

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**VÝZNAM MĚSTSKÉ A PŘÍMĚSTSKÉ
ZELENĚ Z HLEDISKA BIODIVERZITY
(PŘÍPADOVÁ STUDIE Z Č. KRUMLOVA)**

Vedoucí bakalářské práce
Doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Autor
Marcela Kubátová

2013

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: Marcela KUBÁTOVÁ
Osobní číslo: Z10366
Studijní program: B4131 Zemědělství
Studijní obor: Trvale udržitelné systémy hospodaření v krajině
Název tématu: Význam městské a příměstské zeleně z hlediska biodiverzity
(případová studie z Č. Krumlova)
Zadávající 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 významu zeleně v městském prostředí.
2. Biodiverzita v městském prostředí (hlavní skupiny organismů žijících v městském prostředí).
3. Odběr vzorků bezobratlých na pokusných plochách v Č. Krumlově.
4. Vytypování hlavních indikátorových druhů ukazujících na měnící se heterogenitu městského prostředí.
5. Popis gradientu biodiverzity od městského k venkovskému prostředí (okraj města).
6. Srovnání významu zelených ploch z hlediska přežívání vybraných druhů bezobratlých.
7. Návrh opatření pro ochranu biodiverzity v Českém Krumlově.

Rozsah grafických prací: tabulky a grafy, fotografická příloha

Rozsah pracovní zprávy: 50 stran včetně příloh

Forma zpracování bakalářské práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

- 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., 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), 24:89-105.
- Hanouskova I., Bohac J., Bartos M., Kusova D., Tesitel J., Pykal J., Hruskova V., Mika S., 2005: Green structures of České 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., 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.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 bakalářské práce: doc. RNDr. Jaroslav Boháč, DrSc.

Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání bakalářské práce: 29. února 2012

Termín odevzdání bakalářské práce: 15. dubna 2013



Ing. Karel Suchý, Ph.D.

proděkan pověřený vedením ZF

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



prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 29. února 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou 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 bakalářské 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.

V Českých Budějovicích dne 2. dubna 2013

Marcela Kubátová

Ráda bych poděkovala panu doc. RNDr. Jaroslavu Boháčovi, DrSc.,
vedoucímu bakalářské práce, za vstřícný přístup ke mně a k mé práci a za cenné rady
a připomínky.

Abstrakt

Byla studována biodiverzita epigeických brouků v městském a příměstském prostředí. Jako modelové území byl vybrán Český Krumlov (památko UNESCO). Ke studiu bylo využito metody zemních pastí. Sběr probíhal v období duben až září 2012 na třech biotopech, městský park v centru města u Vltavy, park u hřbitova v okrajové části města a hospodářský les. Materiál byl podroben identifikaci a byly stanoveny parametry, jako druhová diverzita, abundance a podíl reliktních druhů v celkovém druhovém spektru. Studie dokázala, že počet druhů v centru města je srovnatelný s lesním biotopem. Lišily se však ekologické nároky zjištěných druhů. V městském parku převažovaly druhy ubikvistní. Počet stenotopních druhů měl vzestupný charakter podél gradientu od centra města přes okrajovou část až po lesní biotop. V okrajové části města byl zaznamenán chráněný druh *Carabus scheidleri* (Panzer, 1799). Významný je nález silné populace *Carabus intricatus* (Linnaeus, 1758) na hřbitově ve městě. Součástí práce je návrh opatření pro zlepšení biodiverzity v Českém Krumlově. Vhodný a méně intenzivní management při údržbě veřejné zeleně je vhodný pro podporu biodiverzity epigeických brouků. Dalším opatřením na zvýšení biodiverzity epigeických brouků v městském parku by mohlo být zřízení jakési „malé přírodní rezervace“ s upozorněním navštěvníkům na vzácné a ohrožené druhy.

Klíčová slova: městská zeleň jako stanoviště pro bezobratlé v městě Českého dědictví UNESCO (Český Krumlov), společenstva epigeických brouků, vliv managementu, praktická doporučení pro městský management

Abstract

Communities of epigeic beetles in the urban and suburban habitats were studied in Český Krumlov (UNESCO world heritage site) in southern Bohemia. Material was collected using pitfall traps in period April-September 2012. Three habitats were studied : central urban park by Vltava river, urban cemetery on the border of town and artificial spruce forest near the town. The species richness, activity and frequency eurytopic and stenotopic species were determined. The number of species was same approximately on all studied habitats. The frequency of stenotopic species increased from the centre of town to its margin and suburban landscape. In the suburban part of the town was recorded protected by law species *Carabus scheidleri* (Panzer, 1799). Vulnerable carabid species *Carabus intricatus* (Linnaeus, 1758) declining in the Europe recently was found in a strong population in the cemetery. The low intensive management is a perspective way for the protection of epigeic beetles in the centre of town. The origin of the small protected areas in the centre of the town with a information of foreign visitors on the biodiversity is the perspective way for the municipality.

Key words: urban green areas as a biotope for invertebrates in UNESCO Heritage Site (Český Krumlov), communities of epigeic beetles, effect of management on communities, recommendations for urban management

OBSAH

1. Úvod.....	9
2. Literární přehled.....	10
2.1 Zeleň.....	10
2.1.1 Zeleň a člověk, historie.....	10
2.1.2 Rozdělení zeleně.....	11
2.1.3 Význam zeleně.....	13
2.1.4 Funkce zeleně.....	14
2.1.5 Negativní funkce.....	17
2.2 Biodiverzita.....	17
2.2.1 Ochrana biodiverzity.....	19
2.2.2 Ochrana biodiverzity v rámci EU.....	20
2.2.3 Hodnocení ochrany biodiverzity v ČR.....	20
2.3 Město jako ekosystém.....	21
3. Charakteristika brouků.....	23
3.1 Brouci (Coleoptera).....	23
3.1.1 Střevlíkovití (Carabidae).....	24
3.1.2 Drabčíkovití (Staphylinidae).....	24
3.1.3 Střevlíkovití a drabčíkovití jako indikátory změn v prostředí.....	25
3.1.4 Ochrana bezobratlých.....	27
4. Metodika.....	29
4.1 Charakteristika území.....	29
4.2 Popis jednotlivých míst odchytu.....	30
4.3 Odběr vzorků bezobratlých na pokusných plochách v Českém Krumlově.....	32
5. Výsledky.....	35
5.1 Druhové spektrum epigeických brouků na sledovaných biotopech.....	35
5.2 Počet (aktivita) jedinců epigeických brouků.....	41
5.3 Frekvence epigeických brouků dle jejich ekologických nároků na jednotlivých stanovištích.....	43

5.3.1 Index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků na sledovaných stanovištích.....	44
5.4 Popis gradientu biodiverzity od centra města přes jeho okrajové části a mimo město.....	45
5.5 Popis dominantních druhů brouků na sledovaných stanovištích.....	46
6. Diskuze.....	48
7. Návrh opatření pro ochranu biodiverzity v Českém Krumlově.....	51
8. Závěr.....	53
9. Použitá literatura.....	54
10. Přílohová část.....	59

1. ÚVOD

Tato bakalářská práce se zabývá významem městské a příměstské zeleně z hlediska biodiverzity. Zpracování literární rešerše bylo zaměřeno na přiblížení a vysvětlení všeobecných pojmů jako je zeleň, její funkce a význam v městském prostředí. Zeleň ve městech je všeobecně chápána jako místo odpočinku. Současný život přináší velké množství stresových situací. Potřeba odpočinku a relaxace tedy stoupá stále více. Zelené plochy jsou nyní automatickou součástí při budování obytných i průmyslových zón a investoři s nimi počítají. Zelené lokality jsou prosazovány do územních plánů měst a obcí. Důvodem je však v naprosté většině využití zeleně jako odpočinkového místa pro obyvatele. Málokoho napadne, že zeleň ve městech plní také funkci biokoridoru a útočiště některých organismů. Ti zde přežívají, protože nemají v městském prostředí přirozeného nepřítele. Další část rešerše je věnována biodiverzitě a městskému prostředí jako ekosystému.

Cílem práce bylo popsat měnící se heterogenitu městského prostředí z hlediska biodiverzity bezobratlých. Jsou předloženy výsledky sběru epigeických brouků. Sběr probíhal pomocí metody zemních pastí na předem určených biotopech v Českém Krumlově (městský park, park v okrajové části města, hospodářský les) v období duben až září 2012. Předběžným hypotetickým porovnáním tří biotopů se jeví jako nejpravděpodobnější místo s největším výskytem jedinců i druhů hospodářský les, který je nejméně rušen činností i přítomností člověka. Všechny výsledky jsou zpracovány do tabulek a grafů pro lepší přehlednost a vyhodnocení.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

Literární přehled se skládá z několika částí. V první části jsou podrobněji popsány funkce zeleně v městském prostředí, její význam a základní rozdělení. Další části jsou věnovány biodiverzitě a její ochraně. Je také přiblíženo městské prostředí jako ekosystém.

2.1 Zeleň

Zelená barva je symbolem přírody. Zeleň je život. Zeleň jsou lesy a louky. Zeleň je také součástí měst. Jedná se o důležitý architektonický a krajinný prvek s velmi významnými ekologickými funkcemi. Situace z minulých desetiletí, kdy zelené plochy ve městech téměř nekontrolovaně ustupovaly novým budovám a průmyslovým parkům, je pryč. V současné době je zeleň začleňována do územních plánů. V každém městě je sice situace jiná, přesto se dá říci, že úroveň je stoupající.

2.1.1 Zeleň a člověk - historie

Po většinu své existence žil člověk v přírodním prostředí, které ovlivňuje jeho chování. Ve středověku byla zeleň výhradně součástí soukromých pozemků a plnila užitkovou funkci. První zmínky o cíleném vysazování dřevin, ne za účelem hospodářským, v naší zemi spadají do poloviny 16. století (výsadba dubového a borového háje u Unhoště). V 17. století vznikají různé církevní stavby obklopané skupinami stromů, hlavně lip. Jsou zakládána stromořadí a aleje. V první polovině 19. století k nám byl z Anglie zaveden nový krajinářský sloh, ve kterém se uplatňovaly především mohutné staré stromy, zemědělské pozemky byly osazovány alejemi a remízky. Snahy o rozvoj lázeňství daly podnět ke zkrášlení okolí lázeňských měst parkovou úpravou přilehlých lesů. Další kapitolou je zakládání parků, které ve městech vznikaly nejčastěji ze starých zahrad hlavně v 18. století. Často byly okrasné, spravované úřady a zamýšlené jako elegantní promenády pro buržoazii a také jako místa pro výuku vybraného chování pro lépe oblečené příslušníky nižších tříd.

V 19. století v době průmyslové revoluce začíná zeleň ve městech ustupovat na úkor rozvoje průmyslu. Vznikají pouze městské parky, které mají poskytovat lidem úlevu a únik od stresu velkoměsta. Typickým představitelem takového parku je newyorský Central Park z druhé pol. 19. století. Tento park neměl nahrazovat přírodu skutečnou, nýbrž měl být obrazem přírody ideální, jakýmsi malým rájem na zemi (Bell et al., 2001). Výzkumy věnované městské zeleni z druhé poloviny 20. století poukazyvaly na výrazně pozitivní vliv zeleně na mysl a mentální zdraví člověka a obliba parků vzrostla.

Novou podobu městské zeleně a návrat k divočině s sebou nesou holandské parky 60. let 20. století. Tyto divoké městské zahrady zaváděly původní druhy rostlin a živočichů do center měst a umožňovaly vegetaci přirozenou sukcesi. Parky byly velice přírodní, místo sítě chodníků byli občané spíše nabádáni k vlastnímu zkoumání a hledání lesních stezek. Také se vyznačovaly minimálním počtem uměle vyrobených prvků (Spirn 1984).

2.1.2 Rozdělení zeleně

Pod pojem zeleň zahrnujeme zeleň jak původní, tak i záměrně vysazovanou. Termín lze rozdělit na zeleň volné krajiny (zeleň mimo souvislé lesní porosty) patřící ke krajinářským prvkům, kterým je v současné době připisován velký význam.

Druhou skupinou je složitější účelová výsadba, do které řadíme historické zahrady a parky, příměstské lázeňské parky, ovocné sady, ochranné výsadby kolem průmyslových lokalit, porosty vysazované při rekultivaci a výsadby podél silnic.

Další skupinou je městská zeleň, tj. městské parky, uliční stromořadí, sídlištní a trávníkové plochy a veškeré výsadby včetně květin (Kavka 1978).

Základní složkou zeleně jsou stromy a jejich porosty, keře, květiny a trávníky. Nejčastěji bývá zeleň rozdělena na veřejnou a vyhrazenou.

Veřejná zeleň je trvale přístupná veřejnosti a dle Růžickové (1996) zahrnuje:

- městské parky – jsou základním druhem veřejné zeleně ve městech, vyznačují se větší rozlohou a slouží ke krátkodobé rekreaci,
- sídlištní zeleň – plní spojovací funkci mezi bloky a slouží ke krátkodobému odpočinku a hře dětí,

- uliční stromořadí a doprovodnou zeleň podél komunikací – plní hlavně funkci hygienickou,
- zeleň významných budov – převážně reprezentační květinová výsadba,
- zeleň pietních území,
- zeleň dětských hřišť a sportovních areálů,
- veřejné historické parky a parkové lesy.

Vyhrazená zeleň je veřejnosti nepřístupná nebo jen omezeně přístupná a zahrnuje zejména:

- školní a nemocniční zahrady – kromě estetické funkce plní i funkci naučnou, zvláště u školních zahrad,
- neveřejná sportoviště,
- botanické a zoologické zahrady,
- zeleň výstavišť,
- zeleň továren, vodáren a jejich ochranných pásem,
- zeleň úřadů, institucí a jiných organizací,
- hřbitovy a pohřebiště,
- zeleň uzavřených obytných bloků a zeleň soukromou (Růžičková et al., 1996).

Spirn (1984) definuje dvě skupiny různých typů městské zeleně rozdělené podle její funkce a rostlinné skladby.

První skupinu vegetace tvoří vědomě zavedené a kultivované druhy, které jsou charakteristické pro parky, soukromé zahrady, náměstí, sportovní hřiště, krajnice silnic a dálnic, ale také rozcestí a chodníky. Funkce této vegetace je hlavně užitková, estetická a rekreační. Sukcese je zastavena a vzhled je tvořen převážně rukou člověka.

Druhou skupinou jsou oblasti nekultivované zeleně. Jsou to stanoviště se zbytky původní vegetace, tedy močály, bažiny, strže, skály, lesy, ale také zdi, náspy, okolí říčních toků, ladem ponechaná krajina a tzv. brownfields (označení pro nevyužívané dopravní stavby a průmyslové parky, opuštěné obytné budovy). Na rozdíl od první skupiny se ve vegetaci těchto lokalit vyskytují různá stadia sukcese a vzhled si určuje příroda sama. Takováto místa mají v rámci městské zeleně hlavně ekologickou a environmentální funkci.

2.1.3 Význam zeleně

Význam zeleně stále stoupá hlavně s neustále rozvíjející se urbanizací a se stále vyššími nároky na využívání přírodních zdrojů. Každá vysazená dřevina, keř i strom plní po několik dalších generací mnoho funkcí, které jsou pro život obyvatelstva nezbytné a nedají se ničím nahradit. Ochrana veškeré zeleně tedy není jen záležitostí vyhlášek a zákonů, ale také samotným vztahem každého člověka k přírodě.

Zeleň v našich městech je v současných podmínkách stále převážně chápána jako zeď dekorativní, nikoliv obytná. Na trávník se nesmí šlapat, natož usednout. Při projektování městské zeleně se prosazují okrasné cizokrajné dřeviny, záhony, okrasné keře, sečený jednodruhový trávník, cesty jsou pevně vymezené, asfaltové, případně se zámkovou dlažbou. Zajímavým příkladem je péče o zeď ve městech skandinávských zemí. Namísto nekvalitního „anglického“ trávníku, který je běžný u nás, je možné například ve švédském hlavním městě Stockholmu vidět mezi zástavbou přirozený bylinný porost, který je sečen maximálně dvakrát ročně, a to po odkvětu. Podél cest se nechávají růst spontánně ruderalní společenstva, jež v době květu působí esteticky. Spontánně osídlený násep silnice působí také lépe než neupravená okrasná výsadba, stará se sám o sebe a poskytuje potenciálně mnohem víc příležitostí pro organismy (Anonymus 4).

Hanousková a Boháč (2005) uvádí, že v podmínkách ČR je plánování zeleně v sídlech podporováno institucionálně státní správou, na základě dokumentů a místních environmentálních předpokladů. Důležitou myšlenkou je, že zbytky z přírodních nebo polopřírodních komunit, které jsou typické pro danou oblast, jsou cenné pro zachování ekologické stability krajiny při zachování biologické rozmanitosti. Strukturálními prvky plánování jsou biokoridory a biocentra s místním, regionálním a nadregionálním významem.

Biokoridory a biocentra jsou základními stavebními prvky územního systému ekologické stability (ÚSES). Dle zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, podle § 3 písmene a), je ÚSES definován jako vzájemně propojený soubor přirozených i pozmeněných, avšak přírodě blízkých ekosystémů, které udržují přírodní rovnováhu.

Rozmanitostí forem zeleně lze tedy předejít představě, že městská zeleň je nedotknutelná a můžeme ji pozorovat pouze z chodníků. Při plánování zelených ploch je důležité propojení městských zelených stanovišť, které je založeno právě na nástrojích územního systému ekologické stability (Hanousková 2005).

2.1.4 Funkce zeleně

Zeleň je chápána zástupci různých oborů a profesí velmi diferencovaně. Lze však říci, že jádro funkčního posuzování je stejné, odlišnost je pouze v pořadí důležitosti. V souvislosti s urbanizovanou krajinou, tj. v případě této práce s městským a příměstským prostředím, hovoříme o funkci renaturalizační, meliorační, asanační, izolační, architektonicko-estetické, sociální a psychologické (Supuka 1991).

Renaturalizační funkce je významná z hlediska posilňování prvků v osídlené krajině, v přímém účinku jde o ochranu půdy před erozí a rozšíření druhové skladby flóry a fauny. Renaturalizace je definována jako obnovení původního přírodního stavu po skončení nějakého lidského zásahu. V každém případě hraje velkou roli činnost člověka a příprava lokality pro možné znovuosídlení určitými druhy. (Anonymus 1)

Meliorační funkce souvisí hlavně s dřevinnou složkou, která svojí transpirační činností způsobuje úpravu vlhkosti půdy a má vliv i na vlhkost ovzduší. Dřevinná složka díky svému prostorovému objemu upravuje i teplotu, sluneční záření a proudění vzduchu (Supuka 1991). Je obecně známo, že rostliny působí jako ochlazující činitel. Uvádí se, že v souvislé zástavbě může tepelná energie dopadající na plochu těla dosáhnout několikanásobku hodnoty zjištěné uprostřed parku s vysokou zelení. Výsledky měření teploty rozmanitých míst za stejných klimatických podmínek, jako např. trávník a kamenná dlažba nebo silnice, prokázaly rozdíly 30 - 35 °C (Kavka 1978).

Výsadbou zeleně tedy příznivě ovlivňujeme tepelný režim ovzduší. Opplová (1996) uvádí, že vysoké teploty v městské zástavbě snižuje zeleň výparem vody i zastíněním. Na plochách pokrytých vegetací ze 30 % lze vypařováním rostlin snížit teplotu vzduchu dokonce až o 4 °C. Mnoho autorů též prokázalo příznivý vliv dřevin na vlhkost ovzduší. Ke zvyšování vzdušné vlhkosti dochází odparem z půdy a

transpirací rostlin, dále odparem rosy zkondenzované na povrchu vegetace a odparem zachycených srážek. Některé dřeviny, např. buk, bříza a olše, mají vyšší odpařovací účinek, jiné nižší, např. borovice (Kavka 1978).

Asanační funkce charakterizuje podíl zeleně na zlepšování hygieny ovzduší, a to produkcí kyslíku a absorpcí s následnou detoxikací polutantů. Plynné sloučeniny se nejčastěji kumulují na povrchu listů, odtud jsou smývány dešťovou vodou do půdy nebo se transportují z listů do kořenů a odtud do půdy. Velkou část hlavně bioprvků zužitkují rostliny hlavně svým metabolismem (Houston, Dochinger 1977). V mnohých pokusech bylo prokázáno, že dřeviny absorbují kysličníky dusíku a amoniak, který využívají na syntézu bílkovin. Oxidy síry jsou rostliny schopné přeměnit svým metabolismem a zabudovat do organických látek, např. sulfátů, které jsou méně toxické (Supuka 1991).

Další měření dokazují, že např. jeden staletý buk s průměrnou listovou plochou 1600 m² vyprodukuje za hodinu až 1,7 kg kyslíku, což je množství, které potřebuje k životu 10 lidí na dobu 24 hodin, 1 ha městských parkových porostů pohltí za 1 hod 8 kg CO₂, tj. množství, které za 1 hodinu vydýchá 200 lidí. Z tohoto je tedy možné vypočítat, že na 1 obyvatele města je třeba alespoň 50 m² funkční zeleně (Vergunov 1980).

Zeleň působí sekundárně na snížení obsahu choroboplodných zárodků tím, že zachycuje prachové částice, na kterých ulpívají mikroby, a tím zamezuje jejich šíření (Supuka 1991).

Izolační funkce spočívá v ochraně před škodlivými látkami (plynné, tuhé a aerosolové), hlukem, větrem, zářením apod. Tyto vlastnosti jsou využívány hlavně při ozeleňování průmyslových objektů (Supuka 1991). Průměrný účinek filtrace vzduchu zelení je závislý na mnoha faktorech. Těmi jsou hustota, výška, absolutní povrch listů, sklon listů a jejich pohyblivost, proudění vzduchu, vlhkost, ev. lepavost povrchu listů a charakter sedimentu, kdy hrubší částice ulpívají hůře než jemnější.

Kavka (1978) poukazuje na měření počtu prachových částic a porovnává výsledky měření z centra města s výsledky z parku. Bylo například zjištěno, že počet prachových částic v centru města byl 46 710 l vzduchu/den a v parku 7 500 l vzduchu/den, tedy o 84 % více. Jak uvádí Reichholf (1999), měření podobného principu probíhalo v oblastech bez stromů, kde se počet prachových částic na 1 m³

pohyboval kolem 10 000 - 12 000, na rozdíl od zalesněných ploch, kde počet klesal až na pouhé 3 000 částic. Již mnoho let je dokázáno, že inhalace prachových částic vede ke vzniku zánětlivých procesů, akutních respiračních chorob, astmatu a dalších onemocnění. Významný vliv městské zeleně na zdraví obyvatel je tedy jednoznačný.

Rovněž nezanedbatelný je i vliv zeleně na snižování hlukosti, kdy se i uplatňuje skutečnost, že hluk je v prostředí zeleně mnohem lépe snášen než v přetechizovaném prostředí. Hluk je pohlcován hlavně stromovou zelení. Největší vliv má výsadba, která je nejbližší buď zdroji hluku nebo chráněným objektům. Jak uvádí Mareček (1975), je důležité v zelených pásích na ochranu proti hluku vysazovat dřeviny ve stejných vzdálenostech. Vznikají tak pravidelné zvukové nárazy. Záleží i na typu výsadby, kdy např. vysoké stromy pyramidálního tvaru mohou odrážet zvuk zpět do protilehlé krajiny.

Estetická funkce. Estetické vjemy vyvolává vzrůst stromů, keřů a jejich celkový vzhled, bohatství tvarů kůry, proměnlivost tvarů a barev listů. Zvláštností estetického působení zeleně je její schopnost působit dojmem celistvosti i nepřebornou rozmanitostí detailního pohledu. Estetická hodnota zeleně je vnímána jinak v každém ročním období. Nemalá část toho, co dnes vnímáme jako estetické hodnoty, vznikalo původně z užitných důvodů. Příkladem jsou původní výsadby na venkově (Vorel 1999).

V současné době se však setkáváme s tím, že obnova zeleně je někdy založena na přehnaném použití cizokrajných dřevin (túje, cypřiše apod.), které se hlavně do venkovského prostředí nehodí a tím mohou kazit estetické vnímání. Mnohem lépe v tomto prostředí působí druhy původní, např. lípy, javory nebo tisy.

Sociální funkce zahrnuje široký soubor pozitivních vlivů na člověka. Pomocí zeleně vytváříme ve městech prostředí, které podmiňuje chování a cítění člověka. Mezi hlavní vlivy patří pocitové vnímání zeleně jako nezávadného, čistého, hygienického prostředí, což je např. nepřímo využíváno v rekreačních a léčebných procesech. Vliv zeleně na psychiku se projevuje hlavně uklidňující schopností zelených barev, příjemné pocity také přináší např. šumění stromů či zpěv ptactva.

Dle pozorování Ulricha (1984, 1992) bylo prokázáno, že v nemocnici měli kratší pobyt a brali méně utišujících léků ti pacienti, kteří měli výhled z okna na stromy.

2.1.5 Negativní funkce zeleně

Je také na místě zmínit i negativní působení, jako jsou škody na stavbách, tvorba alergenního pylu, provozní bezpečnost stromu a - dá-li se tomu tak říct - znečišťování okolí. Dle Růžičkové (1996) jsou nejagresivnější pyly některých trav a plevelů, např. jílku a bojínku. Toto nebezpečí lze však snížit na minimum vhodným složením travních směsí a včasným sekáním. Mezi silně alergenní pak patří pyl některých stromů, např. vrby, lísky, břízy, borovice a akátu, proto je vhodné výsadbu těchto druhů na silně navštěvovaných místech omezovat. Problémem poslední doby jsou také invazivní druhy rostlin, které vytlačují původní druhy. Kromě bolševníku a křídlatky je stále častěji zmiňována škumpa orobincová (Anonymus 10).

Většina literárních zdrojů týkajících se městské zeleně popisuje její význam tak, jak je zpracován v předchozích řádcích. Význam zeleně z hlediska přežívání organismů, tedy zeleně ve městě jako habitatu, je zmiňován jen okrajově nebo vůbec.

2.2 Biodiverzita

Biodiverzita, nebo také biologická rozmanitost či biologická diverzita, je výraz, který je v posledních desetiletích skloňovaný stále častěji. Vyjadřuje bohatství živých forem na Zemi, ať už se jedná o druhy vyšší i nižší taxonomické jednotky, geny společenstva, ale i ekosystémy.

Dle Moldana (2001) je biologická rozmanitost chápána ve třech úrovních:

- Úroveň ekosystémů. Ekosystémy mají v rámci jednotlivých biomů mnohé společné vlastnosti avšak některé specifické. Tyto unikátní vlastnosti činí některé ekosystémy jedinečnými a jejich existence je vázána na danou lokalitu a na podmínky v určitých mezích stálé.
- Úroveň druhů. Počet druhů živých organismů v ekosystémech.
- Úroveň populací. Stojí na genetickém bohatství jednotlivých druhů.

V poslední době se ještě rozlišuje čtvrtá úroveň nad úrovní ekosystémů, a to úroveň krajinná. Je zdůrazněna tím, že soubory ekosystémů tvoří dohromady vyšší celky, krajiny. Krajina je určité území se specifickým rázem.

Druhové bohatství je významným indikátorem kvality prostředí, společenstva a ekosystémy s vyšším množstvím druhů mají vyšší stabilitu a snadněji se dokáží vyrovnat se změnami a rušivými vlivy. Biodiverzita souvisí se stabilitou ekosystémů, protože druhově bohatý ekosystém se vyznačuje dlouhými potravními řetězci. Každý člen má v takových podmínkách svého přirozeného nepřítele, což je spolehlivá pojistka před populační explozí např. škůdců.

Krajina, která je druhově bohatá, působí příjemným dojmem. Naopak krajina ochuzená o formy života je fádni a stává se nepřitažlivou. Druhová rozmanitost se měnila v průběhu vývoje krajiny osídlené člověkem. Původní krajina byla zcela zalesněná a ačkoli byla ekologicky velice stabilní, její biodiverzita byla malá. Začala se zvyšovat až pronikáním zemědělství, ovšem jednalo se o malovýrobu. Pokud ovšem vliv člověka na krajinu přesáhne optimální meze, rozmanitost opět klesá (Jelínek 1999).

V některých evropských kulturních krajinách, kde se vyskytují mozaiky luk, polí a lesů, může být biodiverzita vyšší než ta, která byla spojena s původním pokryvem lesů (Moldan 2001).

Evoluce na Zemi stačila za milióny let vytvořit obrovskou rozmanitost organismů. Některé prameny uvádějí, že se jedná o 1,5 až 1,7 miliónů druhů živočichů, z toho je 45 - 75 tisíc druhů obratlovců, asi milión druhů hmyzu a pouhých 250 - 340 tisíc druhů rostlin. Vědci odhadují, že dalších 3 - 8 miliónů druhů teprve čeká na objevení, protože fauna i flóra mořských vod je dosud z velké části neprobádána. Největší diverzita druhů je v tropických lesích, které, i když pokrývají pouhých 7 % zemské pevniny, jsou domovem více než poloviny druhů. Podle odhadů žije v tropických lesích 5 - 10 milionů dosud nepopsaných druhů hmyzu a pokud je toto číslo pravdivé, znamenalo by to, že hmyz v tropických lesích vytváří většinu světových druhů (Primack a Corlett, 2005).

Mnoho druhů není bezprostředně ohroženo vyhynutím, avšak trpí tím, že celkový počet jedinců daného druhu se zmenšuje a tím klesá genetická variabilita druhu. Některé druhy organismů, jako jsou u nás holubi, potkani a další druhy, které nemají zvláštní nároky na prostředí a potravu, se rozšiřují jak co do oblastí, tak co do počtu jedinců (Moldan 2001).

Vymírání druhů je součástí evoluce, ovšem v takovém tempu, k jakému dochází od poloviny minulého století vlivem antropogenního působení, máme před

sebou katastrofální scénáře. Vymření jediného druhu rostliny znamená podle odhadu zoologů zánik pěti dalších závislých druhů hmyzu jako konzumentů a mnoha druhů specializovaných parazitů. Celý soubor organismů, které jsou na sobě navzájem závislé, se totiž udržuje se samozřejmostí, ale pouze do doby, kdy je jejich rovnováha narušena většinou zásahem zvenčí. Důsledkem vymření druhu je nenávratná ztráta genetické informace, tedy vyhubený druh se už nikdy nemůže vyvinout znovu. Dalším negativem je ztráta genetické diverzity a tím podstatné zhoršení vyhlídek na další úspěšnou reprodukci a evoluci (Míchal 1994). Více než 99 % extinkcí v poslední době je přisouzeno lidským aktivitám (Primack et al. 2011)

2.2.1 Ochrana biodiverzity

Úbytek biodiverzity je globálně považován za jeden z nejvýznamnějších projevů současných problémů životního prostředí a je předmětem mnoha mezinárodních úmluv a programů. Obecně platí, že chceme-li zachránit určitý ohrožený druh, je třeba hlavně ochránit jeho původní přírodní prostředí (ochrana „in situ“). Pokud však početnost druhu stále klesá, je nutné udržovat takový druh v umělých podmínkách pod lidským dohledem. Tato strategie je známá jako ochrana „ex situ“ (Primack et al. 2011).

Ochrana biodiverzity se stala předmětem mezinárodní úmluvy z roku 1993, ke které přistoupila i naše republika. Úmluva o biologické rozmanitosti (CBD) patří k nejvýznamnějším mezinárodním úmluvám týkajícím se ochrany biologické rozmanitosti v globálním měřítku. Pro ČR vstoupila CBD v platnost 3. března 1994 a byla zveřejněna ve sbírce zákonů jako Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 134/1999 Sb. (Anonymus 3).

Ochrana všech druhů v České republice vyplývá ze zákona 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny. Cílená péče o druhy rostlin a živočichů patří mezi klíčové složky Agentury ochrany přírody a krajiny ČR, jedná se organizaci MŽP.

2.2.2 Ochrana biodiverzity v rámci EU

Vzhledem k tomu, že každý stát má jiné priority v ochraně přírody, vznikají nadnárodní iniciativy, jakými jsou mezinárodní dohody a směrnice. Ty se snaží chránit ekosystémy na větší geografické škále kontinentů či celého světa. Vytváření reprezentativních sítí chráněných území je hlavním směrem ochrany biodiverzity v Evropě.

Biodiverzitní strategie Evropské komise rozpracovává jednotlivé kroky, jejichž podstata je založena na šesti podcílech, mezi které patří zlepšení stavu evropských přírodních stanovišť a zastavení úbytku živočišných a rostlinných druhů do roku 2020, rozšíření opatření vztahujících se k biodiverzitě v rámci společné zemědělské politiky či vymýcení nejškodlivějších invazivních druhů. Další podcíle se zaměřují na ekosystémové služby, lesnictví a rybářství a ochranu biodiverzity na mezinárodní úrovni. V roce 2005 iniciovala Evropská unie projekt SEBIA (Streamlining European Biodiversity Indicators). Cílem tohoto projektu bylo vytvoření sady indikátorů, dle kterých bude možno posuzovat stav biodiverzity.

Mezi nejdůležitější faktory pro úspěšné naplnění cílů v oblasti biodiverzity dle Evropské komise patří zajištění dostatečné podpory napříč jednotlivými politikami EU a zajištění dostatečného množství finančních prostředků (Anonymus 2).

2.2.3 Hodnocení ochrany biodiverzity v ČR

V České republice proběhlo hodnocení stavu biodiverzity v roce 2010. Vzhledem k tématu této práce zmiňuji výsledky týkající se stavu bezobratlých, u nichž je více jak 60 % hodnoceno jako stav nepříznivý (Anonymus 8). Určení celkového stavu každého druhu se skládá ze čtyř dílčích parametrů: areálu, populace, stanoviště a předpokládaného vývoje. Pokud je jeden z těchto parametrů ohodnocen jako nepříznivý, je hodnocen jako nepříznivý i celkový stav druhu.

Fragmentace krajiny a biotopů je negativní proces, kdy dochází vlivem antropogenním k rozdělování krajiny. Tím jsou populace rozdělené na malé izolované skupiny bez možnosti vzájemné komunikace a jsou tedy existenčně ohroženy. Např. v rámci hodnocení fragmentace říčních sítí bylo zmapováno 6 tisíc

překážek, které znemožňují migraci ryb a mihulí, naopak pozitivní je snižující se znečištění povrchových vod (MŽP 2010). Dále z hodnocení vyplývá nárůst výskytu nepůvodních a invazivních druhů jak rostlin, tak i živočichů. Hodnocení také poukazuje např. na velmi malé využití původních plemen. Do jisté míry kladným výsledkem je rostoucí rozloha chráněných území, která jsou vázána na schopnost pečovat o ně.

2.3. Město jako ekosystém

Každý organismus žije v určitém místě, v němž má vše, co potřebuje k životu (biotop = stanoviště), je to místo, které umožňuje svými stanovištními podmínkami existenci daného druhu nebo společenstva. Podmínky působící na organismus můžeme rozdělit na abiotické a biotické. Abiotické faktory tedy vlivy neživého prostředí, které ovlivňují život na naší planetě, jsou sluneční záření, teplota okolního prostředí, voda a působení ovzduší. Biotické faktory lze rozdělit na vnitrodruhové, mezidruhové a antropogenní. Jedná se tedy o vzájemné působení organismů i člověka.

Společenstvo určitého území, funkčně propojené s neživým prostředím se nazývá ekosystém. Takovým ekosystémem je i město. Městské prostředí je velice různorodé, potkávají se zde na malé ploše habitaty, které k sobě mohou mít ve volné přírodě daleko, např. les, skály (budovy), bezlesí, mokřady. Ve městě můžeme najít dva okruhy organismů. Ty, které zde přebývají náhodně, protože zrovna zde je to vhodné prostředí, ať už je okolo město nebo ne. Druhou skupinu tvoří synantropové. To jsou organismy, které se přizpůsobily životním podmínkám vytvořeným člověkem. Ve městech bývá tradičně vyšší zastoupení introdukovaných druhů (nepůvodních, zavlečených člověkem) než v okolní krajině. Dochází tak k vytváření unikátních společenstev (soubor populací všech druhů organismů žijících společně v určitém biotopu) z druhů, které by se v přirozených či polopřirozených biotopech nepotkaly. Vznikají tzv. synantropní společenstva složená z druhů bez předchozího společného vývoje, která se často nikde jinde v podobném složení nevyskytují (Smith et al. 2006).

Ve městech snáze přežívají teplomilné organismy, neboť města představují tzv. tepelné ostrovy. Akumulace a následně uvolnění tepla zástavbou je vyšší než v případě louky, paseky či lesa. Když k tomu připočteme tzv. odpadní teplo z dopravy, průmyslu a domácností, zjistíme, že průměrná roční teplota ve městech je o jeden až dva stupně vyšší než v přilehlém okolí (Anděra 2004). Městské prostředí přináší některým organismům snadno dostupné potravní zdroje. Pro všežravce je to nabídka potravy u popelnic a pro masožravce může být lákavý výběr přemnožených hlodavců, ale i ptáků. Na své si zde přijdou kachny a labutě na řece, které jsou záměrně přikrmovány lidmi. Typickými představiteli synantropních organismů žijících ve městech jsou holub skalní, havran polní. Vysoké budovy, které připomínají skalní masivy, lákají k usazení řadu živočichů, kteří původně obývali skutečné skály. Jde např. o rorýsy, poštolky, kuny skalní, jiříčky (Komárek 2000) a nebo některé druhy netopýrů původně vázané na skalní štěrby. Městská zeleň funguje jako útočiště i pro druhy ohrožené, protože může poskytovat prostor bez specializovaných predátorů.

Tak jako jiné biotopy se i lidská sídla vyznačují specifickým souborem podmínek, přičemž řada z nich má na organismy negativní vliv. Mezi zásadní nevýhody patří smog a jiná znečištění vzduchu, půdy i vody, málo zeleně a vodních ploch, nedostatek přirozených úkrytů pro živočichy, ale třeba i vysoké budovy, které mění směr větru a snižují jeho proudění. Vzduch se tak nepromíchává a roste znečištění přízemní vrstvy (Anděra 2004).

Hanski (2005) popisuje městské a příměstské oblasti jako místa zahrnující celou řadu stanovišť a mající překvapivě druhově bohaté společenství rostlin a živočichů. Jedná se však většinou o druhy nepůvodní. Význačným rysem městských a příměstských oblastí je snižování hustoty a rozmanitosti většiny mikrostanovišť. Parky a zahrady jsou samozřejmě zbavovány mrtvých a umírajících stromů, které jsou však vhodným stanovištěm pro mnoho organismů. Přirozené porosty jsou nahrazovány rozsáhlými travníky, čímž jsou odstraněny zbývající mikrostanoviště blízko povrchu půdy. Autor zdůrazňuje, že dostatečné množství a rozmanitost přírodních stanovišť je základním předpokladem pro další existenci a vývoj života.

3. CHARAKTERISTIKA BROUKŮ

Jedním z hlavních témat této bakalářské práce jsou epigeičtí brouci, proto je v následujících řádcích přiblížena jejich bionomie a morfologie.

3.1 Brouci (Coleoptera)

Brouci jsou druhově nepočetnějším řádem hmyzu, ale i druhově nejpočetnějším řádem v rámci celé živočišné říše (více než 350 000 druhů). Je tomu tak proto, že byli schopni přizpůsobit se životu v nejrůznějších stanovištích. Brouky lze pozorovat v přírodě velmi často a jsou důležitou složkou biocenóz. Velmi často se s nimi setkáváme v lese, naprostá většina se pohybuje na povrchu půdy. Určité druhy mají schopnost letu, která usnadňuje rozšiřování dalších populací a umožňuje i únik při změně podmínek. Vytvoření krovek a zpevnění pokožky omezuje úbytek vody a tím je umožněno osídlení i extrémně suchých stanovišť. Vodní brouci mají schopnost udržet si na svém těle vzduchovou bublinu, s jejíž pomocí mohou na fyzikálně chemickém principu dýchat ve vodním prostředí (Hůrka 2005).

Od padesátých let 20. století navrhovali entomologové použití jednotlivých hmyzích skupin jako indikátorů k hodnocení kvality životního prostředí (Vaněk 2005).

Jako bioindikátory označujeme organismy nebo jejich společenstva, jejichž životní funkce vzájemně souvisí s faktory prostředí tak těsně, že mohou sloužit jako jejich ukazatele. Bioindikace je metoda používaná k získání rychlé biologické informace s minimální časovou prodlevou. Biologické monitorování je dlouhodobé, v pravidelných intervalech se opakující sledování vybraných organismů, jejich životních projevů, populací či společenstev, ekosystémů nebo krajinných segmentů k určení kvality prostředí (Boháč 1999).

Znalost ekologických nároků většiny středoevropských brouků je důvodem k jejich využití jako bioindikátorů antropogenních změn prostředí. Několik případových studií nasvědčuje tomu, že např. těžké kovy v půdě výrazně a negativně ovlivňují střevlíkovité (Ermakov 2004). Dále bylo zjištěno, že kadmium a zinek mají vliv na růst a kalorickou hodnotu sledovaných jenotliců *Poecilus cupreus* (Maryański et al. 2002).

3.1.1 Střevlíkovití (Carabidae)

Střevlíkovití jsou čeledí, která patří k nejspolehlivěji identifikovatelným díky velice slušné znalosti bionomie a ekologických nároků. Většina našich druhů je vlhkomilných a s noční aktivitou. Potravně jsou naši zástupci nespecializovaní masožravci, kteří loví svou kořist nebo vyhledávají uhynulé bezobratlé. Vývoj je převážně jednoletý (monovoltinní), který probíhá ve dvou základních typech, a to diapauzou v larválním stadiu nebo diapauzou pohlavních orgánů imág, který převládá. Zcela výjimečně byl zjištěn vývojový typ bez stabilní doby rozmnožování u *Abax parallelepipedus*, ovšem bylo zjištěno, že nižší teplota příznivě ovlivňuje rychlost vývoje larev i dozrávání gonád. U několika tribů byla zjištěna péče o potomstvo (některé druhy *Pterostichus*), kdy byly nalezeny samice, jak hlídají svou vaječnou snůšku na dně jamky ukryté pod kamenem (Hůrka 1996). Kuklí se nejčastěji v komůrce v půdě. Většina imág jsou aktivní predátoři, obývající půdní hrabanku nebo povrch rostlin. V ČR a SR je zastoupeno 9 podčeledí s více než 600 druhy (Hůrka 2005).

Mnozí střevlíkovití jsou citliví na změny pH a především změny vlhkosti, proto jsou využíváni jako bioindikátory těchto změn prostředí, tedy životního prostředí člověka.

Ve vztahu k člověku jsou významnou užitečnou skupinou živočichů jako predátoři škodlivých bezobratlých (Hůrka 1992).

Střevlíkovití jsou také jednou ze skupin v programu GLOBENET, který hodnotí dopady antropogenní činnosti na biodiverzitu (Niemelä et al. 2002). Tento projekt se týká městských, příměstských a venkovských prostředí. Používá společné standardizované metodiky (odchyt pomocí zemních pastí) a vyhodnocuje reakce bezobratlých na urbanizaci.

3.1.2 Drabčíkovití (Staphylinidae)

Drabčíci jsou od ostatních brouků dobře odlišitelní zkrácenými krovkami, které pokrývají jen část ohebného zadečku (Boháč 2011). Velikost našich zástupců kolísá od 0,5 do 34 mm. Téměř všichni zástupci mají na konci zadečku alespoň jeden pár velkých žláz, jejichž sekret má obrannou funkci. Zbarvení je obvykle nenápadně

hnědé nebo černé. Drabčáci jsou velice pohybliví, žijí hlavně v půdě a v hrabance (Hůrka 2005). Larvy mají většinou 3 larvální stádia.

Potravní vztahy jsou rozmanitější než u střevlíků a slouží jako základ pro klasifikaci jejich životních forem - dle Boháče (1999) dělíme na zoofágy, fytofágy, mycetofágy a myrmekofily, termitofily.

Drabčáci jsou aktivní hlavně během dne. Většina druhů preferuje zastíněné biotopy, žijí pod kameny, v dřevě, v listí a v opadu. Mnoho drabčíkovitých má dobré migrační schopnosti. V posledních desetiletích probíhá invaze některých druhů hlavně z jihovýchodní Asie, např. *Philonthus spinipes*. Vysoká frekvence druhů s dobrými migračními možnostmi indikuje silný vliv člověka na biotopy (Boháč 2011).

Dle Boháče (1999) mohou být společenstva drabčíkovitých využita pro bioindikaci stavu životního prostředí. Větší antropogenní ovlivnění u společenstev drabčíků většinou způsobuje zvýšení frekvence druhů s letní aktivitou a snížení frekvence druhů se zimní aktivitou. Větší frekvence druhů okřídlených, s větší velikostí těla, se zvýšenou termopreferencí a sníženou hygropreferencí jsou charakteristické pro společenstva silněji ovlivněná člověkem.

V ČR a SR je dle Hůrky (2005) známo přes 1900 druhů.

3.1.3 Střevlíkovití a drabčíkovití jako indikátory změn v prostředí

Ekologické znalosti střevlíkovitých a drabčíkovitých přispěly k jejich rozdělení do skupin podle ekologických nároků a tolerance k antropogenním vlivům. Naše druhy střevlíků a drabčíků jsou rozděleny do tří skupin dle Boháče (1988) a Hůrky et al. (1996):

skupina R u střevlíků RI u drabčíků – jsou to druhy biotopů, které jsou nejméně ovlivněny činností člověka, druhy s nejužší ekologickou valencí, mající dnes mnohdy charakter reliktních, vesměs jde o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů, jako jsou druhy sutí, skalních stepí, druhy vřesovišť, klimaxových lesů všech typů, pramenišť, bažin a močálů, přirozených břehů vod a niv;

skupina A u střevlíků nebo RII u drabčíků – jsou to druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i druhy

neregulovaných a původnějších břehů toků, druhy lučin, pastvin i jiných travních porostů typu paraklimaxů, druhy vyskytující se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech, zvláště v blízkosti původních ploch;

skupina E – druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka, eurytopní druhy, které nemají často zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, druhy nestabilních, měnících se habitatů, stejně jako druhy, které obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu.

Z předcházejícího textu je zřejmé, že označení skupin střevlíků a drabčků je různé, a platí tedy toto pravidlo:

R dle Hůrky et al. (1996) = RI dle Boháče (1988)

A dle Hůrky et al. (1996) = RII dle Boháče (1988)

E dle Hůrky et al. (1996) = E dle Boháče (1988)

Nízký podíl expanzivních druhů nám v nelesních biotopech signalizuje vysoké přírodní hodnoty zkoumaných stanovišť. Také podíl reliktních I. řádu ve stanovištích ukazuje na jejich původnost (Boháč 1988, 1990, 1999; Hůrka et al. 1996).

Na základě tohoto dělení střevlíků byl vytvořen biotický index nazvaný index antropogenního ovlivnění (ISD) společenstev drabčků a střevlíků (Boháč 1990, 1999). Tento index byl stanoven dle následujícího vzorce:

$$I = 100 - (E + 0,5 R2)$$

E je frekvence expanzivních druhů (%)

R2 je frekvence reliktních II. řádu (%)

Hodnota indexu se pohybuje od 0, což nám vyjadřuje, že společenstvo má pouze expanzivní druhy a je tedy nejvíce ovlivněno člověkem. Hodnoty indexu pohybující se ke 100 vyjadřují, že společenstvo má pouze relikty I. řádu a není tedy ovlivněno člověkem.

Dle valence k prostředí můžeme druhy dělit do dalších skupin (Koch 1989):

stenotop - druh vyskytující se jen v určitých většinou velmi podobných biotopech,

eurytop - druh žijící na širším spektru biotopů,

synantrop - druh s vazbou na člověka,

ubikvist – frekvence výskytu druhu v různém spektru biotopů.

3.1.4 Ochrana bezobratlých

Ochrana druhů je možná jen na základě podrobných znalostí jejich způsobu života v terénních podmínkách. Hlavními faktory negativně ovlivňujícími početnost populací střevlíků a drabčků jsou destrukce biotopů a jejich fragmentace. Vlivem meliorací mokřadů klesá početnost semiakvatických druhů *Carabus clathratus* a *Carabus variolosus*. Použitím insekticidů došlo např. k vyhubení jednoho z dříve nejhojnějších velkých střevlíků *Carabus auratus* v západní Evropě (Turin, Penev & Kasale, 2003). U mnoha druhů střevlíků, jejichž početnost také výrazně klesá, však dosud nevíme přesné příčiny. Důvodem mohou být klimatické změny. Některé předběžné výsledky evropských studií (Assmann 2009, Pizzolotto 2009) naznačují, že za posledních 10 - 20 let došlo k trvalým přesunům střevlíkovitých o několik desítek metrů do poloh s vyšší nadmořskou výškou. Jako další příklad v souvislosti se změnou klimatu lze uvést studii Bednarska a Laskowski (2009), která prokázala, že úmrtnost larev *Pterostichus oblongopunctatus* byla významně ovlivněna kombinací teploty a obsahu niklu v půdě.

U velkých druhů rodu *Carabus* byla také diskutována otázka, zda může velké množství odchycených jedinců z důvodů výzkumných i sběratelských ovlivnit lokální populace. Dle dlouhodobých výzkumů se zdá, že tomu tak není (Turin, Penev & Kasale, 2003; Lövei a Magura, 2011).

Jak minimalizovat dopad pastí na populace chráněných druhů (metoda dílčích sezónních vzorků, pulzující metoda - dává přednost odchytům v kratších časových intervalech před kontinuálními odchvy) navrhl Sapia et al. (2006). Zásadní je také zavedení nových genetických metod pro studium lokálních populací.

Migrace a zvláštnosti životního cyklu druhů jsou vlastně adaptací k prostorovým a časovým změnám prostředí. Pro obrovské množství drobných organismů jsou však velmi důležitá i tak zvaná mikrostanoviště, jejichž rozměr se pohybuje od centimetrů do několika desítek metrů (např. hnůj, mršina zvířete, hnijící zbytky dřeva, plodnice hub, hnízda ptáků a savců) (Boháč 2012).

Většina druhů hmyzu patří mezi býložravce nebo všežravce a tak mají úzkou vazbu na prostředí, ve kterém žijí, např. na rostliny, kterými se živí. Rostliny jsou zase vázané na půdní a klimatické podmínky určitého území. Dravé druhy jsou závislé na své kořisti, kterou je zpravidla jiný hmyz. Vzhledem k provázanosti bezobratlých s ostatními složkami přírodního prostředí tedy znamená ochrana bezobratlých ochranu jejich životního prostředí. Z pohledu lidské společnosti to znamená chránit zachovalá přírodní území a regulovat zásahy do přírody, případně trestat porušování předpisů a zákazů. Z pohledu člověka jako jednotlivce to znamená nezatěžovat přírodu odpady, chemickými látkami, nebo také respektovat režimy v chráněných územích.

4. METODIKA

V jednotlivých kapitolách je blíže charakterizováno studované území. Jsou popsána jednotlivá místa, na kterých probíhal výzkum fauny brouků, vč. mapových příloh. V poslední kapitole je blíže specifikován samotný odchyt bezobratlých metodou zemních pastí.

4.1 Charakteristika území

Město Český Krumlov se nachází v nadmořské výšce 492 m n.m. Průměrná teplota je 7 °C a roční úhrn srážek je 644 mm. Klima je mírné, vlhčí (Anonymus 7). V roce 2012 nedošlo na sledovaných lokalitách k žádným extrémním klimatickým jevům.

Český Krumlov je druhým nejnavštěvovanějším městem v České republice. Středověké centrum města, které obklopuje meandry Vltavy, je od roku 1963 městskou památkovou rezervací a od roku 1992 je zapsáno na seznamu světového dědictví UNESCO (Anonymus 7). Město je prezentováno jako centrum kultury a je známé hlavně díky krumlovskému zámku a historickému centru, jehož součástí je i městský park, který byl jedním z odchytových míst. Severně od města Český Krumlov se nachází přírodně velmi zachovalé území, které se nazývá Blanský les a je součástí CHKO Blanský les. Všechny odchytové pasti se nacházely mimo toto území.

Zeleň zaujímá téměř 70 % celkové plochy města. Do tohoto podílu je zahrnutá zejména zeleň veřejná, dále pak zeleň okrajových částí, která se prolíná nezastavitelnými strmými svahy nad Vltavou až do zastavěného území města. Doprovodné a břehové porosty jsou přirozenou součástí toků, jejichž koryto není technicky upraveno. Většinou jsou to porosty náletového charakteru, které ovšem, pokud jsou ponechány na stanovišti bez nějakých výrazných pěstebních zásahů, dosahují mimořádných velikostních parametrů. To platí především pro porosty podél Vltavy, kde z přirozených porostů dominují vrby křehké stromového charakteru (Koubek 2005). Význam těchto porostů spočívá především v jejich ekologické funkci. Vytváří totiž ekosystémy, které jsou typické svými stanovištními

4.2 Popis jednotlivých míst odchytu

Park o rozloze 2,61 ha se nachází na levém břehu Vltavy. Městský park je jednou z mála přístupných zelených ploch, které zbyly ve vnitřním městě. V parku se nachází řada zajímavých dřevin - červenolistý a převalský kultivar buku lesního, dub červený, hloh popletený, pestrolistý javorovec jasanolistý, liliovník tulipánokvětý, líska turecká, šeřík čínský, tis červený a další. V roce 2002 byl v průběhu povodní park částečně zaplaven. Tráva je v sezóně kosena 1x za 2 - 3 týdny, tj. max. výška trávy je do 10 cm. Při pohledu do parku převládají spíše vzrostlé stromy před keřovými porosty. Pasti byly umístěny vždy pod keři či stromy, na nenápadných místech, čímž se předcházelo ničení pastí veřejností. Dvě pasti byly umístěny asi 2 m od řeky Vltavy za zábradlí oddělující plochy, které již nejsou pravidelně udržovány. Gradient střed města.

Park u hřbitova

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.

Tráva je kosena 4 - 5x za sezónu, tj výška trávy 15 - 20 cm. V porovnání s městským parkem je park u hřbitova velice klidným, téměř nenavštěvovaným místem. Z jedné strany je lemován hřbitovní zdí, v blízkosti které park přechází v hájový porost s prudkým nepřístupným svahem, kde převažují listnaté stromy. Na okraji parku je také jakýsi „nepovolený“ kompost, kam lidé naváží odpad ze svých zahrádek. Je na místě zmínit i část travní plochy (několik desítek m²), která se při údržbě zeleně vynechává a je kosena 2 - 3x ročně.

Podobně jako v městském parku byly pasti umíst'ovány tak, aby se předešlo poničení. Dvě pasti byly přímo u hřbitovní zdi. Ačkoliv oproti městskému parku chybí přítomnost řeky či jiného zdroje vody, působí toto místo subjektivně jako vlhčí. Gradient okrajová část města.

Obr. 2: Mapový výřez s přibližným označením míst odchytu - park u hřbitova (www.mapy.cz)



Hospodářský les

Posledním místem sběru bezobratlých byl hospodářský les vzdálený od centra města 2 km vzdušnou čarou. Jedná se o les smíšený (smrk, dub, buk). Gradient mimo město.

Obr.3: Mapový výřez s přibližným označením míst odchytu - hospodářský les (www.mapy.cz)



4.3 Odběr vzorků bezobratlých na pokusných plochách v Českém Krumlově a statistické zhodnocení

Odběr vzorků bezobratlých byl prováděn od dubna do září 2012. Brouci byly sbírány metodou zemních pastí. Dle Boháče (2011) nám tato metoda nedává informace o populační hustotě a neurčíme z ní ani druhové složení společenstev. Pokud je použita tato metoda, určujeme aktivitu za určité časové období. Zemní pasti snáze postihnou větší a těžší druhy a nehodí se příliš pro pozorování drabčίκů. Výhodou této metody je monitoring v neomezeném časovém horizontu, její použití je opakovatelné a výsledky srovnatelné. Velkou výhodou této metody je i finanční

nenáročnost. Problémem může být ztráta pastí v souvislosti s aktivitou různých druhů brouků, hlavně pokud jsou pasti vybírány v delších časových úsecích. Různé druhy jsou aktivní na jaře nebo v létě. Pokud dojde ke ztrátě pasti hned ze začátku po jejím umístění, může dojít k tomu, že brouci s určitou aktivitou již nebudou ve výsledcích zachyceni (Niemelä et al., 2002). V případě této studie k takové ztrátě nedošlo.

Jako pasti byly použity plastové kelímky o objemu 0,3 l a průměru 7 cm. Ty byly umístěny v terénu tak, že jejich horní okraj byl ve stejné úrovni jako okolní terén. Past se skládala vždy ze dvou kelímků, z nichž vnější sloužil jako opora stěn vyhloubených jamek při vyjmutí vnitřního kelímku z důvodu výběru. Vnitřní kelímek sloužící k samotnému odchytu byl cca do $\frac{1}{4}$ naplněn etylenglykolem naředěným s vodou. Tato směs sloužila jako konzervační roztok, je však bráno v zřetel, že výsledky mohly být zkreslené, neboť tato směs může být pro některé bezobratlé atraktivní (Boháč 2011).

Pasti byly rozmístěny ve třech předem určených biotopech v Českém Krumlově, a to v městském parku, parku u hřbitova a posledním místem byl hospodářský les vzdálený do 2 km od města. V každém biotopu bylo rozmístěno 5 kelímků tak, aby byly zachyceny různé možnosti daného místa (v křovinách, u stromu, v blízkosti vody apod., nepřístupné a naopak často přístupné člověkem). Pasti byly kontrolovány minimálně 3x za měsíc a vybírány vždy v posledním týdnu daného měsíce. Po té byly převezeny na Katedru rostlinné výroby a agroekologie k determinaci.

Celkem bylo ve všech třech biotopech odchyceno 497 jedinců, identifikováno bylo 43 druhů. Byla vyhodnocena struktura společenstev brouků dle jejich reliktnosti. Druhy byly rozděleny do skupin dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům na relikty II. řádu (R2 - druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů, ale i neregulovaných a původnějších břehů toků) a expanzivní druhy (E - druhy odlesněných stanovišť silně ovlivněných činností člověka). Nízký podíl expanzivních druhů v biotopech nám signalizuje vysoké hodnoty zkoumaných stanovišť a naopak (Boháč 1999).

Byl stanoven index antropogenního ovlivnění dle vzorce: $I = 100 - (E + 0,5 R2)$, kde E je frekvence expanzivních 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).

Druhy čeledi *Carabidae* byly dále rozděleny dle velikosti na velké druhy (nad 20 mm) a malé druhy (do 20 mm).

5. VÝSLEDKY

Výsledky zahrnují druhové spektrum brouků na sledovaných lokalitách v Českém Krumlově, jejich aktivitu a zařazení do skupin dle citlivosti k antropogenním vlivům, tj. relikty II. řádu (R2 druhy) a expanzivní druhy. Byl stanoven index antropogenního ovlivnění. Výsledky byly interpretovány v gradientu od středu města (městský park) k jeho okraji (park u hřbitova) a mimo město (hospodářský les).

5.1 Druhové spektrum epigeických brouků na sledovaných biotopech

Celkem bylo za období duben až září 2012 odchyceno 497 jedinců. Podařilo se identifikovat 43 druhů brouků. Nejdominantnější čeledí dle aktivity jedinců, ale i počtem druhů, byli střevlíkovití s 21 druhy, dále drabčící s 12 druhy a značnou část z hlediska abundance jedinců zahrnuli mrchožroutovití s 6 druhy.

Ve sledovaném území byl zjištěn zákonem chráněný druh *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. Další z ohrožených druhů byl *Pterostichus aterrimus*, který je v Červeném seznamu ohrožených druhů České republiky (Farkač et al. 2005). Byl zjištěn jeden druh patřící mezi evropsky ubývající druhy - střevlík svrašťelý (*Carabus intricatus intricatus*). Tento druh, ač není chráněn podle zákona, v poslední době z neznámých důvodů silně ubývá v celé střední Evropě. Jako možné příčiny se uvádí klimatické změny (Turin, Penev & Kasale, 2003).

Z čeledi drabčíkovitých prezentovaly identifikované druhy vždy jen jednu lokalitu. Výjimkou byl pouze druh *Atheta fungi*. Tento druh byl odchycen na všech třech stanovištích.

Tabulka č. 1: Celkový přehled všech druhů, jejich aktivita v jednotlivých lokalitách a zařazení do skupin dle citlivosti k antropogenním vlivům

Druh a ekologické zařazení/lokalita	Městský park	Hřbitov	Hospodářský les
<i>Carabus scheidleri</i> Panzer, 1799, R2	-	12	5
<i>Carabus hortensis hortensis</i> Linnaeus, 1758, R2	-	18	26
<i>Carabus granulatus</i> Linnaeus, 1758, E	1	-	-
<i>Carabus intricatus intricatus</i> Linnaeus, 1758, R2	-	27	-
<i>Carabus violaceus violaceus</i> Linnaeus, 1758, R2	-	16	31
<i>Carabus coriaceus coriaceus</i> Linnaeus, 1758, R2	-	1	-
<i>Carabus auronitens auronitens</i> Fabricius, 1825, R2	-	4	26
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758), E	-	1	1
<i>Nebria brevicollis</i> (Fabricius, 1792), E	18	-	-
<i>Trechus quadristriatus</i> (Schränk, 1781), E	2	-	-
<i>Bembidion lampros</i> (Herbst, 1784), E	3	-	-
<i>Pterostichus aterrimus</i> (Herbst, 1784), E	-	1	3
<i>Pterostichus melanarius</i> (Illiger, 1798), E	41	2	5
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> , R2	-	-	7

<i>Abax parallelepipedus</i> (Piller et Mitterpacher, 1783), R2	-	-	6
<i>Poecilus cupreus</i> (Linnaeus, 1758), E	7	-	-
<i>Poecilus versicolor</i> (Sturm, 1824), E	4	-	-
<i>Calathus fuscipes</i> (Goeze, 1777), E	2	-	-
<i>Calathus melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758), E	1	-	-
<i>Anisodactylus binotatus</i> (Fabricius, 1787), E	2	-	-
<i>Harpalus affinis</i> (Schrank, 1781), E	1	-	-
<i>Thanatophilus rugosus</i> (Linnaeus, 1750), E	-	28	56
<i>Oiceoptoma thoracica</i> (Linnaeus, 1758), E	-	-	34
<i>Silpha obscura</i> Linnaeus, 1758, E	-	-	4
<i>Phosphuga atrata atrata</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	3	5
<i>Nicrophorus vespillo</i> (Linnaeus, 1758), E	-	-	7
<i>Nicrophorus vespilloides</i> Herbst, 1784, E	-	-	4
<i>Omalius caesum</i> Gravenhorst, 1806, E	3	-	-
<i>Anotylus rugosus</i> (Fabricius, 1775), E	2	-	-
<i>Philonthus cognatus</i> Stephens, 1832, E	-	2	-

<i>Philonthus decorus</i> (Gravenhorst, 1802, R2	-	-	9
<i>Othius punctulatus</i> (Goeze, 1777), R2	-	-	2
<i>Gabrius splendidulus</i> (Gravenhorst, 1802), R2	-	-	1
<i>Quedius xanthopus</i> (Erichson, 1839), R2	-	-	2
<i>Xantholinus linearis</i> (Olivier, 1794), E	3	-	-
<i>Tachyporus chrysomelinus</i> (Linnaeus, 1758), E	8	-	-
<i>Atheta crassicornis</i> (Fabricius, 1792), E	-	4	-
<i>Atheta fungi</i> (Gravenhorst, 1806), E	3	2	4
<i>Drusilla canaliculata</i> (Fabricius, 1787), E	15	-	-
<i>Geotrupes stercorarius</i> (Linnaeus, 1758), R2	-	-	7
<i>Lachnaia sexpunctata</i> (Scopoli, 1763), R2	3	-	-
<i>Melasoma populi</i> (Linnaeus, 1758), R2	5	-	-
<i>Sitona hispidulus</i> (Fabricius, 1776), E	7	-	-

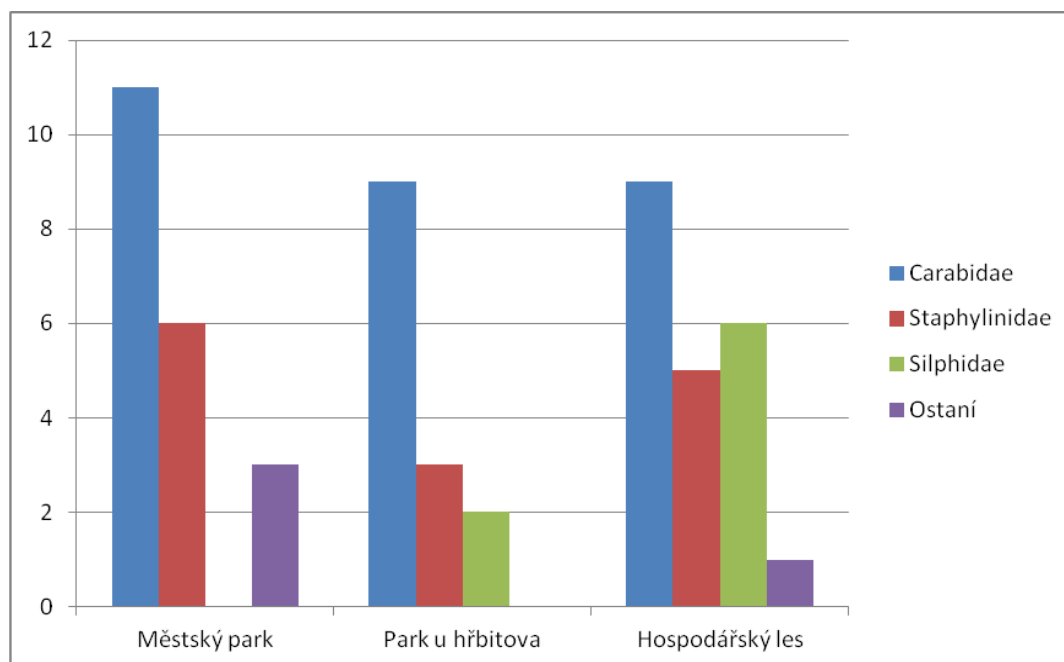
Smyslem práce je porovnat biodiverzitu tří lokalit studovaného území.
Tabulka č. 2. vyjadřuje početnost druhů dle čeledí v jednotlivých lokalitách.

Tabulka č. 2: Přehled druhů na jednotlivých biotopech

	Městský park	Park u hřbitova	Hospodářský les
Počet druhů <i>Carabidae</i>	11	9	9
Počet druhů <i>Staphylinidae</i>	6	3	5
Počet druhů <i>Silphidae</i>	0	2	6
Ostatní druhy	3	0	1
Celkem	20	14	21

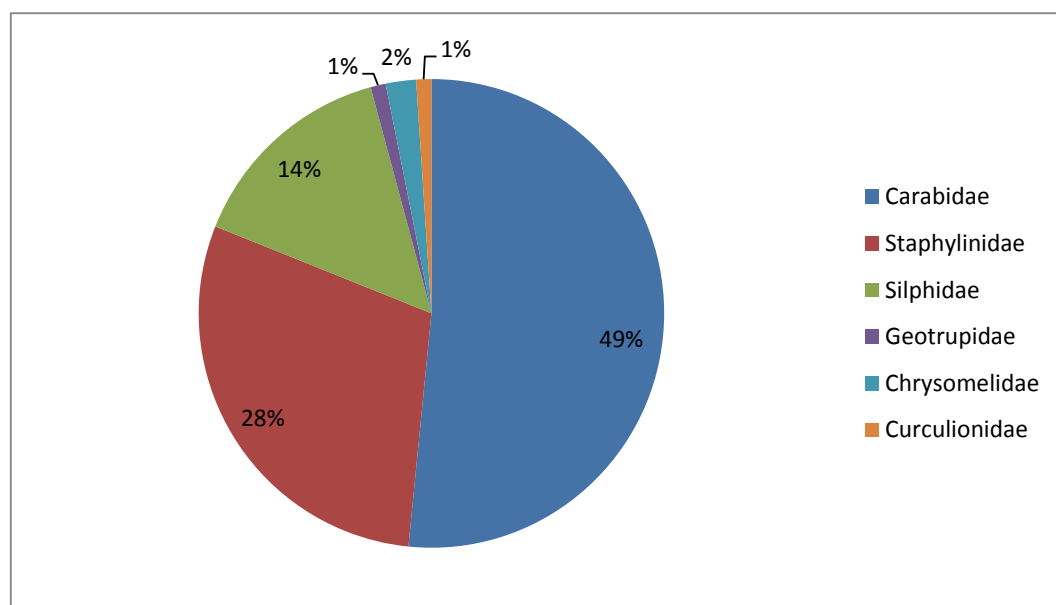
Nejvyšší druhová diverzita epigeických brouků byla zaznamenána mimo město v hospodářském lese (21 druhů). Nejnižší počet druhů byl v okrajové části města (park u hřbitova), kde bylo přítomno 14 druhů. Překvapivě vysoký počet 20 druhů byl zaznamenán v centru města (městský park).

Obr. 4: Početnost (aktivita) zjištěných druhů na jednotlivých lokalitách



Z obr. 4 je patrné dominantní zastoupení čeledi Carabidae ve všech třech lokalitách.

Obr.5: Procentuální zastoupení čeledí z celkového počtu druhů brouků



Obr.5 znázorňuje zastoupení druhů jednotlivých čeledí na všech lokalitách. Největší druhové zastoupení mají střevlíkovití, druhou početnou skupinou jsou

drabčíkovití. Čeleď mrchožroutovití byla zastoupena 6 druhy. Abundance druhů ostatních čeledí chrobákovití (1 druh), mandelinkovití (2 druhy) a nosatcovití (1 druh) byla zaznamenána v minimálním počtu.

Vzhledem k tématu práce, které se vztahuje k městskému prostředí, je zde tabulka č. 3 vyjadřující počty malých a velkých druhů z čeledi *Carabidae*. Větší druhy střevlíků inklinují k přirozenějším biotopům, v případě této studie je takovým stanovištěm hospodářský les. V městském parku je většinové zastoupení druhů menších než 20 mm a s postupem gradientu od centra města přes jeho okrajovou část až po les mají počty větších druhů vzestupný charakter.

Tabulka č. 3: Počet velkých a malých druhů čeledi *Carabidae*

	Městský park	Park u hřbitova	Hospodářský les
malé druhy (do 20 mm)	10	3	4
velké druhy (20 mm a více)	1	6	5

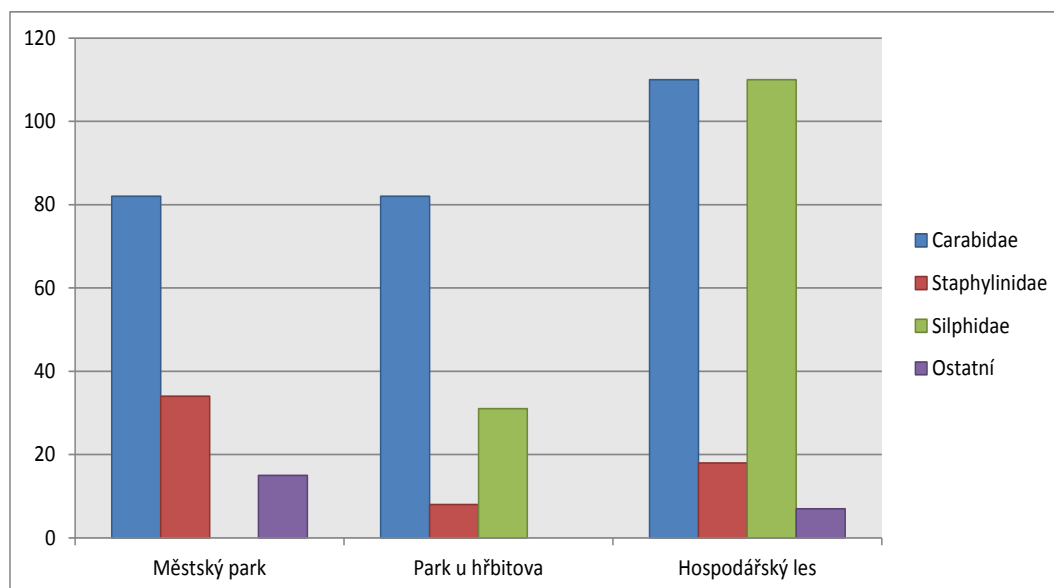
5.2 Počet (aktivita) jedinců epigeických brouků

Celkem bylo odchyceno 497 jedinců. Nejvíce odchycených jedinců bylo zaznamenáno u čeledi *Carabidae*. U drabčíkovitých nebyl počet jedinců vysoký. Druhou početnou (aktivní) skupinou byly brouci z čeledi *Silphidae*. Tento vysoký podíl byl zajištěn hlavně díky druhům *Thanatophilus rugosus* a *Oiceoptoma thoracica*.

Tabulka č. 4: Počet (aktivita) jedinců čeledí Carabidae, Staphylinidae, Silphidae a ostatní (tj. čeled' Geotrupidae, Chrysomelidae, Curculionidae)

	Městský park	Park u hřbitova	Hospodářský les	Celkem
Počet jedinců	131	121	245	497
Počet jedinců Carabidae	82	82	110	274
Počet jedinců Staphylinidae	34	8	18	60
Počet jedinců Silphidae	0	31	110	141
Počet ostatních jedinců	15	0	7	22

Obr. 6: Počet odchycených jedinců (aktivita) na jednotlivých biotopech



Z obr. 6 je patrné, že největší počet jedinců byl v hospodářském lese. Podstatná je však ekologická charakteristika druhů. Nejvyšší aktivita je opět

u jedinců z čeledi *Carabidae*, a to ve všech třech biotopech. Četnost jedinců je také u čeledi *Silphidae* v biotopu lesa, ovšem jedná se o zvýšenou aktivitu pouze dvou druhů *Thanatophilus rugosus* (56 exemplářů) a *Oiceoptoma thoracica* (34 exemplářů). U čeledi *Staphylinidae* nebyl zaznamenán žádný výkyv spočívající ve vyšší aktivitě některého z identifikovaných druhů. Aktivita ve skupině Ostatní nebyla nijak významná.

5.3 Frekvence epigeických brouků dle jejich ekologických nároků na jednotlivých stanovištích

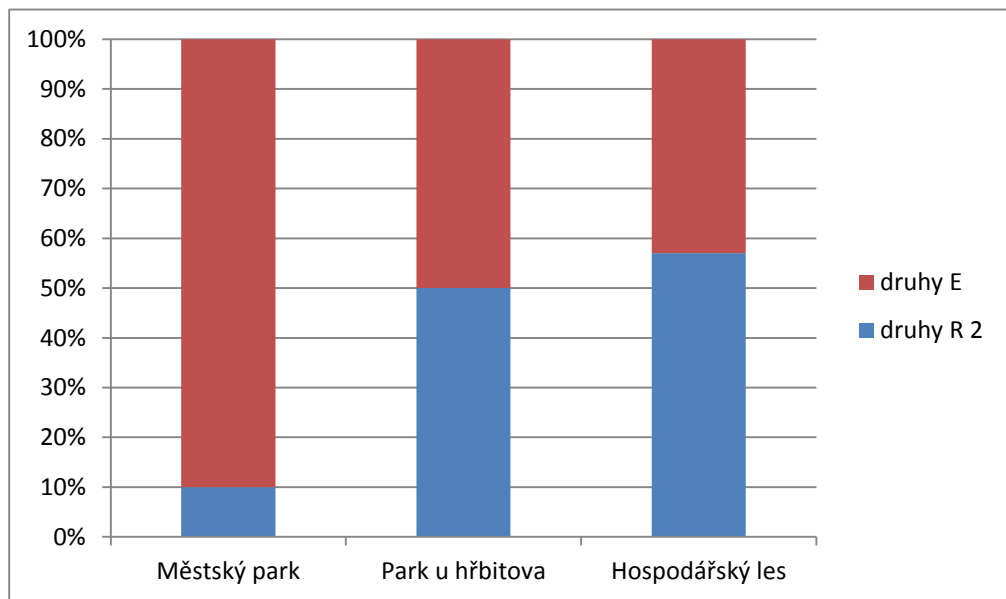
Všechny identifikované druhy byly přiřazeny do skupin dle jejich ekologických nároků a citlivosti k antropogenním vlivům (viz tabulka č.1).

Tabulka č. 5: Zastoupení druhů s různou citlivostí k antropogennímu ovlivnění v jednotlivých lokalitách.

	Městský park	Park u hřbitova	Hospodářský les
Druhy R 2	2	7	12
% zastoupení R 2	10%	50%	57%
Druhy E	18	7	9
% zastoupení E	90%	50%	43%

Druhy R 1 - relikty I. řádu (druhy biotopů nejméně ovlivněných člověkem) nebyly zastoupeny vůbec. Druhy R 2 - relikty II. řádu (druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů) měly nejdominantnější zastoupení mimo město (hospodářský les). Naopak minoritní byly v centru města, kde byly identifikovány pouze 2 druhy a převládaly zde druhy expanzivní - E.

Obr. 7: Procentuální zastoupení druhů brouků různě citlivých k antropogenním vlivům (R2-relikty II. řádu, E – expanzivní druhy).



5.3.1 Index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků na sledovaných stanovištích

Na základě zjištěného procentuálního zastoupení R2 a E skupin brouků byl na jednotlivých plochách stanoven index antropogenního ovlivnění (ISD) (Boháč 1999).

Tabulka č. 6: Index antropogenního ovlivnění společenstev epigeických brouků na třech sledovaných stanovištích.

	ISD
Městský park	5
Park u hřbitova	25
Hospodářský les	28,5

Výsledky výpočtu ISD ukazují na zvyšující se stupeň antropogenního ovlivnění podél gradientu od centra města k jeho okraji, společenstvo nejméně ovlivněné je s ISD 28,5 v hospodářském lese.

5.4 Popis gradientu biodiverzity od centra města přes jeho okrajové části a mimo město

Pro popis gradientu biodiverzity od městského prostředí přes okrajové části až po lokalitu mimo město je důležité vyjádření počtu druhů identifikovaných na jednotlivých plochách a jejich porovnání. Velice důležitým ukazatelem druhové diverzity je ekologická charakteristika druhů.

V městském parku bylo zjištěno celkem 20 druhů. Nejvyšší bylo zastoupení druhů z čeledi *Carabidae*, celkem 11 druhů. Odchyceno bylo 131 brouků. Naprostá většina druhů patří do skupiny E (expanzivní druhy). Vysoký podíl expanzivních druhů zde signalizuje nízké přírodní hodnoty stanoviště. Index antropogenního ovlivnění má hodnotu 5. Tento výsledek ukazuje na společenstvo nejvíce ovlivněné člověkem. Větší druhy čeledi *Carabidae* byly zastoupeny pouze jedním broukem (*Carabus granulatus*). Zajímavostí je naprostá nepřítomnost druhů z čeledi *Silpidae*, která měla naopak dominantní zastoupení v hospodářském lese, což dokazuje největší počet (aktivitu) odchycených jedinců dvou druhů, a to *Thanatophilus rugosus* a *Oiceoptoma thoracica*.

V okrajové části města (park u hřbitova) bylo identifikováno 14 druhů brouků. Dominovala čeleď *Carabidae* s 9 druhy. Odchyceno bylo 121 brouků. Podíl druhů R2 : E byl shodný. Hodnota ISD byla 25, to nám dokazuje, že společenstva brouků v okrajové části města jsou méně ovlivněna činností člověka.

Poslední lokalitou byl hospodářský les. Zde bylo identifikováno 21 druhů, odchyceno bylo 245 brouků. Druhy R2 převažovaly nad druhy E. Hodnota indexu antropogenního ovlivnění byla 28,5. Zdá se tedy, že hodnoty ISD odpovídají známým ekologickým nárokům druhového spektra odchycených brouků. Je zde patrný určitý vztah mezi typickými vlastnostmi jednotlivých stanovišť a ekologickými nároky zjištěných druhů.

5.5 Popis dominantních druhů brouků na sledovaných stanovištích

Pterostichus melanarius (Illiger, 1798)

U tohoto druhu z čeledi střevlíkovitých byla zaznamenána největší aktivita. Vyskytoval se na všech sledovaných plochách, nejdominantnější však byl v městském parku (střed města), kde bylo odchyceno 41 jedinců. Naopak velmi nízká byla jeho aktivita v parku u hřbitova a v lesním biotopu. Jedná se o druh expanzivní s širokým spektrem biotopů.

Dle Hůrky (1996) se jedná o rozšířený, velmi eurytopní druh polí, luk, zahrad i lesů. U nás obecný od nížin do hor.

Carabus violaceus violaceus (Linnaeus, 1758)

Nejhojnější zástupce větších druhů z čeledi *Carabidae*. V případě této studie velmi dominantní v okrajové části města (park u hřbitova), kde bylo odchyceno 16 jedinců. Ještě vyšší aktivita (31 jedinců) tohoto druhu byla mimo město (hospodářský les). V centru města byla nulová aktivita.

Jedná se o běžný druh dorůstající 22 - 35 mm, žijící jak na otevřených stanovištích luk a polí, tak i v zahradách a lesích. Vytváří několik poddruhů. Rozmnožuje se ve vrcholném létě a na podzim. Larvy přezimují spolu s brouky (Hůrka, 2005).

Carabus intricatus intricatus (Linnaeus, 1758)

Druh z čeledi *Carabidae* identifikován pouze v okrajové části města (park u hřbitova). Jak již bylo uvedeno, jedná se o druh, který v posledních desetiletích mizí prakticky z celé střední Evropy (Turin, Penev & Kasale, 2003). Jeho aktivita v parku u hřbitova svědčí o silné populaci na tomto biotopu. Celkem bylo odchyceno 27 jedinců. Nejvíce exemplářů tohoto krásného střevlíka bylo patrně v pastech, které byly umístěny u staré hřbitovní zdi. Tato místa jsou zastíněna a byl zde dostatek vlhkosti, kolem zdi je řídká vegetace.

Velký střevlík 24 - 36 mm, žijící ve světlých lesích i v zahradách a městských parcích. Zbarvení je černé s fialovo-modravým třpytivým povrchem. Vzácně se zeleným nebo černým nádechem. Zesponu černý, přívěsky také černé. Hlava je silně vráscitá, oči silně vystupující. Štít s dobře viditelnými zašpičatělými zadními laloky. Krovky oválného tvaru s četnými vráscami. Brouci přezimují pod kůrou pařezů a

ležících kmenů. Střevlík vrásčitý je nočním dravcem, přes den se ukrývá pod kameny, v listí nebo v mechu. Lze ho však spatřit i ve dne. Za kořistí leze dokonce na stromy (Anonymus 6).

Philonthus decorus (Gravenhorst, 1802)

Dominantní druh z čeledi *Staphylinidae*, identifikován jen v hospodářském lese v počtu 9 jedinců. Odchycením pouze v této lokalitě se potvrzují jeho ekologické nároky, dle kterých je zařazen do skupiny R 2 (druhy kulturních lesů).

Thanatophilus rugosus (Linnaeus, 1750)

Patří do čeledi *Silphidae* – mrchožroutovití. Zjištěna největší aktivita ze všech identifikovaných druhů. Dominantně zastoupený mimo město (hospodářský les). Pravděpodobně pro jeho potravní nároky byla absence tohoto druhu v městském parku. V době odchyty byla v jedné z pastí v hospodářském lese nalezena mršina malého hlodavce a výskyt mršiny byl zaznamenán také v bezprostřední blízkosti pasti. To mohlo být také důvodem vyššího počtu odchyceným jedinců na tomto stanovišti.

Druh charakteristický jakoby tepaným štítem s ochlupeným povrchem, velikost 8 - 12 mm, černý druh, krovky mají tři žebra. Larvy i imaga jsou běžné na menších i větších mršinách, preferují otevřenou krajinu (Hůrka 2005).

6. DISKUZE

Epigeickými brouky v městských parcích, vesnických sídlech a příměstských lokalitách se zabývali např. Niemala et al. (2002, 2009), Boháč (1994, 2003, 2006), Černý (2006) a další. Nejvíce sledovanou skupinou byli střevlíci (Niemelä et al. 2002; Ishitani et al. 2003; Venn et al. 2003; Magura et al. 2004, 2005, 2006, 2010; Sadler et al. 2006). Celkový přehled o vlivu urbanizace na střevlíkovité podal Niemala (2009). V rámci programu GLOBENET byl porovnáván vliv urbanizace v 7 velkých městech Evropy, Ameriky a Asie v letech 2002 - 2005. Drabčíky se zabývali např. Boháč a Matějček (2003). Je všeobecně známo, že urbanizace má vliv na společenstva všech organismů.

Celkem bylo na sledovaných biotopech odchyceno 497 jedinců. Dle výsledků celkového počtu epigeických brouků byla zjištěna největší aktivita v biotopu les, také zde byla nejvyšší druhová diverzita. Úvodní hypotézu, že místem s nejvyšší biodiverzitou bude právě toto stanoviště, tedy lze potvrdit. Druhová diverzita i aktivita drabčků nedefinovala žádné specifické závěry. Je však třeba podotknout, že zemní pasti snáze postihují větší a těžší druhy a také druhy s větší aktivitou, proto se nehodí pro studium drabčků, kteří jsou mnohem menší a lehčí (Boháč 2012).

V našich výsledcích bylo zjištěno, že dominantní byli střevlíci. Proto je jim v této diskuzi věnováno nejvíce pozornosti. Výsledky prokázaly, že druhová diverzita (počet zjištěných druhů) v centru města byla stejná jako v biotopu lesa. Avšak důležitá je ekologická charakteristika druhů. V centru města převažovaly druhy ubikvistní a eurytopní. Vysoké zastoupení eurytopních druhů v městském parku (centrum města) dokazuje i nízká hodnota indexu antropogenního ovlivnění (ISD 5, viz tab.6). Ubikvistním druhem, který byl v největším počtu zaznamenán v městském parku, byl *Pterostichus melanarius*. To koresponduje s pozorováním Niemely et al. (1991, 2002), který popisuje, že byl tento druh také velmi dominantní v silně „pošlapaných“ městských parcích. Je však třeba zdůraznit, že studie Niemely probíhaly v mnohem větších městech ve Finsku, kde jsou odlišnější klimatické podmínky. Další, kdo ve svých studiích také dokazuje vysokou četnost populací *Pterostichus melanarius* v městských stanovištích silně ovlivněných urbanizací, je

Bourassa et al. (2011). I ve studii Boháče a Černého (2012) byl tento druh, vedle druhu *Poecilus cupreus*, jedním z dominantních. V případě této studie byl běžný adaptabilní druh střevlíka *Poecilus cupreus* odchycen jen v městském parku (střed města) v minimální počtu (7 jedinců). Vysoké zastoupení *Pterostichus melanarius* v městském prostředí vyzývá k otázce, zda může mít tento druh dopad na ostatní druhy střevlíků v dané lokalitě.

V další ze sledovaných lokalit v okrajové části města (biotop park u hřbitova) byl nízký počet druhů, avšak jejich ekologická charakteristika prokázala uspokojivý stav. Dominovaly zde větší druhy střevlíků, bylo zde odchyceno 6 druhů. Za větší druhy střevlíků jsou obecně považovány druhy dorůstající 20 mm a více. Pro porovnání - v centru města byl identifikován pouze jeden exemplář většího druhu *Carabus granulatus*. Niemelä et al. (2009) také uvádějí, že v městských částech převažovaly malé druhy a větší druhy byly méně četné až vzácné. Výskyt větších druhů v okrajové části se slučuje také se závěry Boháče a Černého (2012). Ti studovali biodiverzitu střevlíkovitých ve dvou vesnicích poblíž Českých Budějovic a příměstské části (panelové sídliště) v letech 2004 - 2005. Podobně prokázali, že počet druhů v obcích byl nižší, ale převládaly druhy specialistů, jako *Carabus intricatus*, *Carabus violaceus*, *Carabus scheidleri* a další z větších druhů. Jejich výsledky tedy podpořily myšlenku, že heterogenní prostředí vesnic podporuje rozmanitost střevlíkovitých. Dá se říci, že biotop parku v okrajové části města je podobný biotopu vesnice. Jedná se o velice klidnou část města, která není téměř vůbec navštěvována lidmi a sousedí s lesíkem, kde převažují listnaté stromy. Svou roli zde může mít i jakýsi kompost, kam lidé vyváží biologicky rozložitelný odpad ze svých zahrádek.

Z větších druhů střevlíků byl zajímavý nález *Carabus intricatus*, který byl identifikován pouze v parku u hřbitova (okrajová část). Jeho vyšší aktivita (27 jedinců) svědčí o síle populace na tomto biotopu. Otázkou je, proč byl tento druh, který v současné době silně ubývá v celé Evropě (Turin, Penev & Kasale, 2003), tak hojný pouze na tomto místě. Svou roli zřejmě sehrála přítomnost starých stromů, dostatek vlhkosti a zastínění. Možná i část travní plochy, která je sečena pouze 2 - 3x za rok. Příkladem toho, že se tento druh střevlíka stává více sledovaným, jsou studie 10 populací tohoto druhu ve Velké Británii, které jsou sledovány dlouhodoběji. Sledování probíhá v rámci aktivit JCNN (veřejný orgán, jenž působí jako poradce

vlády UK v otázkách ochrany přírody a biodiverzity) (Anonymus 9). Dle mého názoru byl park u hřbitova, který reprezentoval okrajovou část města, nejzajímavějším stanovištěm. Z výsledků vyplývá, že má tento biotop určitý pozitivní vliv na společenstva druhů specialistů. Ty zde byly zastoupeny hlavně velkými druhy střevlíků, *Carabus scheidleri*, *Carabus hortensis*, *Carabus intricatus* a *Carabus violaceus*, které zde vykazovaly i značnou aktivitu. Vypočítaná hodnota indexu antropogenního ovlivnění 25 je téměř srovnatelná s hodnotou z lesního biotopu, kde byla hodnota 28,5. I když tyto hodnoty svědčí o silném antropogenním ovlivnění, ekologická charakteristika druhů z těchto dvou biotopů byla velice příznivá.

Ze zvláště chráněných druhů střevlíkovitých brouků byl zjištěn výskyt zákonem chráněného *Carabus scheidleri*, který byl opět aktivnější v parku u hřbitova (okraj města) než v biotopu lesa. Významným nálezem je i druh *Pterostichus aterrimus*, který v rámci ČR patří mezi druhy vzácné pouze s několika známými lokalitami výskytu, zejména v jižních Čechách. Jeho biotopem jsou zarostlé močály (Hůrka 1996), toto se však vylučuje s místy nálezu z této studie.

Obecně tedy platí, že celková četnost a druhové bohatství klesá s rostoucí urbanizací (Niemelä a Kotze 2009, Magura et al. 2010, Boháč a Černý 2006). S tím musím souhlasit, protože hlavní hypotéza této studie, že zvyšující účinky narušení budou patrné podél gradientu od města přes jeho okrajové části, se potvrdila. Ovšem porovnávání výsledků této práce s dalšími studiemi bylo poněkud problematické, z důvodu chybějících podobných výzkumů, které by probíhaly ve srovnatelných podmínkách spíše menších měst na území ČR. V našich podmínkách se studie věnovaly spíše venkovskému prostředí. Většina dostupných zahraničních studií byla z větších měst z různých částí světa (Kanada, Japonsko a velká města Evropy). Ze zjištěných dat a srovnání různých aspektů se jeví biodiverzita okrajové části města Český Krumlov jako uspokojivá ve srovnání s hospodářským lesem. Pro zlepšení biodiverzity v městském parku (střed města) jsou dále navržena některá opatření.

7. NÁVRH OPATŘENÍ PRO OCHRANU BIODIVERZITY V ČESKÉM KRUMLOVĚ

Dle získaných výsledků se v této části mé bakalářské práce pokusím navrhnout některá opatření pro zlepšení biodiverzity bezobratlých v Českém Krumlově.

Český Krumlov je samozřejmě nejvíce prezentován jako historické město s bohatým kulturním dědictvím. Zajímavým nápadem by tedy bylo prezentovat město z úplně jiného pohledu, a to jako město podporující biodiverzitu, jejíž snižování je již delší dobu globálním problémem.

Městský park je jako většina podobných parků u nás udržován velmi intenzivně. Kosení trávy probíhá 8 - 10x za sezónu, kromě trávy, vzrostlých stromů a několika menších keřů zde není moc potencionálních stanovišť pro bezobratlé. Pro podporu biodiverzity v městské parku by například bylo vhodné:

- Při údržbě zeleně vynechávat plošky, které by byly koseny jen 2 - 3x ročně. Tím by vznikly nové biotopy a úkryty pro bezobratlé, ale i další organismy.
- Dále by bylo vhodné doplnit tato místa o tzv. mrtvé dřevo, tj. ponechat zde část torza stromu při případném kácení. Dřevní hmota je využívána nejen vývojovými stadii, ale i dospělci, slouží jako potrava, úkryt, místo k páření a lovu (Jankovský et al. 2006).
- Vzhledem k tomu, že je v parku zvýšený pohyb turistů, ale i obyvatel města, kteří jsou v parcích zvyklí na „anglické trávníky“ bylo by určitě téměř nutností taková místa opatřit informační tabulí. Na této informační tabuli by bylo poutavým způsobem popsáno a vysvětleno, z jakého důvodu jsou tato místa udržována méně intenzivněji.
- Nemělo by chybět fotografické vyobrazení např. *Carabus intricatus*, který je velmi krásným druhem střevlíka. Zajímavá by byla např. fotodokumentace tlejícího stromu v časových odstupech apod.
- Cílem tohoto záměru by mohlo být právě rozšíření druhu *Carabus intricatus*, který byl odchycen pouze v parku u hřbitova, do dalších lokalit města. Tímto by vlastně došlo k ochraně druhů, ale i k zvýšení atraktivnosti a zajímavosti parku.

Financování by bylo možné z dotačních programů na podporu biodiverzity (Opatření k ochraně ohrožených druhů rostlin a živočichů), nebo formou sponzorského daru. Vzhledem k výše uvedeným opatřením je jediný bod, který je závislý na financích, právě vyhotovení informační tabule. V porovnání se službami, které úpravou managementu prokážeme organismům, kteří zde žijí, a potažmo i sami sobě, je myslím částka na vyhotovení tabule zanedbatelná.

8. ZÁVĚR

Byli sledováni epigeičtí brouci. Výzkum spočíval ve sběru materiálu na třech plochách na území města Český Krumlov. Sběr probíhal metodou zemních pastí v období duben až září roku 2012. Ze získaného materiálu byla shromážděna data o druhové diverzitě, abundanci a antropogenním ovlivnění společenstev epigeických brouků. Cílovými skupinami byly čeledi střevlíkovití (*Carabidae*) a drabčíkovití (*Staphylinidae*). Výsledky potvrdily obecnou hypotézu, tedy, že zvyšující se účinky narušení byly patrné od centra města směrem k jeho okraji. Nejvíce narušeným stanovištěm byl městský park, který je lokalizován v centru města. Byla zde vyšší druhová diverzita (20 druhů) než v okrajové části města. Jednalo se však o druhy vysoce adaptabilní. Je důležité podotknout, že aktivita jedinců nemusí být ukazatelem původnosti. Podstatná je ekologická charakteristika druhů. Hodnoty ISD 5 (index antropogenního ovlivnění) ze středu města vypovídají o stanovišti s intenzivním managementem. Výsledky stanoviště v okrajové části města ukazují na tento biotop jako významný pro druhy zařazené do skupiny R 2 dle Boháče (1990,1999). Biotop hospodářského lesa potrdil bohatou druhovou diverzitu s absolutní převahou reliktních skupiny R 2 tj. druhy stanovišť středně ovlivněných činností člověka, většinou druhy kulturních lesů.

9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- ANDĚRA, M., 2004: Encyklopedie naší přírody. Slovart, Praha, s. 176.
- ASSMANN, T., 2009: Ground beetles and global change. first results from ongoing studies on case study species, Abstracts of the XIV European Carabidologists Meeting, Westerbork, The Netherlands.
- BEDNARSKA, A. J., LASKOWSKI, R., 2009: Environmental conditions enhance toxicant effects in larvae of the ground beetle *Pterostichus oblongopunctatus* (Coleoptera: Carabidae), *Environmental Pollution* 157, Issue 5, s.1597-1602.
- BOHÁČ, J., 1988: Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) k bioindikaci kvality životního prostředí, *Zpráva Čs. společ. ent. SAV*, 24: 33-41.
- BOHÁČ, J., 1990: Využití společenstev drabčíkovitých (Coleoptera, Staphylinidae) pro indikaci kvality životního prostředí. - *Zpr. Čs. Společ. Entomol. ČSAV*, 26: 119-125.
- BOHÁČ, J. & FUCHS R., (1994): Carabids and staphylinids in Bohemian villages. In: Desender K. et al. (eds), *Carabid beetles: ecology and evolution*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht : 237-242.
- BOHÁČ, J., 1999: Organismy jako bioindikátory měnícího se prostředí, *Životné prostredie*, Číslo 3 , Ústav krajinnej ekológie, Bratislava, s.126-129.
- BOHÁČ, J., MATĚJÍČEK, J., 2003: Katalog brouků Prahy. Drabčíkovití - Staphylinidae. Sv. IV.; Clarion Production, Praha, s. 256.
- BOHÁČ, J., KOHOUT P., 2011: Metody studia biodiverzity v porostech energetických rostlin - půdní epigeičtí brouci. *Acta Pruhoniana* 97, Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, Průhonice, s. 85-96.
- BOHÁČ, J., 2012: přednášky oboru „Biologie ochrany přírody - biotopy, společenstva, druhy v krajině a jejich ohrožení a ochrana“.
- 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.
- BOURASSA, S., SPENCE, J., HARTLEY, D. J., LEE, S., 2011: Wing-dimorphism

- and population expansion of *Pterostichus melanarius* at small and large scales in central Alberta, Canada. Pensoft Publishers, Journal ZooKeys, 147: s.545-558
- ERMAKOV, AI., 2004: Structural changes in the carabid fauna of forest ecosystems under a toxic impact. Russian Journal of Ecology, 3: s.403-408.
- HANOUSKOVÁ, I., BOHÁČ, J., 2005: Case studies: České 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, s.156-162.
- HANOUSKOVÁ, I. et al., 2005: Green structures of Ceske Budejovice. In Green structure and urban planning, COST Action 11, Final report, Office for official publications of the European communities, Luxembourg, s. 122-31.
- HANSKI, I., 2005: The shrinking world: ecological consequences of habitat loss. International Ecology Institute, Oldendorf Luhe, Germany, s. 94.
- HOUSTON, D. B., DOCHINGER, L. S., 1977: Effects of ambient air pollution on cone, seed, and pollen characteristics in eastern white and red pines. Environmental Pollution, 2:1-5.
- HŮRKA, K., 1992: Střevlíkovití, Academia, Praha, s.196.
- HŮRKA, K., 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Carabidae České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, s.565.
- HŮRKA, K., 2005: Brouci České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín, s.390.
- ISHITANI, M., KOTZE, DJ. & NIEMELA, J., 2003: Changes in carabid beetle assemblages across an urban-rural gradient in Japan. Ecography 26, s. 481-489.
- JANKOVSKÝ, L., LIČKA, D., TOMŠOVSKÝ, M., BERÁNEK, J., ANTONÍN, V., 2006: Analýza postupů ponechávání dřeva k zetlení z hlediska vlivu na biologickou rozmanitost. Expertíza pro Ministerstvo životního prostředí ČR.
- JELÍNEK, F., 1999: Nedoceněné bohatství, Ministerstvo životního prostředí, s. 31-34.
- KAVKA, B., ŠINDELÁŘOVÁ, J., 1978: Funkce zeleně v životním prostředí. Státní zemědělské nakladatelství Praha. s. 235.

- KOTZE, J. D., BRANDMAYR, P., CASALE, A., DAUFFY-RICHARD, E., DECONINCK, W., KOIVULA, M. J., LOVEI, G. L., MOSSAKOWSKI, D., NOORDIJK, J., PAARMANN, W., PIZZOLOTTO, R., SASKA, P., SCHWERK, A., SERRANO, J., SZYSZKO, J., TABOADA, A., TURIN, H., VENN, S., VERMEULEN, R., ZETTO, T., 2011: Forty years of carabid beetle research in Europe – from taxonomy, biology, ecology and population studies to bioindication, habitat assessment and conservation, ZooKeys, Vol. 100, s. 55–148.
- KOCH, K., 1989: Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie. Bd.1 Goecke & Evers, Krefeld, s. 439.
- KOUBEK, P., 2005: Územní plán města Český Krumlov, fáze III, Atelier Praha.
- LÖVEI, G. L., MAGURA, T., 2011: Can carabidologists spot a pitfall? The non-equivalence of two components of sampling effort in pitfall-trapped ground beetles (Carabidae). Community Ecology, in press.
- MAGURA T., TÓTHMÉRÉSZ, B., LÖVEI, G. L., 2006: Body size inequality of carabids along an urbanisation gradient. Basic and Applied Ecology 7, s. 472–482.
- MAREČEK, J., 1975: Zahrada a její uspořádání, SZN Praha, s. 287
- MARYAŃSKI, M., KRAMARZ, P., LASKOWSKI, R. & NIKLIŃSKA, M., 2002: Decreased energetic reserves, morphological changes and accumulation of metals in the carabid beetles (*Poecilus cupreus* L.) exposed to zinc or cadmium contaminated food. Ecotoxicology, 11: s. 127-139.
- MÍČHAL, I., 1994: Ekologická stabilita. Veronica, Brno, ČSOP, s. 276.
- MOLDAN, B., 2001: Ekologická dimenze udržitelného rozvoje. Nakladatelství Karolinum, Praha, s. 102.
- MŽP, 2010: Zpráva o naplňování Cíle 2010 v ochraně biodiverzity v ČR, Ministerstvo životního prostředí ČR ve spolupráci s AOPK ČR, Praha, s. 76.
- NIEMELÄ, J., SPENCE JR., 1991: Distribution and Abundance of an Exotic Ground-Beetle (Carabidae) - a Test of Community Impact. Oikos 62: s. 351-359.
- NIEMELÄ, 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: s.387–401.
- NIEMELÄ J., KOTZE, D.J. , 2009: Carabid beetle assemblages along urban to rural, gradients: A review, *Landscape and Urban Planning* 92, s. 65–71
- OPPLOVÁ, M., 1996: Životní prostředí měst a regionů. VŠE Praha, s. 224.
- PIZZOLOTTO R., 2009: 30 years of carabid sampling in Italy: a data bank for studying local climate change. Abstracts of the XIV European Carabidologists Meeting, Westerbork, the Netherlands, s. 24.
- PRIMACK, R. B., CORLETT, R., 2005: Tropical Rainforests: An Ecological and Biogeographical Comparison. Blackwell, Malden.
- PRIMACK, R. B., KINDLMANN, P., JERSÁKOVÁ, J., 2011: Úvod do biologie ochrany přírody. Portál, Praha, s. 472.
- REICHHOLF, J., 1999: Životní prostředí. Ekologie lidských sídel. Praha, Ikar, ISBN 80-7202-503-1, s. 223
- RŮŽIČKOVÁ, J. A KOL., 1996: Sadovnictví , Květ-Praha, ISBN 80-58362-21-X, s. 256.
- SAPIA, M., LÖVEI, GL., ELEK, Z., 2006: Effects of varying sampling effort on the observed diversity of carabid (Coleoptera: Carabidae) assemblages in the Dangle Project, Denmark. *Entomologica Fennica* 17: s. 345-350.
- SADLER, JP., SMALL, EC., FISZPAN, H., TELFER, MG & NIEMELA, J., 2006: Investigating environmental variation and landscape characteristics of an urban–rural gradient using woodland carabid assemblages, *Journal of Biogeography* 33: 1126–1138.
- SMITH, J., CHAPMAN, A. & EGGLETON, P., 2006: Baseline biodiversity surveys of the soil macrofauna of London's green spaces. *Urban Ecosystem* 9: s. 337–349.
- SPIRN, A.W., 1984: The Granite Garden. Urban Nature and Human Design. New York, 334 s.
- SUPUKA, J. ET AL., 1991: Ekologické princípy tvorby a ochrany zelene. Bratislava, Vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, ISBN 80-224-0128-5, s.163-212

- TURIN, H., PENEV, L., CASALE, A., 2003: The genus Carabus in Europe. A synthesis, Pensoft Publishers, Sofia, 536 s.
- ULRICH, R. S., 1984: View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224: s. 42-421.
- VANĚK, S., 2005: Čtverce plné střevlíků. Vesmír, roč. 84, č. 1: s. 18-19.
- VERGUNOV, A. P., 1980: Architektonická kompozice sadů a parků. Strojizdat, Moskva, s. 249
- VOREL, I., 1999: Prostorové vztahy a estetické hodnoty, Péče o krajinný ráz – cíle a metody, ČVUT Praha, s.20-27

Internetové zdroje

- Anonymus 1: <http://www.uake.cz/frvs1269/kapitola5.html> staženo 12.11.2012
- Anonymus 2: http://www.mzv.cz/representation_brussels/cz/evropska_unie/život_ni_ma_strategii_pro_biodiverzitu.html staženo 13.11.2012
- Anonymus 3: http://mzp.cz/cz/umluva_mesice_kveten staženo 29.10.2012
- Anonymus 4: <http://web.natur.cuni.cz/> staženo 2.12.2012
- Anonymus 5: http://www.jaroslavbohac.wz.cz/download/pudni_zoologie.pdf / staženo 2.12.2012
- Anonymus 6: <http://www.naturabohemica.cz/chaetocarabus-intricatus/> staženo 25.7.2012
- Anonymus 7: http://www.ckrumlov.info/docs/cz/zakinf_1.xml staženo 3.3. 2013
- Anonymus 8: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1602> staženo 19.3.2013
- Anonymus9: <http://jncc.defra.gov.uk/default.aspx?page=2183&q=carabus%20intricatus> staženo 27.3.2013
- Anonymus 10: http://www.sci.muni.cz/bot_zahr/Invazetext.htm staženo 23.3.2013

10. PŘÍLOHOVÁ ČÁST



Vlastní foto, místo odchyty hospodářský les.



Vlastní foto, místo odchyty městský park.

Dominantní druhy



Pterostichus melanarius (Illiger, 1798), foto Zdeněk Chalupa, www.biolib.cz



Carabus intricatus intricatus (Linnaeus, 1758), foto Petr Zábranský, www.zabra.at



Philonthus decorus (Gravenhorst, 1802), foto Krejčík Stanislav, www.biolib.cz