus* a *Nicrophorus vespillo*. Jejich výskyt byl pravděpodobně způsoben přítomností mršin hlodavců v pastech. Novák

(1965) definuje druh *Thanatophilus rugosus* jako silně nekrofágní, jehož imaga jsou specializována výlučně na mršiny.

### **5.2 Lokalita městský park**

Na této lokalitě byl dominantní výskyt druhu *Pterostichus melanarius*. Dle Hůrky (1996) je *Pterostichus melanarius* považován za druh obecný, velmi eurytopní, vyskytující se na polích, loukách, zahradách i v lesích od nížin až po hory, dle Hůrky et al. (1996) jej řadíme do skupiny eurytopních druhů bez vyhraněných ekologických nároků. Četnost tohoto druhu je popisována i v pracích Boháč a Černý (2012), Niemela (2002), Saarikiva et al. (2010), Noreika a Kotze (2012), kteří také studovali epigeické brouky v městském prostředí.

Dalším dominantním druhem v městském parku byl střevlík *Poecilus cupreus*, který je dle Veselého (2002) i Hůrky (2005) druhem nezastíněných, sušších stanovišť a podle Hůrky et al. (1996) jej rovněž řadíme do skupiny eurytopních druhů bez vyhraněných ekologických nároků. Jeho výskyt je tedy v lokalitě očekávaný.

Třetím nejpočetnějším druhem v městském parku byl střevlík *Nebria brevicolis*. Veselý (2002) charakterizuje tento druh jako hygrofilní, hojný. Hůrka (1996) tento druh uvádí jako hojný po celé ČR a SR hlavně v lesích, parcích a loukách od nížin do hor. Svou roli ve výskytu tohoto střevlíka má pravděpodobně řeka Vltava, která obtéká část parku. V pozorování Gaublomme et al. (2008) početnost druhu *Nebria brevicolis* s rostoucí mírou urbanizace klesala. Tento fakt nemohu posoudit, jelikož druh byl mimo park v centru města nalezen pouze v počtu čtyř jedinců na lokalitě brownfield.

Z čeledi drabčíkovitých dominoval v městském parku eurytopní druh *Drusilla canaliculata*. Jak uvádí Boháč a Matějček (2003) i Hůrka (2005) je tento druh hojný, xerofilní, často se vyskytující v blízkosti mravenců. Jeho výskyt v parku odpovídá charakteru biotopu. Ve větším počtu jedinců byl dále identifikován druh *Anotylus rugosus*, který je dle Boháče a Matějčka (2003) ubikvistním druhem.

### **5.3 Lokalita park u hřbitova**

V parku s polointenzivním managementem (park u hřbitova) bylo v roce 2014 odchyceno 6 druhů skupiny R2, stejný počet druhů R2 zde byl i v roce 2012. Zatímco v roce 2012 tvořilo 6 druhů 60 % zastoupení, v roce 2014 to bylo pouze 32 %, protože eurytopních druhů bylo o 9 více.



Park u hřbitova s polointenzivním managementem je faunisticky zajímavým stanovištěm, protože stejně jako v roce 2012 zde byl přítomen druh *Carabus intricatus intricatus*. V roce 2012 zde bylo odchyceno 27 jedinců druhu, 24 jedinců bylo na tomto stanovišti i roce 2014. Byla tedy potvrzena silná populace tohoto střevlíka, který je dle Hůrky (1996) v ČR ojedinělým druhem, který však může být hojný v lesích hájového typu, v parcích a vilových čtvrtích.

Dle Jahnové a Boháče (2014), kteří podali celkový souhrn studentských prací zabývajících se epigeickými brouky na území jižních Čech, byl tento druh identifikován pouze na jednom místě z 43 studovaných lokalit. Toto se shoduje s tvrzením Hůrky (1996), že se jedná o druh s ojedinělým výskytem. Turin, Penev a Kasale (2003) také poukazují na ubývání tohoto střevlíka v celé Evropě. Veselý (2002) uvádí, že byl tento střevlík dříve charakteristickým pro parky a zahrady v Praze, ale v současné době zde pravděpodobně v důsledku intenzivnější údržby znatelně ubývá. V případě této studie byl výskyt tohoto druhu v parku u hřbitova potvrzen a 4 jedinci byly odchyceny i na lokalitě brownfield.

Z rozboru druhového složení střevlíkovitých vyplývá, že studovaná plocha parku u hřbitova je sice antropogenně ovlivněná, ale vzhledem k její poloze ve městě se dá považovat za relativně zachovalou oblast, sloužící jako refugium lesních druhů *Carabus hortensis hortensis*, *Carabus scheidleri*, *Carabus violaceus violaceus*, *Carabus nemoralis*.

#### **5.4 Lokalita brownfield**

V mojí práci jsem nejvíce druhů odchytila na lokalitě brownfield, kde dochází k samovolné sukcesi. To je v souladu s prací (Fujita et al., 2008; Vergnes et al., 2013), kteří tvrdí, že polopřirozené biotopy mají v rámci města největší druhovou bohatost. Na ploše brownfieldu, kde je úplná absence jakéhokoliv managementu, bylo odchyceno 23 druhů střevlíkovitých. Jednalo se však o druhy eurytopní, stejně jako ve výsledcích Boháče a Černého (2012).

Tematikou brownfieldu v městském prostředí se dále zabývali např. Small et al. (2003) nebo Eyre et al. (2003). Svým sledováním terestrických brouků na plochách brownfields v Anglii (sledování probíhalo v letech 1991-2001 po celé Anglii) prokázali, že brownfields jsou důležitými stanovišti pro brouky a existují důkazy, že situace je podobná i u jiných skupin bezobratlých. Brownfields poskytují útočiště

podobných podmínek jako přírodní stanoviště a mohou pomoci udržet populace i některých vzácných druhů. Není tedy pochyb, že tyto oblasti mají význam z hlediska ochrany přírody.

### **5.5 Lokalita hospodářský les**

Lokalita hospodářský les byla charakteristická převážně druhy lesních specialistů, které byly odchyceny v obou sledovaných letech, např. *Abax parallelepipedus*, *Carabus auronitens auronitens*, *Carabus hortensis hortensis*, z drabčičků *Gabrius splendidulus*, *Othius punctulatus* a *Philonthus decorus*. V roce 2012 zde bylo odchyceno 10 druhů skupiny R2, které činily 77 % všech druhů, a v roce 2014 bylo odchyceno 11 druhů skupiny R2, které činily 55 % všech druhů. Nižší zastoupení eurytopních druhů indikuje menší antropogenní ovlivnění a tedy vhodnější biotop pro stenotopní druhy.

Střevlík *Abax parallelepipedus* je dle Hůrky (1996) a Veselého (2002) lesním druhem, který je tolerantní i k lesním okrajům v příměstských zónách. Vergnes et al. (2013) uvádí, že pokud je zjištěno, že stanoviště není vhodné pro tento druh, pravděpodobně nebude vhodné ani pro další druhy lesních specialistů. Druh je nelétavý a proto nemůže překonávat vysoké bariéry. V mém sledování byl tento druh střevlíka zjištěn pouze v hospodářském lese, a to v obou sledovaných letech. Na ostatních plochách nebyl odchycen žádný jedinec tohoto druhu. Proto můžu souhlasit s tvrzením Vergnese et al. (2013).

### **5.6 Hodnocení střevlíkovitých dle velikosti těla**

V městském parku byly odchyceny pouze dva druhy velkých střevlíků, s postupem gradientu přes okrajové části města k lesu byl na všech stanovištích stejný počet velkých druhů. Rovněž Niemela a Kotze (2009) uvádějí, že v městských centrech převažovaly malé druhy a větší druhy byly méně četné až vzácné.

### **5.7 Index antropogenního ovlivnění**

Na základě hodnot indexu antropogenního ovlivnění z obou sledovaných let (příloha 1) je patrný zvyšující se stupeň ovlivnění směrem od centra města přes okrajové části k lesu. V roce 2014 byly vypočteny nižší hodnoty indexu u biotopů park u hřbitova a les než v roce 2012. To bylo způsobeno vyšším počtem eurytopních druhů odchycených v roce 2014. Opakované sledování stanovišť vypovídá na základě změn

podílu skupin (E a R2) o změnách charakteru stanoviště. V případě této studie je lokalita městský park s intenzivním managementem beze změn, lokalita park u hřbitova s polointenzivním managementem i hospodářský les vykazují nižší hodnotu indexu, která vypovídá o vyšším stupni ovlivnění společenstev antropogenní činností. Lokalita brownfield byla sledována pouze v roce 2014 a hodnota indexu ukazuje, že ovlivnění společenstev člověkem je podobné jako v biotopu park u hřbitova.

### **5.8 Ordinační analýza**

Očekávala jsem, že DCA analýza k sobě přiřadí vzorky podle roku odchyty, tedy že vliv sezony bude mít na odchyty významný vliv. Podle některých autorů (Lövei, Sunderland, 1996; Porhajašová, et al., 2008; Koivula, 2011) je při delší době odchyty pozorovatelný trend ovlivnění abundancí počasím v dané sezoně odchyty a populačními cykly brouků. Možná se tento fakt neprojevil, protože mezi sběry byla časová mezera jednoho roku nebo by se trend projevil až při víceletých řadách.

Analýza k sobě přiřadila jednotlivé plochy, podle následné analýzy RDA ani příslušnost k lokalitě však brouky průkazně neovlivňovala, i když vliv byl významný. Zajímavé je přiřazení lokality brownfield k lokalitě park v centru města, přitom obě plochy jsou velice rozdílné. V parku probíhá intenzivní management s častým kosením a na lokalitě brownfield probíhá postupná sukcese, najdeme zde i křoviny a lokalita není nikým a ničím rušena. Jediná podobnost je v tom, že zde není takové zastínění. A do analýzy se mohl promítnout fakt, že na lokalitě brownfield probíhal sběr jen jednu sezonu.

Podíváme-li se na RDA analýzu, první osa od sebe oddělila lokality park u hřbitova a les od lokalit brownfield a park v centru. Vysvětlují si to faktem, že první dvě jmenované lokality se nachází v centru města a druhé na jeho okraji. Podle Niemela a Kotze (2009) lokality v centru města nejsou osidlovány některými druhy, protože sem nemají odkud proniknout. Zcela odlišným stanovištěm je podle grafu park v centru města. Jedná se o lokalitu s intenzivním managementem, která je pravidelně kosena. Brouci citliví na mikroklimatické podmínky zde nenacházejí vhodná stanoviště. Park u hřbitova není sečen tak intenzivně a to se hned projeví na druhovém složení. Lokalita brownfield je charakteristická pro ruderální druhy. *Pseudoophonus rufipes* se vyskytoval pouze zde. *Anchomenus dorsalis* dle Veselého (2002) druh hojný na

sušších stanovištích byl odchycen pouze v lokalitě brownfield, to souhlasí i s Hůrkou (2005), jenž uvádí, že místem výskytu jsou zarostlé stráně, stepi a remízky.

Druh *Leistus ferrugineus*, kterého jako jediného zástupce skupiny E RDA analýza přiřadila do levé části grafu, byl nalezen pouze v počtu dvou kusů. Podle Hůrky (1996) se jedná o druh v České republice hojný na celém území na polosuchých až vlhkých stanovištích, vyskytuje se v lesích i na polích. Je možné, že na jiné lokalitě nebyl odchycen, protože se jedná o velmi malý druh a metodika zemních pastí je problematická v tom, že právě tyto malé druhy jsou do pastí špatně odchytávány. Stačí, aby v průběhu odchytu došlo k mírnému posunu kelímku vlivem vyplavení, nebo činností krtka v okolí pasti a menší druhy už nepřekonají okraj pasti a nejsou zachyceny (Greenslade, 1964).

### 5.9 Stanovení indikátorových druhů

Indikátorové druhy byly navrženy na základě ordinační analýzy a diskuze. Jako indikátorové druhy intenzivního managementu a centra měst byly určeny *Pterostichus melanarius*, *Trechus quadristriatus* a *Poecilus versicolor* a *Bembidion lampros*. *Bembidion lampros* dle Gaublomme et al. (2008) pozitivně koreluje s mírou urbanizace, i já jsem tento druh odchytla v parku v centru města, kde je stupeň urbanizace nejvyšší.

Na ploše brownfield byl jako indikátorový druh označen drabčík *Zyras cognatus*, který je myrmekofág žijící na loukách, pastvinách, pod kusy dřeva, kameny apod. a patří do skupiny R2. Druhým byl určen *Tachyporus chrysomelinus*. Boháč a Matějček (2003) uvádějí, že tento druh je ubikvistní, žije na trsech trav, v mechu a detritu, dle Hůrky (2005) se jedná o druh velmi hojný, žijící mnohdy ve velkém množství v hrabance.

V parku u hřbitova s polointenzivním managementem byly indikátorovými druhy prostředí druhy rodu *Carabus* náležející ke skupině R2, *Carabus violaceus*, *Carabus intricatus*. Oba druhy jsou dle Veselého (2002) původně lesní, ale v místech výskytu přechází do okrajových částí městského prostředí, zahrad a starších ruderalů.

Indikátorovým druhem hospodářského lesa byl *Abax parallelepipedus*. Vergnes et al. (2013) uvádí, že pokud je zjištěno, že stanoviště není vhodné pro tento druh, pravděpodobně nebude vhodné ani pro další druhy lesních specialistů. Z drabčíkovitých je pro prostředí lesa charakteristický druh *Gabrius splendidulus*,

který žije pod vlhkou kůrou mrtvých stromů, v listí opadu i hnízdech mravenců rodu Formica (Boháč, Matějčík 2003). Oba druhy náleží ke skupině R2.

## 6. NÁVRH OPATŘENÍ NA OCHRANU BIODIVERZITY V ČESKÉM KRUMLOVĚ

Na základě zjištěných poznatků, literatury a diskuze jsem se pokusila navrhnout opatření na zvýšení biodiverzity v městském prostředí.

- Jedním z hlavních opatření je snížení četnosti kosení travnatých ploch. Na městských pozemcích je velmi málo lokalit, na nichž se plochy nesečou. Většina bylin v trávnicích tedy nedoroste do konečné fáze, aby vytvořila květ, případně semeno, které pak přirozeným způsobem dozraje. To znamená, že živočichové v takovém prostředí jen těžko přežívají, protože potřebují mít ke svému růstu a rozmnožování rostliny v různých vývojových fázích, aby mu poskytovaly potravu nebo úkryt, čehož brzy pokosené pozemky nejsou schopny.
- Vhodné je vytvoření mozaiky, kdy jsou některé plochy vyňaty z údržby (často na rok), tím poskytneme hlavně bezobratlým a některým druhům rostlin čas na to, aby se rozmnožily. Konkrétně v Českém Krumlově by bylo vhodné toto opatření zavést při údržbě travnatých ploch v městském parku.
- Zajištění kvetoucích záhonů je dalším způsobem, jak zvýšit biodiverzitu. Výhodné je využití trvalek z důvodu minimálních zásahů během vegetace. Tyto plochy plní funkci biologickou a zároveň estetickou.
- Péče o staré stromy omezuje jejich nebezpečnost a včasným odborným zásahem v podobě prořezání nebo odstranění nebezpečných větví je omezeno riziko vyvrácení. Pokud je to možné, je vhodné nechat odřezané části nebo padlé stromy, na místě, aby nedošlo k likvidaci organismů vázaných na mrtvé dřevo. Přežívání populací saproxylických druhů je totiž často vázáno na jeden starý strom, protože druhy nejsou schopny delších přeletů.
- Instalace budek pro ptáky, případně i netopýry pomáhá řešit problémy s hnízděním, které se nejvíce začaly projevovat v okamžiku zahájení rozsáhlých rekonstrukcí historických center měst a následném zateplováním panelových staveb.
- Preventivním opatřením je také monitoring a včasná detekace invazivních druhů, jako jsou bolševník velkolepý (*Heracleum mantegazzianum*), křídlatka (k. japonská, *Fallopia japonica*; k. sachalinská, *F. sachalinensis*; a k. česká, *F. bohemica*), pajasan žláznatý (*Ailanthus altissima*) a trnovník akát (*Robinia*

*pseudoacacia*). Tyto druhy patří mezi sto nejhorších invazních druhů dle evropské databáze invazních druhů DAISIE (Müllerová et al., 2014).

Nikdy nelze zajistit, aby management vyhovoval všem druhům na lokalitě. Důležitými kroky je zjistit, jaké druhy rostlin a živočichů se na daném stanovišti vyskytují, stanovit si cíl ochrany a pravidelně zjišťovat jak management ovlivňuje populace různých druhů organizmů. Provádění průzkumu před případnou rozsáhlou rekonstrukcí či údržbou městských parků a spolupráce samosprávy s odbornými pracovišti je důležitá pro zachování vysoké biologické hodnoty městských parků.

## 7. ZÁVĚR

V roce 2014 proběhl na katastrálním území Českého Krumlova odchyt epigeických brouků na lokalitách s gradientem prostředí od centra města směrem k jeho okraji s cílem navrhnutí hlavních indikátorových druhů ukazujících na měnící se heterogenitu městského prostředí, popsat gradient biodiverzity od městského k příměstskému prostředí a srovnat význam sledovaných ploch. Jedním z dalších cílů práce bylo navrhnout opatření pro ochranu biodiverzity v Českém Krumlově.

Celkem bylo odchyceno 411 jedinců čeledi *Carabidae* patřících do 26 druhů a 343 jedinců čeledi *Staphylinidae* náležících k 17 druhům. Nejvyšší biodiverzita byla zjištěna v lokalitě brownfield, kde bylo celkem odchyceno 43 druhů.

Byla provedena ordinační analýza, která neprokázala statisticky průkazný vliv lokalit na výskyt epigeických brouků, ale oddělila lokality městský park a brownfield od parku u hřbitova a lesa, což potvrdilo, že vliv antropogenního ovlivnění je patrný od centra města směrem k jeho okraji.

Jako indikátorové druhy byly pro oblast centra města a intenzivního managementu navrženy druhy *Pterostichus melanarius*, *Trechus quadristriatus*, *Poecilus versicolor* a *Bembidion lampros*. Pro lokalitu brownfield byli typičtí drabčící, konkrétně druhy *Zyras cognatus* a *Tachyporus chrysomelinus*. Jako indikátory polointenzivního managementu a okraje města byly navrženy druhy *Carabus violaceus*, *Carabus intricatus*. Typickými lesními druhy, které indikují nízkou intenzitu managementu a rurální část města, jsou *Abax parallelepipedus* a *Gabrius splendidulus*.

Na závěr byla dle prostudované literatury a výsledků práce navrhnutá celá řada opatření, která mohou vést ke zvýšení diverzity v Českém Krumlově s konstatováním, že nikdy nelze zajistit, aby management vyhovoval všem druhům na lokalitě.



## 8. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ABSOLON, K., BENDA, P., CHRUDINA, Z., KLAUDISOVÁ, A., MARTIŠKO, J., PAŘIL, P., ŘIČÁNEK, M. (1994): Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. Praha, Český ústav ochrany přírody, 70 s.
- BENEDICT, M., A., McMAHON, E., T. (2001): Green Infrastructure: Smart Conservation for the 21st Century. Dostupné online: <<http://www.sactree.org/assets/files/greenprint/toolkit/b/greenInfrastructure.pdf>>
- BENNET, A., GRATTON, C. (2012): Local landscape scale variables impact parasitoid assemblages accros an urbanization gradient. *Landscape und Urban Planning*, 104: 26-33.
- BOCÁK, L. (1997): Changes in the epigeic fauna of beetles (Coleoptera) in the area affected by flood control measures. *Acta Mus. Moraviae, Sci. biol.*, 82: 199–206.
- BOHÁČ, J. (1988): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) k bioindikaci kvality životního prostředí. *Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV*, 24: 33-41.
- BOHÁČ, J. (1990): Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) pro indikaci kvality životního prostředí. *Entomol. Probl. (Bratislava)*, 20: 251-258.
- BOHÁČ, J. (1999): Organismy jako bioindikátory měnícího se prostředí, *Životne prostredie*, 3: 126-129.
- BOHÁČ, J., FUCHS, R. (1991): The structure of animal communities as bioindicators of landscape deterioration. In: Jeffrey D. & Madden B. (eds.): *Bioindicators and environmental management*, Academic Press, San Diego etc., 165-178.
- BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J. (2003): Katalog brouků Prahy. Drabčíkovití - Staphylinidae. Sv. IV.; Clarion Production, Praha, 256 s.
- BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., ROUS, R. (2007): Check-list of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. *Časopis Slezského zemského muzea*, 56: 227–276.

- BOHÁČ, J., ČERNÝ, J. (2012): Rural settlements as biocentres for carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in agricultural landscape. *Journal of Central European Agriculture*, 13: 311-321.
- BUGLIFE, (2012): Scottish invertebrate habitat management: brownfields. Buglife – The Invertebrate Conservation Trust. 7. Dostupné online < <https://www.buglife.org.uk/sites/default/files/Brownfields.pdf> >
- CLARINET, Contaminated land rehabilitation network for environmental technologies, (2002): *Brownfields and Redevelopment of Urban Areas*. Vídeň: Federal Environmental Agency Ltd: Umweltbundesamt GmbH. 137 s.
- CLERGEAU, P., SAVARD, J. P. L., MENNECHEZ, G., FALARDEAU, G. (1998): Bird abundance and diversity along an urban-rural gradient: a comparative study between two cities on different continents. *Condor*, 413-425.
- EYRE, M. D., LUFF, M. L., WOODWARD, J. C. (2003): Beetles (Coleoptera) on brownfield sites in England: An important conservation resource? *Journal of Insect Conservation*, 7: 223-231.
- FARKAČ, J. (1994): Využití střevlíkovitých k bioindikaci, *Vesmír* 73, 581 s.
- FUCHS, R., ŠKOPEK, J., FORMÁNEK, J., EXNEROVÁ, A. (2002): *Atlas hnízdního rozšíření ptáků Prahy*, ČSO, Praha, 320 s.
- FUJITA, A., MAETO, K., KAGAWA, Y., ITO, N. (2008): Effect of forest fragmentation on species richness and composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae and Brachinidae) in urban landscapes. *Entomological Science*, 11: 38-49.
- GAUBLOMME, E., HEINDRICK, F., DHUYVETTER, H., DESENDER, K. (2008): The effect of forest patch size and matrix type on changes carabid assemblages in urbanized landscape: *Biological Conservation*, 141: 2585-2596.
- GREENSLADE, P., J., M. (1964): Pitfall trapping as a method for studying populations of carabidae (Coleoptera). *Journal of animal ecology*, 33: 301-310.
- HANÁK, V., NECKÁŘOVÁ, J., BENDA, P., HANZAL, V., ANDĚRA, M., HORÁČEK, I., JAHELKOVÁ, H., ZIEGLEROVÁ, A., ZIEGLEROVÁ D. (2009): netopýrů Prahy: přehled nálezů a poznámky k urbánním populacím netopýrů, *Natura Pragensis*, Praha, 19: 3–89.

- HANOUSKOVÁ, I., BOHÁČ, J., BARTOŠ, M., KUŠOVÁ, D., TĚŠITEL, J., PYKAL, J., HRUŠKOVÁ, V., MÍKA, S. (2005): Green Structures of České Budějovice, Czech Republic. In: Werguin, A. C. et al. (eds): Green Structure and Urban Planning. Luxembourg : Office for Official Publications of the European Communities, 122 – 131.
- HERCIK, J., ŠERÝ, O., TOUŠEK, V. (2011): Post-military areas in the Czech Republic and their revitalization –examples of the towns of Hodonín and Uherské Hradiště. *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis Facultas Rerum Naturalium, Geographica*, 42 (2): 107-119.
- HOLLAND, J. M. (2002): *The Agroecology of Carabid Beetles*. Andover: Intercept, 356 s.
- HORÁK, J. (2008): Proč je mrtvé dřevo tak důležité? Obyvatelé shnilého kmene. *Vesmír* 87: 460 – 464.
- HUDEC, K., ŠŤASTNÝ, K. (2005): *Fauna ČR Ptáci 2/II. sv. 29/2.*, Academia, Praha, 577–1204.
- HŮRKA, K. (1996): *Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky*. Kabourek, Zlín. 565 s.
- HŮRKA, K., VESELÝ, P., FARKAČ, J. (1996): Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. *Klapalekiana*, 32: 15–26.
- HŮRKA, K. (2005): *Brouci České a Slovenské republiky*. Kabourek, Zlín, 390 s.
- JACKSON, J.,B. (2004): *Brownfields snadno a rychle – Příručka zejména pro pracovníky a zastupitele obcí*. IURS, Praha. 39 s.
- JAHNOVÁ, Z., BOHÁČ, J. (2014): Studentské práce jako zajímavý a podceňovaný zdroj znalostí o střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae). *Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, Přírodní vědy*, 54: 165–177.
- JUŘIČKOVÁ, L. (1998a): *Měkkýši Hradce Králové (Mollusca of Hradec Králové, East Bohemia, Czech Republic)*. *Acta Musei Reginaehradecensis*, 26. Hradec Králové: Muzeum východních Čech, 101-172.
- JUŘIČKOVÁ, L. (1998b): *Měkkýši Plzně (Mollusca of Plzeň, West Bohemia, Czech Republic)*. In *Sborník Západočeského muzea v Plzni; Příroda*, 96. Plzeň : ZMP, 1-47.

- JUŘIČKOVÁ L., HORSÁK M., BERAN L. (2001): Check-list of the molluscs (Mollusca) of the Czech Republic. - *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 65: 25-40.
- KATTWINKEL, M., BIEDERMANN, R., KLEYER, M. (2011): Temporary conservation for urban biology. *Biological Conservation*. 144: 2335 – 2343.
- KOIVULA, M. (2011): Useful model organisms, indicators, or both? Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) reflecting environmental conditions. *ZooKeys*, 100: 287–317.
- KOLÁŘ, F., MATĚJŮ, M., LUČANOVÁ, M., CHLUMSKÁ, Z., ČERNÁ, K., PRACH, J., BALÁŽ, V., FALTEISEK L. (2012): Ochrana přírody z pohledu biologa, Proč a jak chránit přírodu, Praha, 213 s.
- KONVIČKA, M., KADLEC, T. (2011): How to increase the value of urban areas for butterfly conservation? A lesson form Prague nature reserves and parks. *Eur. J. Entomol.* 108: 219-229.
- KOTZE, D. J., LEHVAVIRTA, S., KOIVULA, M., OHARA, R. B., SPENCE, J. R. (2012): Effects of habitat edges and trampling on the distribution of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in urban forests. *Journal of Insect Conservation*, 16: 883-897.
- KROMP, B. (1999): Carabids beetles in sustainable agriculture a review on pest control efficacy cultivation impacts and enhancement. *Agriculture. Ecosystems & Environment* 74: 187 – 228.
- KUBÁTOVÁ, M. (2013): Význam městské a příměstské zeleně z hlediska biodiverzity (případová studie z Č. Krumlova), Bakalářská práce, Akademická knihovna Jihočeské univerzity, České Budějovice, 58 s.
- KULT, K. (1947): Klíč k určování brouků čeledi Carabidae Československé republiky: Čs. sinpol. entomol., Praha. *Entomologické příručky* 20: 199 s.
- KUNC, J., MARTINÁT, S., TONEV, P., FRANTÁL, B. (2014): Destiny of urban brownfields: Spatial patterns and perceived consequences of post-socialistic deindustrialization. *Transylvanian Review of Administrative Science*, 41E: 109-128.
- LAŠTŮVKA, Z., KREJČOVÁ, P. (2000): *Ekologie*. Konvoj, Brno, 184 s.

- LEPŠ, J., ŠMILAUER, P. (2000): Mnohorozměrná analýza ekologických dat. České Budějovice: Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 102 s.
- LÖVEI, G. L., SUNDERLAND, K. D. (1996): Ecology and behaviour of ground beetles (Coleoptera: ground beetle). *Annual Review of Entomology*, 41: 217–225.
- MACADAM, C. R., BAIRNER, S. Z. (2012): Urban biodiversity successes and challenges. Brownfields oases of urban biodiversity. *The Glasgow Naturalist*, 25: 1- 4.
- MAGURA, T., TÓTHMÉRÉSZ, B., LÖVEI, G. L. (2006): Body size inequality of carabids along an urbanisation gradient. *Basic and Applied Ecology* 7: 472–482.
- MAGURA, T., NAGY, D., TOTHMERESZ, B. (2013): Rove beetles respond heterogeneously to urbanization. *Journal Insect Conserv*, 17: 715–724.
- MÜLLEROVÁ, J., BRŮNA, J., PERGL, J., DVOŘÁK, P., KUČERA, L., PYŠEK, P., (2014): Detekce a monitoring invazních druhů za pomoci metod DPZ, Konference GIS Esri v ČR. Dostupné online <[http://www.gisat.cz/images/upload/2689b\\_mullerova-sbornik-konference-gis-esri-2014.pdf](http://www.gisat.cz/images/upload/2689b_mullerova-sbornik-konference-gis-esri-2014.pdf)>
- NIEMELA, J., KOTZE, D. J., VENN, S., PENEV, L., STOYANOV, I., SPENCE, J., et al. (2002): Carabid beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) across urban–rural gradients: an international comparison, *Landscape Ecology* 17: 387–401.
- NIEMELA, J., KOTZE, D. J. (2009): Carabid beetle assemblages along urban to rural gradients: A review. *Landscape and urban planning*, 92: 65-71.
- NOREIKA, N., KOTZE, D. J. (2012): Forests edge contrasts have a predictable effect on the spatial distribution of carabid beetles in urban forests. *Journal of Insect Conservation*, 16: 867-881.
- NENADÁL, S. (1998): Využití indexu komunity střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) pro posouzení antropogenních vlivů na kvalitu přírodního prostředí. *Vlastivědný Sborník Vysočiny, Oddíl věd přírodních*, 13: 293-312.

- NOVÁK, B. (1965): Dynamika populací brouků ze skupiny Silphini (Coleoptera) Acta Universitatis Palackianae Olomucensis. 22: 129-143.
- NOVÁK, B. (1989): Seznam lokalit a jejich kódů pro síťové mapování entomofauny Československa, Zprávy Československé společnosti entomologické ČSAV, Praha, 25: 3-84.
- ODUM, E., P. (1977): Základy ekologie. Praha, Academia, 733 s.
- OPATOVÁ, Y. (2008): Brownfields, greenfields – město úloha zeleně při obnově devastovaných území města, VUT Brno, 30 s.
- PAKANDL, M. (2012): Hnízdění havrana polního (*Corvus frugilegus*) v Českých Budějovicích, Sbor. Jihočes. muz. v Č. Budějovicích. Přír. vědy 52: 30 – 39.
- PORHAJAŠOVÁ, J., PETERKOVÁ, V., URMINSKÁ, J., PETŘVALSKÝ, V., ONDRIŠÍK, P., ŠUSTEK, Z. (2008). Long-termed changes in Carabid (Coleoptera: Carabidae) assemblages in a field treated by organic fertilizers. Biologia, 63: 1184–1195.
- PULPÁN, J. (1968): Stanovení areálů a subareálů Československa vzhledem k faunistice brouků čeledi Carabidae, Coleoptera. Acta Mus. Reginaehradec. 9: 95 - 146.
- PULPÁN, J., REŠKA, M., (1971): Vertikální a územní rozšíření brouků čeledi Carabidae, Coleoptera v Československu. Acta Mus. Reginaehradec. 12: 85 - 140.
- SEJÁK, J. (2002): Principy a metody oceňování životního prostředí. Životní prostředí. 36: 10-13.
- RAINIO, J., NIEMELA, J. (2003): Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. Biodiversity and Conservation 12: 487–506.
- SCHADEK, U., STRAUSS B., BIEDERMANN, R., KLEYER M. (2009): Plant species richness, vegetation structure and soil resources of urban brownfield sites linked to sussessional age. Urban Ecosystems. 12: 115 – 126.
- VANČOVÁ, K. (2003): Zpěvní aktivita a hnízdění kosa černého (*Turdus merula*) v Českých Budějovicích. Magisterská diplomová práce BF JU, České Budějovice, 38 s.

- VIKTORA, L., NOVÁ, P., BARTONIČKA, T. (2008): Ochrana rovářů a netopýřů při rekonstrukcích budov. Česká společnost ornitologická ve spolupráci s Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky a Českou společností pro ochranu netopýřů, Praha, 22 s.
- SAARIKIVI, J., IDSTRÖM, L., VENN, S., NIEMELA, J., KOTZE, D.J. (2010) Carabid beetle assemblages associated with urban golf courses in the greater Helsinki area. *European Journal of Entomology* 107: 553–561.
- SMALL, E. C., SADLER, J., P., TELFER, M., G. (2003): Carabid beetle assemblages on urban derelict sites in Birmingham, UK. *Journal of Insect Conservation*. 6: 233 - 246.
- SMITH, R. M., WARREN, P. H., THOMPSON, K., GASTON, K. J. (2006): Urban domestic gardens: environmental correlates of invertebrate species richness. *Biodiversity and Conservation*, 15: 2415-2438.
- ŠÁLEK, M., SÍČOVÁ P., SEDLÁČEK F. (2005): Kuna skalní v městském prostředí: početnost a rozšíření. *Lynx Praha*. 36: 111-116.
- ŠVECOVÁ, M., SMRŽ J., PETR J. (2007): Biodiverzita a udržitelný rozvoj. Klub ekologické výchovy, Praha, 70 s.
- ŠVEJDAROVÁ, H., CUDLÍNOVÁ, E. (2013): Ekonomická hodnota kulturní krajiny, neprodukční služby území a netržní metody oceňování, Jaké funkce krajiny se nejčastěji hodnotí a které metody se k tomu používají, *AOP* 21(5): 64-81.
- TER BRAAK, C. J. F., ŠMILAUER, P. (1998): *CANOCO reference manual and user's guide to CANOCO for Windows: Software for Canonical Community Ordination*. Ithaca, Microcomputer Power, 352 s.
- TROPEK, R., ŘEHOUNEK, J. (2011): Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Calla, České Budějovice, 151 s.
- TURIN, H., PENEV, L., CASALE, A. (2003): *The genus Carabus in Europe. A synthesis*, Pensoft Publishers, Sofia, 536 s.
- VERGNES, A., LE VIOL, I., CLERGEAU, P. (2012): Green corridors in urban landscape affect the arthropod communities of domestic gardens. *Biological conservation*, 145: 171-178.

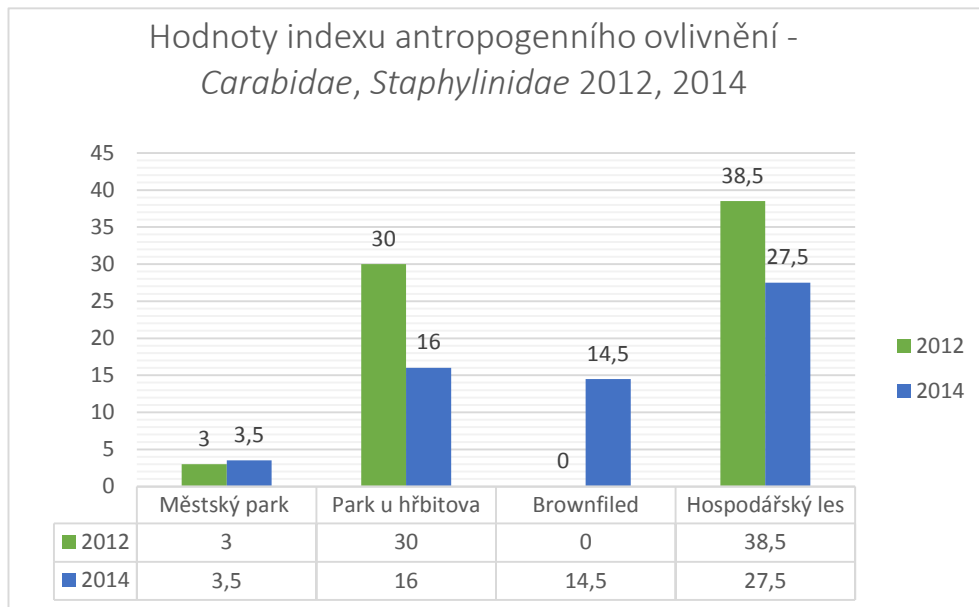
VERGNES, A., CHANTEPIE, S., ROBERT, A., CLERGEAU, P. (2013): Are urban green spaces suitable for woodland carabids? First insight from a short-term experiment. *Journal of Insect Conservation*, 17: 671-679.

WESTPHAL, L. M., LEVENGOOD, J. M., WALI, A., SOUČEK, D., STOTZ, D. F. (2005): Brownfield redevelopment: A hidden opportunity for conservation biology. *Policies for Managing Urban Growth and Landscape Change: A Key to Conservation in the 21st Century*: 21 – 26.

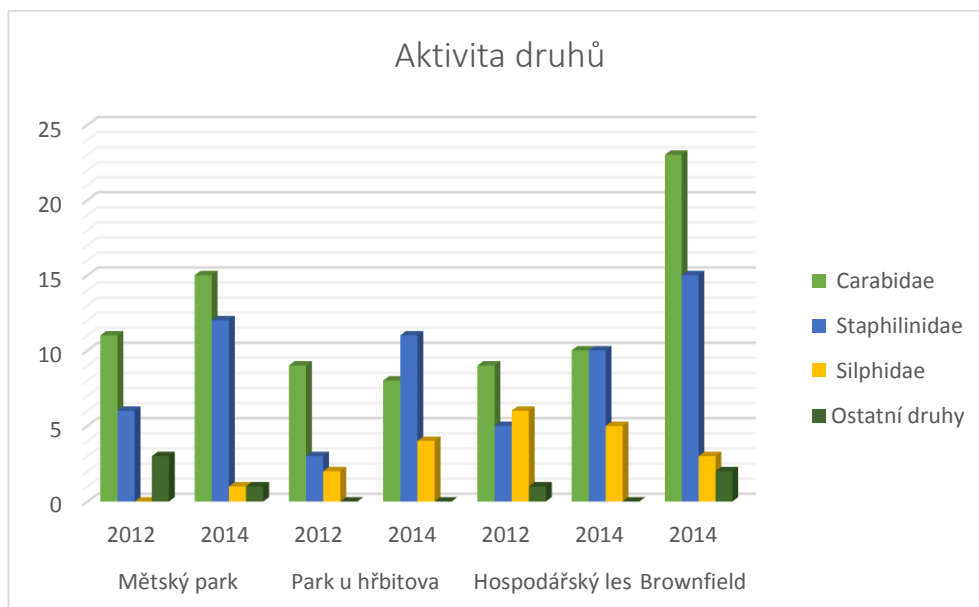


## PŘÍLOHOVÁ ČÁST

*Příloha 1: Hodnoty indexu antropogenního ovlivnění na jednotlivých plochách v letech 2012, 2014. Výsledky z roku 2012 pochází z práce Kubátová (2013).*



*Příloha 2: Aktivita druhů na jednotlivých lokalitách v letech 2012, 2014. Výsledky z roku 2012 pochází z práce Kubátová (2013).*



Příloha 3: Přehled všech druhů čeledi Carabidae a Staphylinidae v letech 2012, 2014, jejich aktivita v jednotlivých lokalitách a zařazení do skupin dle citlivosti k antropogenním vlivům (ES - ekologická skupina, M – lokalita městský park, H – lokalita park u hřbitova, B – lokalita brownfield, L – lokalita hospodářský les). Výsledky z roku 2012 pochází z práce Kubátová (2013).

Střevlíkovití	ES	M		H		B		L	
		2012	2014	2012	2014	2014	2012	2014	
<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller et Mitterpacher, 1783)	R2	-	-	-	-	-	6	11	
<i>Agonum muelleri</i> (Herbst, 1784)	E	-	3	-	-	1	-	-	
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	E	-	6	-	-	3	-	-	
<i>Anchomenus dorsalis</i> (Pontoppidan, 1763)	E	-	-	-	-	12	-	-	
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787)	E	2	1	-	-	6	-	-	
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784)	E	3	8	-	1	7	-	3	
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777)	E	2	4	-	-	3	-	-	
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	E	1	1	-	-	5	-	-	
<i>Carabus auronitens auronitens</i> Fabricius, 1792	R2	-	-	4	2	-	26	11	
<i>Carabus coriaceus coriaceus</i> Linnaeus, 1758	R2	-	-	1	-	-	-	-	
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758	E	1	3	-	-	7	-	-	
<i>Carabus hortensis hortensis</i> Linnaeus, 1758	R2	-	-	18	2	12	26	4	
<i>Carabus intricatus intricatus</i> Linnaeus, 1761	R2	-	-	27	24	5	-	-	
<i>Carabus nemoralis nemoralis</i> O. F. Müller, 1764	R2	-	2	-	1	7	-	3	
<i>Carabus scheidleri</i> Panzer, 1799	R2	-	-	12	5	3	5	1	
<i>Carabus violaceus violaceus</i> Linnaeus, 1758	R2	-	-	16	8	7	31	13	
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781)	E	1	7	-	-	1	-	-	
<i>Harpalus latus</i> (Linnaeus, 1758)	R2	-	-	-	-	3	-	-	
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	E	-	-	1	-	-	1	-	
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	E	-	1	-	-	5	-	-	

Střevlíkovití	ES	M		H		B		L	
		2012	2014	2012	2014	2014	2012	2014	
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792)	R2	18	23	-	-	4	-	-	
<i>Notiophilus biguttatus</i> (Fabricius, 1779)	R2	-	-	-	-	-	-	1	
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758)	E	7	32	-	-	15	-	-	
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824)	E	4	4	-	-	7	-	-	
<i>Pseudoophonus rufipes</i> (De Geer, 1774)	E	-	-	-	-	5	-	-	
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798)	E	41	55	2	4	27	5	8	
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	R2	-	-	-	-	2	7	6	
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schrank, 1781)	E	2	4	-	-	2	-	-	

Drabčíkovití	ES	M		H		B		L	
		2012	2014	2012	2014	2014	2012	2014	
<i>Aleochara curtula</i> (Goeze, 1777)	E	-	3	-	-	3	-	-	
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775)	E	2	18	-	4	32	-	1	
<i>Atheta crassicornis</i> (Fabricius, 1792)	E	-	4	4	1	-	-	-	
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806)	E	3	9	2	3	7	4	2	
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787)	E	15	32	-	3	15	-	-	
<i>Gabrius splendidulus</i> (Gravenhorst, 1802)	R2	-	-	-	-	-	1	5	
<i>Omalius caesum</i> Gravenhorst, 1806	E	3	12	-	7	21	-	5	
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777)	R2	-	-	-	-	1	2	7	
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832	E	-	2	-	5	9	-	1	
<i>Philonthus decorus</i> (Gravenhorst, 1802)	R2	-	-	-	-	2	9	4	
<i>Quedius xanthopus</i> Erichson, 1839	R2	-	-	-	-	-	2	-	
<i>Staphylinus dimidiaticornis</i> Gemminger, 1851	E	-	2	-	3	5	-	1	
<i>Tachinus laticollis</i> Gravenhorst, 1802	E	-	-	-	-	3	-	-	

<i>Tachinus signatus</i> (Gravenhorst, 1802)	E	-	2	-	5	7	-	-
<i>Tachyporus hypnorum</i> (Fabricius, 1775)	E	-	1	-	3	12	-	-
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758)	E	8	7	-	5	22	-	4
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794)	E	3	3	-	6	9	-	3
<i>Zyras cognatus</i> (Märkel, 1842)	R2	-	-	-	-	22	-	-

---