Acta Mus. Beskid., **2**: 103-115, 2010
ISSN 1803-960X

Biotopové preference svižníků (Coleoptera: Carabidae: *Cicindela*) **v antropogenním prostředí hornické krajiny v Prostřední Suché, Česká republika**

Habitat preferences of tiger beetles (Coleoptera: Carabidae: *Cicindela*) **in anthropogenic coal-mine landscape in Prostřední Suchá, Czech Republic**

Michal RYŠÁN [1)] & Petr KOČÁREK [2)]

[1)] Jilmová 1641, CZ-286 01 Čáslav, e-mail: mrysan@centrum.cz
[2)] Katedra biologie a ekologie, Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Chittussiho 10, CZ-710 00 Ostrava 2, e-mail: petr.kocarek@osu.cz

Keywords: industrial landscape, coal-mine, sump mud, habitat preferences, larvae, *Cicindela,* Carabidae, Coleoptera, Prostřední Suchá, Czech Republic

Abstract. Ecological preferences of four coexisting *Cicindela* L., 1758 species were studied in relation to abiotic and biotic conditions in anthropogenic coal-mine landscape in Prostřední Suchá, Czech Republic. The study was focused to habitat requirements of *Cicindela* larvae in coal-mine sump mud. The most common species was *Cicindela hybrida* L., 1758, the larvae of which showed the lowest pattern of requirements for habitat. On the contrary, larvae of *C. arenaria* Füessly, 1775 and *C. germanica* L., 1758 showed distinctive habitat preferences in relation to substrate humidity, to the portion of clay and to the moss floor development in the case of *C. germanica*, and to the substrate humidity, to the portion of the organic remains on the soil surface and to the portion of silt and sand particles in the case of *C. arenaria*. The relation to the abundance of ants in the surroundings of larvae burrows was demonstrated in *C. hybrida*, *C. campestris* L., 1758 and *C. germanica*. Positive correlation between the occurrence of *C. campestris* and *C. hybrida* and negative correlation between the occurrence of *C. arenaria* and *C. hybrida* were demonstrated.

ÚVOD

Ostravsko je vzhledem k rozsáhlé důlní činnosti ze značné části přetvořeno v průmyslovou krajinu. Vlivem této činnosti zde vzniklo mnoho nových lokalit a sukcesní vývoj krajiny v těchto lokalitách probíhá od samého počátku zahájení dolování. Tyto podmínky mohou vytvořit vhodná stanoviště pro druhy, které se v antropicky neovlivněné krajině vyskytují jen velice zřídka. Příkladem hmyzu, který je vázán na iniciální a blokovaná sukcesní stadia jsou svižníci rodu *Cicindela* L., 1758.

Biologií svižníkovitých brouků se zabývala celá řada autorů (např. PEARSON & MURY 1979; HORI 1982; PEARSON & KNISLEY 1985; PEARSON & VOGLER 2001; WOLF & GIBBS 2004; BRUST et al. 2006), ale prací vztažených k evropskému prostředí je minimální množství (např. SIMON et al. 1996; UNRUH 1994). Podrobnější studie zaměřené na biologii a ekologii svižníků v prostředí průmyslové krajiny dosud nebyly ve střední Evropě prováděny, studie na toto téma byly publikovány pouze ze Severní Ameriky (např. WOLF & GIBBS 2004; PEARSON & VOGLER 2001). Problematikou biologie evropských svižníků se zabývali např. GERBERT & PLACHTER (1987) a SCHNITTER & FROST (1995), UNRUH (1994), SIMON-REISING et al. (1996). Nejkomplexnější výzkum zaměřený na detailní studium biologie jednoho druhu (*Cicindela japonic*a Thunberg, 1781) vypracoval HORI (1982).

Výskyt svižníků v České republice nebyl dosud podrobně zpracován a publikováno bylo jen několik dílčích faunistických zpráv (např. KLETEČKA et al. 2006; HAMET et al.

1999; KALÁB 2002, 2004). O výskytu svižníků v Moravskoslezském kraji se zmiňují STANOVSKÝ et al. (2003), STANOVSKÝ & PULPÁN (2006) a KOUTECKÁ et al. (2006).

Cílem předkládané studie bylo zaznamenat a vyhodnotit biotopové preference svižníků *Cicindela campestris* L., 1758, *C. hybrida* L., 1758, *C. germanica* L., 1758 a *C. arenaria* Füessly, 1775 ve vztahu k vybraným fyzickým a biotickým podmínkám prostředí v podmínkách antropogenního kaliště. Zmíněné druhy jsou až na *C. hybrida* zahrnuty ve vyhlášce MŽP ČR 395/1992 Sb.

MATERIÁL A METODIKA

Studované území

Studium bylo realizováno v prostoru odstaveného kaliště „Castaldonovka" v areálu dolu František. Lokalita se nachází mezi obcemi Horní Suchá a Prostřední Suchá (49°48´30.267´´N, 18°27´42.86´´E). Lokalita byla využívána jako odkaliště, následně byla odstavena a některé její části ještě využívány na ukládání odpadní strusky a škváry. V současné době již není využívána pro ukládání kalů ani dalších odpadů a je určena k rekultivaci. Převážnou část kaliště pokrývají náletové dřeviny *Populus nigra* L. a *Betula pendula* Roth.

Na ploše kaliště bylo zvoleno 30 výzkumných ploch (obr. 1), na kterých byl proveden odběr vzorků a inventarizace plochy. Studijní plochy byly voleny tak, aby pokrývaly maximální množství zájmového území. Každá plocha byla zaměřena pomocí GPS (Garmin eTrex) pro pozdější sestavení mapy výzkumných ploch.

Metodika odchytu larev

Na ploše kaliště byl v roce 2008 proveden odchyt larev na třiceti čtvercích o ploše 0,25 m². Odchyt byl prováděn vyhrabáváním chodeb larev popřípadě kuličkovou metodou (viz níže). Při průzkumu zarostlých a zastíněných ploch byla nejdříve změřena výška dřevin, odhadnut zástin a následně odstraněna vegetace pro zlepšení přístupu k vlastním chodbám. V případě larev mladších instarů (L1 a L2) bylo použito nejčastěji vyhrabávání pomocí polní lopatky a následné dohledávání larev v substrátu, který byl nejdříve přesíván přes síto s velikostí oka 1 mm. V případě, že byl substrát vlhký a nebylo možné jej přesívat, byl naložen do připravených pytlů, odnesen k blízkému vodnímu zdroji a rozmyt přes síto.

Na odchyt starších larev (L3) byla použita modifikace kuličkové metody popsané PEARSONEM & VOGLEREM (2001). Principem metody je umístění přiměřeně velkého předmětu na vchod larvy, který se následně snaží larva odstranit. Použity byly keramické kuličky o průměru 6 mm, které jsou dostatečně těžké (0,25 g), aby je neodfoukl vítr, ale zároveň jsou na povrchu zřetelnější než třeba obyčejný kamínek. Při položení kuličky do ústí nory je nezbytné být v naprostém klidu, protože larva reaguje i na sebemenší otřesy půdy nebo pohyb stínu. Pro determinaci odchycených a vypreparovaných larev bylo použito klíče GILJAROVA (1964).

Mapování výskytu svižníků

Pro měření a zakreslování do map byla zvolena metoda GPS (Garmin eTrex) zaměřování. Druhou metodou bylo zakreslování do rastru přímo v terénu odhadem. Velikost hrany rastru byla v měřítku 10 m. K přesnějšímu určení polohy např. určení polohy, čtverců k odchytu larev, jsem využil GPS. Rozmístění výzkumných ploch na zkoumaném území bylo graficky zpracováno v programu ARCMap, základní ortofotomapa pochází z mapového portálu http://geoportal.cenia.cz (letecký snímek z roku 2004).

Odběr vzorků substrátu a hodnocení frakce substrátu

Odběr vzorků substrátu byl prováděn pomocí odpichovací sondy z duralové slitiny o průměru 35 mm do hloubky 10 cm. Hodnocení bylo provedeno granulometrickou metodou za použití software Gradistat 4.0 (BLOTT 2004). Byla použita síta velikosti oka 10000 µm, 5000 µm, 2000 µm, 630 µm, 200 µm, 63 µm a 20 µm. Pro rozklepávání připravených vzorků bylo použito třesadlo Fritsch ANALYSETTE 3 PRO, pro vážení vzorků lékárenské váhy OHAUS EXPLORER, na dosušení a vysoušení vzorků horkovzdušná trouba 1: noname, 2: BMT Stericell.

Hodnocení výskytu a kvantifikace proměnných prostředí (faktorů)

L – počet chodeb, udává počet chodeb na ploše 0,25 m². Tento počet byl získán sčítáním počtu ústí chodeb larev svižníků s ostrou hranou po odstranění vegetace a rostlinných zbytků.

Fn – počet mravenců byl stanoven hrubým součtem mravenců v okruhu 1 m od středu odběrné plochy. Do součtu byli počítáni pouze mravenci na povrchu, nikoli mravenci v norách a mraveništích, která jsou na ploše kaliště velice hojná. Druh a velikost nebyly hodnoceny. Na kališti dominuje pravděpodobně druh *Myrmica rubida* (Latreille, 1802).

E3 – vysoká stromová etáž, stromy a keře nad 150 cm výšky. Určování zástinu E3 bylo provedeno kvadrátovou metodou přilehlých čtverců stejné plochy, tedy pokud je vysoký strom vpravo, vlevo, nad, pod odběrnou plochou. Každá strana má hodnotu 25 %.

E2 – střední stromová etáž, stromy a keře od 50 cm do 150 cm**.** Určování zástinu E2 bylo provedeno kvadrátovou metodou přilehlých čtverců stejné plochy. Ve výjimečných případech může být brán zřetel i na vrcholové čtverce. Vyskytoval-li se zástin E2 i na výzkumné ploše, byla mu přiřazena hodnota 25 %.

E1 – nízká stromová etáž, stromy a keře do velikosti 50 cm, náletové dřeviny. Započteny byly pouze rostliny na výzkumné ploše. Číslo udává procento zástinu tímto náletem v kolmém pohledu shora.

Et – pokryvnost bylin a travin. Započteny byly pouze byliny a traviny na výzkumné ploše. Číslo udává procento zástinu tímto typem vegetace v kolmém pohledu shora. Princip jako E3.

Em – pokryvnost mechorosty. Započteny byly pouze mechorosty na výzkumné ploše. Číslo udává, kolik procent z výzkumné plochy pokrývají právě mechorosty.

Orgz – organické zbytky. Jedná se o odumřelé části rostlin – opad, větvičky, stébla trav atd. Číslo udává díl plochy v procentech, který je pokryt organickými zbytky.

msh – mocnost proschlého horizontu v substrátu, která byla změřena při kopání larev. Za suchý byl pouvažován substrát, který se volně sypal, nezanechával vlhký pocit na konečcích prstů. Za substrát vlhký byl považován takový, který zanechával ovlhlé konečky prstů, jednotlivé částice vytvářely shluky. Hloubka byla následně změřena pomocí měrné latě se stupnicí po 1 cm.

skelet – hrubá minerální nebo horninová frakce. Za skelet byly považovány všechny anorganické částice o velikosti větší než 5 mm. Číslo udává podíl v procentech, který tyto částice zaujímají na povrchu substrátu v měrném čtverci, protože právě tyto mají prvotní účinek na kladení vajec a následný vývoj larvy. Na částice v profilu nebyl brán zřetel.

SILT – obsah prachových částic v substrátu; **MUD** – obsah jílových částic v substrátu; **SAND** – obsah písčitých částic v substrátu.

D50 – průměrná hodnota substrátu.

RDA *analýza*

Jedná se o mnohonásobnou regresní analýzu dle metodiky CANOCCO, která umožňuje její sestavení pomocí RDA. V textu bude pro přehlednost používán výraz RDA (Renundanční analýza pro larvy jednotlivých druhů svižníků s automatickou selekcí faktorů). Pro ověření výsledků byla provedena i manuální zpětná selekce. Ze souboru dat byl vyřazen vliv larev jednotlivých instarů a vliv celkového počtu larev. Test hypotézy je proveden permutačním testem MONTE CARLO s počtem permutací 499. Statistické analýzy byly prováděny v programu CANOCCO for WINDOWS.

VÝSLEDKY

Během výzkumu byl získán materiál 185 jedinců larev svižníků rodu *Cicindela*. Nejpočetněji byly zastoupeny larvy druhu *C. hybrida* s počtem 83 jedinců, *C. arenaria* s počtem 46 jedinců, *C. germanica* s počtem 40 jedinců a *C. campestris* s počtem 16 jedinců larev.

Výsledky lineární regresní analýzy (tab. 1) závislosti výskytu larev svižníků *C. campestris*, *C. hybrida, C. areanria* a *C. germanica* na sledovaných proměnných (441 odhadovaných jedinců larev) vykazují následující závislosti. Jako nejvýznamnější faktor ovlivňující početnost larev svižníků na plochu se projevila početnost mravenců v okolí výzkumných ploch Fn (r = 0,986). Na druhém místě byla mocnost suchého horizontu msh (r = -0,616) a následně byly prokázány všechny vybrané charakteristiky substrátu: SILT (r = 0,565), MUD (r = 0,433), SAND (r = -0,428), D50 (r = -0,385). Substrát je tedy hned po potravě a vlhkosti nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje výskyt a početnost svižníků.

Při analýze korelačním koeficientem vzájemné mezidruhové interakce larev (n = 120 ks) svižníků (tab. 2) byla statisticky prokázána pozitivní závislost mezi druhy *C. hybrida* a *C. campestris* (r = 0,592). Oba druhy tedy preferují podobná stanoviště. Mezi druhy *C. hybrida* a *C. arenaria* (r = -0,517) byla prokázána záporná vazba. Oba druhy tedy preferují odlišná stanoviště. Výsledky potvrzuje i test průkaznosti ANOVA a hodnoty statistické průkaznosti vazeb mezi druhy *C. hybrida* vs. *C. campestris* (P = 0,0005) a mezi druhy *C. hybrida* vs. *C. arenaria* (P = 0,0035).

Statistická analýza biotopových preferencí larev pro druh *C. campestris* (n = 16) prokazuje za použití lineární regrese (tab. 3) vliv tří faktorů prostředí ze zkoumané sady. Jako nejdůležitější byl prokázán vliv druhé stromové etáže E2 (r = 0,453), dalšími důležitými faktory byly vliv faktoru obsahu prachových částic v substrátu SILT (r = 0,421) a vliv faktoru početnosti mravenců v okolí výzkumných ploch Fn (r = 0,366).

RDA analýza (tab. 3) není průkazná ani v jednom případě, jen nepatrně pod hranicí průkaznosti byly významné vliv první stromové etáže (E1), mocnosti suchého horizontu (msh) a vliv početnosti mravenců v okolí výzkumných ploch (Fn).

Statistická analýza biotopových preferencí larev druhu *C. hybrida* (n = 83) prokazuje za použití lineární regrese (tab. 4) vliv tří faktorů prostředí ze zkoumané sady. Nejvýznamnější byl vliv obsahu prachových částic v substrátu SILT (r = 0,638), menší význam měl vliv početnosti mravenců v okolí výzkumných ploch Fn (r = 0,574) a posléze vliv přítomnosti zástinu třetí stromovou etáží E3 (r = 0,394).

RDA analýza (tab. 4) je průkazná pro tři z faktorů prostředí. Jako nejvýznamnější byl vyhodnocen vliv obsahu prachových částic v substrátu (SILT) a celkově průměrný charakter substrátu (D50). Na třetím, ale ještě statisticky průkazném místě je zařazen vliv početnosti mravenců v okolí výzkumných ploch (Fn).

Statistická analýza biotopových preferencí larev druhu *C. germanica* (n = 40) prokazuje za použití lineární regrese (tab. 5) vliv pouze jednoho faktoru prostředí a to vliv početnosti mravenců v okolí výzkumných ploch Fn (r = 0,476).

RDA analýza (tab. 5) je průkazná pro dva z faktorů prostředí. Jako nejvýznamnější se umístil vliv mocnosti horizontu suchého substrátu (msh). Na druhém místě je prokazatelný vliv pokryvnosti mechorostů na výzkumné ploše (Em).

Statistická analýza biotopových preferencí larev druhu *C. arenaria* (n = 46) prokazuje za použití lineární regrese (tab. 6) vliv dvou faktorů prostředí. Prvním je vliv podílu organických zbytků na výzkumné ploše Orgz (r = -0,408). Faktor je záporný, tedy je preferováno prostředí s menším zastoupením organických zbytků rostlin na povrchu substrátu. Druhým významným faktorem je mocnost suchého horizontu msh (r = -0,405), vliv tohoto faktoru je taktéž záporný.

RDA analýza (tab. 6) je průkazná pro tři faktory prostředí. Nejvýznamnějším faktorem byl vliv průměrné hodnoty frakce substrátu (D50), méně průkazný byl vliv obsahu prachových částic v substrátu (SILT), nejmenší hodnoty průkaznosti dosáhl vliv obsahu písčitých frakcí v substrátu (SAND).

U některých faktorů byla prokázána jejich vzájemná závislost a mohou tedy zkreslovat konečný výsledek. tab. 7 obsahuje korelační matici všech prvků dohromady. Bílá pole jsou statisticky průkazné hodnoty korelací. Faktor početnosti mravenců (Fn) koreluje se všemi prvky substrátu i s faktorem mocnosti suchého horizontu (msh). Faktor vysoké stromové etáže (E3) koreluje jednak s faktorem nízké stromové etáže (E1) a střední stromové etáže (E2) a jednak s poměrem organických zbytků na ploše výzkumného bodu (Orgz). Faktor pokryvnosti travin na výzkumné ploše (Et) koreluje pouze s průměrnou hodnotou substrátu (D50). Faktor pokryvnosti mechorostů (Em) koreluje s obsahem skeletu v substrátovém profilu (skelet). Faktor mocnosti suchého horizontu (msh) koreluje se všemi charakteristikami substrátu (SILT, SAND, MUD, D50). Samotný substrát je ve vzájemných korelacích provázán do jednoho komplexu. Všechny údaje, které nejsou podbarveny, lze statisticky prokázat s $P< 0,05$.

DISKUZE

Ve středoevropských podmínkách jsou svižníci vázáni na azonální stanoviště (HŮRKA 1996), v současné době se jedná převážně o biotopy antropogenního původu (např. UNRUH 1994; MOCEK 1995; HAMET et al. 1999; STANOVSKÝ & PULPÁN 2006). Mezi jejich nejčastější naleziště patří pískovny, polní cesty a formy primárního a sekundárního bezlesí v nížinách. Častým stanovištěm, kde lze svižníky nalézt, jsou antropogenní formy převážně plochého reliéfu, tedy pískovny, kamenolomy a různé druhy vypuštěných nádrží s vhodným substrátrem. Tato práce byla zaměřena na biotopové preference svižníků v prostředí odstaveného a vypuštěného odkaliště.

Pro získání optimálních výsledků je velmi důležitý výběr vhodné metody pro odchyt larev. V rámci střední Evropy nebyla zpracována podobná studie a není tedy možno porovnat nebo převzít odzkoušenou metodiku. Nejdetailnějším výzkumem v této oblasti je studie na svižnících *C. japonica* od HORIHO (1982). PEARSON & VOGLER (2001) uvádí několik způsobů odchytu larev, metodu ucpávání chodeb a tzv. fishing (lov larev na nástrahu). Nejefektivnějším způsobem se jeví kombinace dvou a více způsobů odchytu, která vede k získání většího množství larev ze zkoumané plochy než při použití jen jedné z metod. Problém použité kuličkové metody spočívá hlavně v její časové náročnosti z důvodu plachosti larev, které se při sebemenším otřesu přesunou zpět na dno chodby. Nicméně je tato metoda velice spolehlivá, protože každá larva nakonec vyleze, aby odhodila kuličku a uvolnila si tak vchod do nory a pokud tak již činí, je úspěšnost jejího odchytu vysoká. Prosté vyhrabávání larev vyžaduje poměrně velkou práci při prosívání substrátu, ale je málo časově náročné. V rámci této studie byl získán maximální počet larev kuličkovou metodou, následně byl odchyt dokončen prosetím substrátu přes síto.

Pro zhodnocení vztahu larev k charakteru substrátu bylo nutné využít metodiku analýzy sedimentů. Zvolena byla standardní metodika granulometrické analýzy. Z fyzikálních parametrů substrátu jsem zvolil jeden parametr, který definuje substrát komplexně – jeho průměrnou hodnotu (D50) a tři parametry písek, prach a jíl (SAND, SILT a MUD), které zastupují jednotlivé frakce substrátu a vykazují dostatečný gradient změny.

Z mapy výzkumných ploch (obr. 1) na odkališti a výsledků granulometrie je patrný gradient vytříděnosti frakce od přítoku kalu směrem ke středu odkaliště. Z těchto výsledků by při vysoké závislosti substrátu a výskytu larev svižníků bylo možné pomocí interpolace mezi výzkumnými plochami predikovat možný výskyt jednotlivých druhů. Celý obraz sedimentace však zkreslují vedlejší faktory, jako je například druhotná navážka nebo změna polohy přítoku kalu. Avšak jistý trend je pozorovatelný zejména v případě *C. campestris* a *C. arenaria*. *C. campestris* je lokalizována v okrajových částech kaliště a *C. arenaria* v centrální části.

Použité vzorky substrátu byly odebírány jako tzv. směsné a nelze tak zjistit, jakou úlohu v distribuci hraje i zrnitostní stratigrafie substrátu. Je však předpoklad, že larvy budou ovlivněny především svrchní částí horizontu, ale také spodní částí, která má vliv především na infiltraci vody. Vlhkost v substrátu (msh) byla u některých druhů prokázána jako významný faktor ovlivňující výskyt svižníků, ať už přímo či zprostředkovaně přes jiné faktory, jako je výskyt potravy (Fn), dřevinné vegetace (E1, E2 a E3) či mechorostů (Em). Vzhledem ke komplikovanosti vazeb je však směsný vzorek dostačující pro vytvoření základních tezí o ekologii zkoumaných druhů. Podrobnější analýza by sice byla možná, ale vzhledem k výjimečnosti daného biotopu až moc detailní a neaplikovatelná na jiné případy, než jsou právě odkalovací nádrže po důlní činnosti. Studovaný substrát je specifický vysokým obsahem uhelného prachu a zrn.

Výsledky analýzy pro všechny druhy společně jednoznačně prokazují vysokou závislost výskytu larev svižníků na početnosti mravenců v okolí jejich chodeb (faktor Fn). Prokázaná pozitivní závislost potvrzuje předpoklad, že larvy se živí převážně mravenci (HORI 1984; SATOH & HORI 2004). Je-li počet larev svižníků vázán na početnost jejich potravy pro všechny druhy společně, je důvodné se domnívat, že hlavní roli v abundanci larev svižníků hraje také mezidruhová a vnitrodruhová kompetice o potravu, která tak omezuje únosnou početnost larev na plochu. Výhodu mají larvy druhů, které jsou schopny ulovit i větší kořist, tj. jsou schopny využívat širší potravní základnu. Larvy *C. hybrida* a *C. campestris* jsou větší a budou zřejmě nejúspěšnějšími kompetitory. Ve stádiu třetího instaru budou zřejmě schopny odlovit většinu dostupné potravy a ostatní druhy tak z daného stanoviště vytěsní. Jako nejreprezentativnější z hlediska minimálního ovlivnění vnitrodruhovou kompeticí se jeví první larvální instar, který je nejvíce ovlivněn početností mravenců a nejlépe tak reprezentuje celkový vzorek všech larev svižníků. Další instary larev svižníků jsou již pravděpodobně ovlivněny dalšími faktory prostředí i mezidruhovou kompeticí a jejich reprezentativnost klesá.

Dalším prokázaným vlivem je mocnost suchého horizontu (faktor msh). Pro vývoj larev svižníků je tedy nezbytná určitá vlhkost, ale v korelační matici je prokázána vazba mravenců na vlhkost a nelze tedy s určitostí potvrdit, zda jsou na vlhkost, jakožto primární faktor, vázáni mravenci a na ně následně larvy svižníků, nebo zda jsou i larvy vázány na vlhkost. HORI (1984) a PEARSON & VOGLER (2001) tuto vazbu zmiňují, ale z jejich prací není zřejmé na základě čeho tak tvrdí.

Jako další faktor prostředí s vlivem na výskyt larev svižníků je prokázán vliv frakce substrátu. Pozitivní vazba na jíl a prach (faktor MUD a SILT) poukazuje na preferenci jemnějšího složení substrátu. Vazba na podíl písčitých částic (faktor SAND) je negativní. Písek je z vybraných frakcí nejhrubší a potvrzuje se tím hypotéza, že larvy preferují jemnější typy substrátu. Otázkou zůstává, zda substrát pro larvy vybírají samice při kladení vajíček, nebo zda vajíčka kladou na jakýkoli substrát a larvy jsou na základě vzrůstající mortality vlivem substrátu selektovány a vytvářejí výsledné rozložení. Dosud chybí jakékoliv informace o schopnosti disperze larev a do jaké míry této schopnosti případně larvy využívají.

Cicindela campestris

Výsledky lineární regrese pro druh *C. campestris* prokazují závislost na třech faktorech. Prvním a nejzásadnějším je vliv vegetace, konkrétně druhé vegetační etáže (E2), která musí mít také návaznost na první a třetí etáž. Jako druhý zásadní faktor se potvrdila závislost počtu larev na substrátu, konkrétně na prachových částicích (SILT). Není potvrzena závislost na ostatních frakcích substrátu a vyvstává otázka, zda se jedná jen o menší nepřesnost ve sběru dat a jejich vyhodnocení, nebo zda *C. campestris* preferuje skutečně pouze určitý velikostní rozptyl frakce substrátu. Posledním důležitým faktorem byla prokázána závislost počtu larev na počtu mravenců (Fn). Tato vazba je celkem pochopitelná a předvídatelná vzhledem k celkové závislosti všech larev na mravencích a nutnosti příjmu potravy.

Při použití RDA s manuální zpětnou selekcí byl jako vůdčí faktor prokázán vliv nízké stromové etáže (E1), která vysvětluje výskyt *C. campestris* na 67 %. Druhým faktorem prostředí, který má dle RDA průkazný vliv, je mocnost suchého horizontu (msh). Tato závislost byla prokázána jako negativní, naopak jako pozitivní bude ve vztahu k vlhkosti substrátu. Mocnost suchého horizontu může do jisté míry v případě použití RDA zastupovat i vazby na ostatní faktory. Vlhkost může odrážet celkové vlhkostní poměry v daném bodě, protože substrát s vysokým obsahem jílu a prachu bude pravděpodobně

zadržovat vlhkost lépe než substrát písčitý. Faktor msh vysvětluje více jak 92 % výskytu. Posledním faktorem s poměrně velkým příspěvkem k celkovému procentu vysvětlení je výskyt mravenců v okolí výzkumných ploch (Fn). Je ovšem třeba předpokládat, že část vazby je již právě v rámci nízké stromové etáže (E1) a mocnosti suchého horizontu (msh) započítána a zbývajících 5 % vlivu mravenců je jejich přímý dopad bez zprostředkování a překopírování přes jiný faktor prostředí. Ostatní faktory vystupující z RDA mají již jen malý příspěvek k vysvětlení jevu a jejich prokazatelnost je malá nebo žádná.

Cicindela hybrida

Druh C. *hybrida* je v rámci kaliště nejrozšířenějším a nejpočetnějším druhem. Jeho vliv na mezidruhovou kompetici a na celkovou početnost ostatních druhů bude o to větší, že se jedná o druh, který je velikostně druhým největším po *C. campestris* a mohlo by tedy docházet k predaci dospělců a omezování populace menších druhů.

Standardní lineární regrese prokazuje z dostupných dat vysoký vliv obsahu prachových částic v substrátu (SILT), vliv počtu mravenců v okolí výzkumných ploch (Fn) a vliv vysoké stromové etáže (E3). *C. hybrida* má tedy podobné nároky na prostředí jako předchozí druh *C. campestris*. Tato podobnost v kombinaci s podobností velikostní předurčuje tyto druhy k výskytu na stejných stanovištích. Z výsledku analýzy výskytu jednotlivých druhů svižníků mezi sebou plyne, že tato závislost opravdu existuje.

RDA analýza prokazuje vliv prachových částic (SILT) a průměrné hodnoty frakce substrátu (D50) jako vedoucího faktoru vysvětlujícího 81 % výskytu. Dalším vůdčím faktorem je počet mravenců (Fn) v okolí larev svižníků. To znamená, že *C. hybrida* potřebuje ke svému životu pouze vhodný substrát pro vývoj larev a dostatek potravy k jejich vývoji. Jednoduché nároky na prostředí tak mohou dělat z *C. hybrida* velice schopného konkurenta a naopak tvora, který kompetici velice dobře snáší a je schopen se přesouvat a obsazovat poměrně rozdílné typy stanovišť.

Průměrná hodnota frakce substrátu (D50) komplexně charakterizuje všechen substrát na základě průměru částic. Při použití RDA by to mohlo znamenat, že *C. hybrida* preferuje substrát s převahou prachových částic (SILT), ale průměrná hodnota frakce substrátu (D50) může reprezentovat jako primární prvek prostředí jiné faktory, které jsou touto hodnotou ovlivňovány. Například vlhkost a výskyt vegetace by mohla být díky průměrné hodnotě frakce substrátu (D50) vyřazena nebo jejich význam posunut v analýze na méně významná místa.

Cicindela germanica

Regresní analýza larev druhu *C. germanica* prokazuje vliv pouze jednoho faktoru, a to vliv počtu mravenců v okolí výzkumných ploch (Fn). Tato závislost však nemusí být tak jednoduchá jak se zdá, protože faktor početnosti mravenců v okolí larev může být zprostředkovaně složen z několika dalších faktorů, ať už známých či neznámých.

RDA analýza již vyřazuje faktor počtu mravenců a zařazuje jej do zadních pozic závislosti i průkaznosti. Naopak vyzdvihuje vliv vlhkosti substrátu (msh), vliv porostu mechorostů (Em) a vliv substrátu s nejjemnější frakcí jílu (MUD) a prachu (SILT). Tyto faktory mohou být ovšem velice těsně provázány. Z tohoto předpokladu plyne, že výsledný vliv těchto tří složek může být daleko významnější, než analýza prokazuje. Jak bylo již prokázáno v předchozích analýzách, počet mravenců úzce koreluje s vlhkostí. Většina mechů preferuje vysokou stanovištní vlhkost a zároveň mohou mechy sloužit jako zpevňující materiál pro ústí nor svižníků, pokrývka mechů také brání zvýšené evaporaci. Zvýšená vlhkost v ploché formě reliéfu bez povrchového přítoku vody vyžaduje přítomnost málo propustné vrstvy substrátu, aby nedocházelo k rychlé infiltraci a ztrátě vlhkosti

podpovrchovým odtokem. Celou situaci umocňuje fakt polohy kaliště, jehož báze je exponována nad okolním terénem díky probíhající rekultivaci okolních kališť. Toto by v případě absence jílovitých frakcí znamenalo rychlý odtok a následné snížení výšky podpovrchové vlhkosti. Projevem snížení vlhkosti by mohl být například ústup mechů a mravenců, což by podnítilo zvýšení vnitrodruhové a mezidruhové kompetice larev o potravu. Larvy *C. germanica* se nevyskytují v závislosti na ostatních druzích, ale jejich přesun na jiná stanoviště v rámci kaliště by mohl znamenat i nárůst mezidruhové kompetice dospělců a především ohrožení predací dospělci *C. campestris* a *C. hybrida*, kteří jsou ve stádiu imaga větší a společně se schopností letu mohou jedince *C. germanica* lovit.

Cicindela arenaria

Regresní analýza výskytu larev *C. arenaria* prokazuje dva faktory se zápornou korelací. Prvním je vliv suchého substrátu (msh), tedy kladná korelace na vlhký substrát a zápornou korelaci na přítomnost organických zbytků (Orgz). Mezi organické zbytky patří listový opad, suchá tráva nebo větvičky, toto se však logicky vylučuje s faktorem prvním (msh), ovšem za předpokladu, že organické zbytky rostlin zadržují vlhkost a brání evaporaci z aktivního povrchu. Mezi těmito faktory musí tedy existovat rovnováha, kdy je dostatečná vlhkost pro výskyt larev *C. arenaria*, ale množství organických zbytků nepřekračuje přijatelnou mez.

RDA analýza tyto dva faktory vylučuje a na první místa posouvá vliv substrátu (D50, SILT a SAND). Vlivem substrátu vysvětluje 89 % výskytu a činí tak z larev *C. arenaria* fakultativního specialistu na hrubé až středně hrubé frakce substrátu. Jako první zařazuje průměrnou hodnotu (D50). To znamená, že záleží na celkovém poměru frakcí a ne pouze na jednotlivých frakcích. Jako druhou řadí jemnější frakci prachovou (SILT) a jako třetí písek (SAND).

Výskyt larev svižníků *C. arenaria* je tedy podmíněn zejména substrátem a ostatní faktory jsou podružné nebo neprokazatelné. Nebyl prokázán ani vliv počtu mravenců jako u ostatních druhů, ale jak již bylo zmíněno, tato vazba může existovat zprostředkovaně na frakce a vlhkost substrátu.

Nejhojnější výskyt *C. arenaria* byl zaznamenán na nezpevněné komunikaci a v jejím okolí, která je intenzivně využívána pro těžká nákladní vozidla a rekreační jízdu na motocyklech. Tato periodická disturbance zaručuje likvidaci případné vegetace a zjemňování substrátu, který je následkem komprese kol zpevňován a poskytuje tak vhodné prostředí pro hloubení nor larev svižníků, navíc přítomnost okolní vysoké vegetace zabraňuje přímému oslunění a evaporaci z aktivního povrchu substrátu. V okolní vegetaci se také vyskytuje dostatečné množství mravenců, kteří nejsou ovšem zahrnuti v jednotlivých inventarizačních listech, protože vzdálenost od výzkumné plochy byla již příliš velká.

SOUHRN

V rámci této práce byla prokázána závislost jednotlivých druhů svižníků na biotických a abiotických faktorech prostředí. Pro larvy svižníků všech druhů byla prokázána závislost na dostupnosti potravy, tedy na početnosti mravenců v okolí larev a také závislost na půdní vlhkosti, která je pozitivní a závisí na výšce vlhkosti ve svrchním horizontu substrátu. Jako další významný faktor prostředí byl prokázán vliv substrátu. Dle výsledků statistického hodnocení svižníci preferují jemnější frakce substrátu. Při vyhodnocení vzájemné interakce jednotlivých druhů byla prokázána negativní vazba mezi larvami *C. hybrida*, *C. arenaria* a pozitivní vazba mezi larvami *C. campestris* a *C. hybrida*.

Při analýze závislostí jednotlivých druhů svižníků byla prokázána závislost larev *C. campestris* na přítomnosti náletových dřevin do výšky 150 cm, závislost na jemné frakci substrátu a na dostupnosti potravy v okolí larev. Za použití RDA analýzy nebyl potvrzen ani jeden z faktorů, ale na hranici průkaznosti se umístil vliv náletových dřevin a vliv vlhkosti substrátu. Vyhodnocením biotopových preferencí pro larvy druhu *C. hybrida* byla prokázána závislost na jemné frakci substrátu, dostupnosti potravy v okolí larev a vzrostlých náletových dřevinách nad 150 cm. Pomocí RDA analýzy byla potvrzena závislost larev *C. hybrida* na jemné frakci substrátu a na dostupnosti potravy v okolí larev. Vyhodnocením závislostí larev u druhu *C. germanica* byla prokázána závislost na dostupnosti potravy v okolí larev. RDA analýza pak prokazuje pozitivní vliv vlhkosti ve svrchním horizontu substrátu a na pokryvnosti substrátu mechorosty. U larev druhu *C. arenaria* byla prokázána negativní závislost na množství organických zbytků na povrchu substrátu a pozitivní závislost na vlhkosti ve svrchním horizontu substrátu. RDA analýza prokazuje vliv substrátu o středně hrubé frakci. Obecně lze vyzdvihnout jako nejdůležitější faktory vlivy substrátu, půdní vlhkosti a závislost larev svižníků na dostupnosti potravy.

LITERATURA

BLOTT S. S. 2004: Gradistat 4.0; A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediment by sieving or laser granulometer. Surface processes and Modern Environments Research Group. Department of Geology, Royal Holloway University of London.

BRUST M. L., HOBACK W. W., SKINNER K. F. & KNISLEY CH. B. 2006: Movement of *Cicindela hirticollis* Say larvae in response to moisture and flooding. Journal of Insect Behavior, 19: 251-263.

GERBER A. & PLACHTER H. 1987: Vergleichende Untersuchungen zur Laufkäfer fauna (Coleoptera, Carabidae) in Bereich des Ausgleichbeckens Altmühltal (Bayern, Mittelfranken). Schriftenreihe Bayerisches Landsamt für Umweltschutz, 77: 25-31.

GILJAROV M. S. 1964: Opredelitel obitajuschich v pochve lichinok nasekomych. Semeystvo Cicindelidae skakuny. Akademia Nauk SSSR, Moskva, pp. 105-110.

HAMET A., MOCEK B. & SPIŠEK J. 1999: Výskyt *Cicindela arenaria vienensis* Schrank, 1781 (Coleoptera: Carabidae, Cicindelinae) ve východních Čechách. Acta Musei Reginaehradecensis, Series A, 27: 125-127.

HARRISON P. & CAPPUCCINO N. 1995: Using density-manipulation experiments to study population regulation. Academic Press, London, 147 pp.

HORI M. 1982: The biology and population dynamics of the tiger beetle *Cicindela japonica* (Thunberg). Physiology and Ecology Japan, 19: 77-212.

HŮRKA K. 1996: Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 565 pp.

KALÁB J. 2002: Několik zajímavějších střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z území České republiky – 2. část. Klapalekiana, 38: 173-184.

KALÁB J. 2004: Několik zajímavějších nálezů střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z území České republiky – 3. část. Klapalekiana, 40: 123-138.

KLETEČKA Z., BLIŽEK J. & GRYCZ F. 2006: První nálezy svižníka *Cicindela arenaria vienensis* (Coleoptera: Carabidae) v jižních Čechách. Sborník Jihočeského Muzea v Českých Budějovicích, Přírodní vědy, 46: 177-180.

KOUTECKÁ V., KOČÁREK P. & POLÁŠEK Z. 2006: Projekt č. 45. Příprava území v rámci odstraňování škod na životní prostředí po ukončení hornické činnosti – plocha 1F, nádrž Castaldonovka. [ms.]. Depon in: OKD, a.s., Ostrava, 17 pp.

MOCEK B. 1995: Výskyt svižníka *Cicindela arenaria* (Coleoptera, Carabidae, Cicindelini) na druhotném stanovišti ve východních Čechách. Acta Musei Reginaehradecensis, Series A, 24: 154.

PEARSON L. & KNISLEY B. 1985: Evidence for food as a limiting resource in the life cycle of tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). Oikos, 45: 161-168.

PEARSON L. & MURY J. 1979: Character divergence and convergence among tiger beetles (Coleoptera: Cicindelidae). Ecology, 60: 557-566.

PEARSON L. & VOGLER P. 2001: Tiger Beetles. Cornell University Press, Ithaca, 331 pp.

Sbírka zákonů České republiky. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 395/1992 Sb. Příloha č. III: Seznam zvláště chráněných druhů živočichů.

SATOH A. & MORI M. 2004: Interpopulation differences in the mandible size of the coastal tiger beetle Lophyridia angulata associated with different sympatric species. Entomological Science, 7: 211-217.

SCHNITTER P. & FROST M. 1995: Beitrag zur Laufkäferfauna (Coleoptera: Carabidae) des Ostharzes. Zusammenstellung im Rahmen des Arten – und Biotopschutzprogrammes „Harz" des Landes Sachsen – Arhalt. Mitteilungen der Deutschen Entomologischen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie, 10: 379-382.

SIMON-REISING M., HEIDT E. & PLACHTER H. 1996: Life cycle and population structure of the tiger beetle *Cicindela hybrida* L. (Coleoptera: Cicindelidae). Deutsche Entomologische Zeitschrift, 43: 251-264.

STANOVSKÝ J., ROHÁČOVA M., KOČÁREK P. & SABOL O. 2003: K výskytu svižníků *Cicindela arenaria viennensis* a *Cicindela germanica* (Coleoptera: Carabidae) na severní Moravě. Práce a Studie Muzea Beskyd (Přírodní vědy), 13: 217-218.

STANOVSKÝ J. & PULPÁN J. 2006: Střevlíkovití brouci Slezska (severovýchodní Moravy). Muzeum Beskyd, Frýdek-Místek, 159 pp.

UNRUH M. 1994: Ein syntopes Vorkommen von *Cicindela arenaria* und *Cicindela germanica* in einem Tagebaurestloch im sudlichen Sachsen-Anhalt (Col., Cicindelidae). Entomologische Nachrichten und Berichte, 38: 275-276.

WOLF M. & GIBBS P. 2004: Silphids in urban forests: Diversity and function. Urban Ecosystem, 7: 371-384.

Tab. 1. Regresní analýza závislosti výskytu larev svižníků *C. campestris*, *C. hybrida*, *C. arenaria* a *C. germanica* na sledovaných proměnných

Tab. 1. Regression analysis of factors influencing the occurrence of *Cicindela campestris*, *C. hybrida*, *C. arenaria* and *C. germanica* larvae

Cicindelidae		
Faktor	**r**	**P-value**
Fn	0,986	3,1E-22
msh	-0,616	3,1E-22
SILT	0,565	0,0014
MUD	0,433	0,0082
SAND	-0,428	0,0091
D50	-0,385	0,0197
skelet	-0,304	P>0,05
E2	0,212	P>0,05
Em	-0,195	P>0,05
E1	0,147	P>0,05
Orgz	-0,097	P>0,05
E3	-0,033	P>0,05
Et	0,006	P>0,05

Tab. 2. Vzájemné korelace mezi výskytem larev svižníků na výzkumných plochách

Tab. 2. Mutual correlation between larvae of each species of *Cicindela* in experimental plots

korelační koeficient / correlation coefficient	***Cicindela campestris***	***Cicindela hybrida***	***Cicindela germanica***	***Cicindela arenaria***
Cicindela campestris		0,592	-0,204	-0,302
Cicindela hybrida	0,592		0,007	-0,517
Cicindela germanica	-0,204	0,007		-0,160
Cicindela arenaria	-0,302	-0,517	-0,160	

r – korelační koeficient, **P-value** – hodnota testované spolehlivosti, **Fn** – počet mravenců v okolí výzkumných ploch, **msh** – mocnost suchého horizontu, **SILT** – obsah prachových částic v substrátu, **MUD** – obsah jílových částic v substrátu, **SAND** – obsah písčitých částic v substrátu, **D50** – průměrná hodnota substrátu, **skelet** – poměrné zastoupení skeletnatých frakcí v substrátu, **E1** – první stromová etáž, **E2** – druhá stromová etáž, **E3** – třetí stromová etáž, **Em** – pokryvnost mechorosty na výzkumné ploše, **Et** – pokryvnost travinami na výzkumné ploše, **Orgz** – pokryvnost opadu na výzkumné ploše

r – correlation coefficient, **P-value** – significance value, **Fn** – abundance of ants in experimental plots, **msh** – thickness of the dry horizon, **SILT** – content of dusty particles in substrate, **MUD** – content of clay particles in substrate, **SAND** – content of sandy particles in substrate, **D50** – average particle diameter, **skelet** – proportional representation of soil skeleton in substrate, **E1** – the first tree storey, **E2** – the second tree storey, **E3** – the third tree storey, **Em** – moss cover on experimental plots, **Et** – herb cover on experimental plots, **Orgz** – litterfall amount on experimental plots

Tab. 3. Výsledek regresní analýzy a RDA závislosti výskytu larev *C. campestris*, na sledovaných proměnných

Tab. 3. Regression analysis and RDA analysis of factors influencing the occurrence of *Cicindela campestris* larvae

Cicindela campestris					
Faktor	**r**	**P-value**	**RDA**	**Lambda**	**P-value**
E2	0,453	0,012	E1	0,69	0,068
SILT	0,421	0,0204	msh	0,23	0,054
Fn	0,366	0,0468	Fn	0,05	0,206
E3	0,350	P>0,05	Et	0,02	0,306
E1	0,190	P>0,05	E3	0,01	1
SAND	-0,143	P>0,05			
msh	-0,134	P>0,05			
Orgz	0,118	P>0,05			
MUD	0,112	P>0,05			
Em	-0,101	P>0,05			
D50	-0,085	P>0,05			
Et	0,045	P>0,05			
skelet	-0,038	P>0,05			

Tab. 4. Výsledek regresní analýzy a RDA analýzy závislosti výskytu larev svižníků *C. hybrida* na sledovaných proměnných

Tab. 4. Regression analysis and RDA analysis of factors influencing the occurrence of *Cicindela hybrida* larvae

Cicindela hybrida					
Faktor	**r**	**P-value**	**RDA**	**Lambda**	**P-value**
SILT	0,638	0,0001	SILT	0,75	0,002
Fn	0,574	0,0009	D50	0,06	0,02
E3	0,394	0,0312	Fn	0,04	0,044
E2	0,264	P>0,05	Et	0,06	0,182
SAND	-0,207	P>0,05	E3	0,01	0,316
MUD	0,189	P>0,05	E2	0,01	2,14
msh	-0,179	P>0,05	Em	0,01	0,326
E1	0,170	P>0,05			
skelet	-0,153	P>0,05			
Et	-0,150	P>0,05			
Orgz	0,089	P>0,05			
D50	-0,070	P>0,05			
Em	-0,061	P>0,05			

Tab. 5. Výsledek regresní analýzy a RDA závislosti výskytu larev svižníků *C. germanica* na sledovaných proměnných

Tab. 5. Regression analysis and RDA analysis of factors influencing the occurrence of *Cicindela germanica* larvae

Cicindela germanica					
Faktor	**r**	**P-value**	**RDA**	**Lambda**	**P-value**
Fn	0,476	0,0078	msh	0,58	0,006
Em	-0,289	P>0,05	Em	0,24	0,004
msh	-0,234	P>0,05	MUD	0,01	0,44
skelet	-0,223	P>0,05	SILT	0,04	0,222
E1	0,191	P>0,05	Fn	0,01	0,404
E3	-0,190	P>0,05	E3	0,01	0,628
D50	-0,184	P>0,05	Org.z	0,01	0,448
MUD	0,148	P>0,05	Et	0,04	0,26
SAND	-0,141	P>0,05	skelet	0,03	0,332
Orgz	0,140	P>0,05	E2	0,03	0,084
E2	0,135	P>0,05			
Et	0,092	P>0,05			
SILT	-0,012	P>0,05			

Tab. 6. Výsledek regresní analýzy a RDA analýzy závislosti výskytu larev svižníků *C. arenaria* na sledovaných proměnných

Tab. 6. Regression analysis and RDA analysis of factors influencing the occurrence of *Cicindela arenaria* larvae

Cicindela arenaria					
Faktor	**r**	**P-value**	**RDA**	**Lambda**	**P-value**
Orgz	-0,408	0,0263	D50	0,41	0,028
msh	-0,405	0,0252	SILT	0,42	0,002
D50	-0,339	P>0,05	SAND	0,06	0,048
E3	-0,337	P>0,05	Em	0,03	0,136
MUD	0,268	P>0,05	E3	0	0,542
E2	-0,235	P>0,05	E2	0,01	0,558
Em	0,187	P>0,05	Org.z	0	0,64
SAND	-0,227	P>0,05	E1	0,01	0,64
E1	-0,189	P>0,05	msh	0	0,608
Et	0,093	P>0,05	skelet	0,01	0,646
Fn	0,069	P>0,05	MUD	0,05	0,07
SILT	-0,064	P>0,05			
skelet	0,010	P>0,05			

Tab. 7. Tabulka vzájemných interakcí sledovaných proměnných prostředí

Tab. 7. Regression analysis between all factors under consideration

	Fn	**E3**	**E2**	**E1**	**Et**	**Em**	**Orgz**	**msh**	**skelet**	**D50**	**SILT**	**SAND**	**MUD**
Fn		-0,08	0,19	0,13	0,00	-0,19	-0,13	-0,61	-0,30	-0,36	0,50	-0,37	0,37
E3	-0,08		0,49	0,37	0,00	0,03	0,49	0,30	0,08	0,03	0,18	-0,05	0,05
E2	0,19	0,49		0,77	0,03	-0,13	0,40	-0,06	-0,04	-0,25	0,23	-0,28	0,24
E1	0,13	0,37	0,77		0,13	-0,20	0,51	-0,11	-0,18	-0,44	0,36	-0,45	0,44
Et	0,00	0,00	0,03	0,13		-0,27	0,19	0,00	-0,01	-0,38	0,06	-0,28	0,29
Em	-0,19	0,03	-0,13	-0,20	-0,27		-0,32	0,27	0,42	-0,01	0,05	-0,05	0,04
Orgz	-0,13	0,49	0,40	0,51	0,19	-0,32		0,30	-0,09	-0,22	0,04	-0,21	0,21
msh	-0,61	0,30	-0,06	-0,11	0,00	0,27	0,30		0,41	0,46	-0,40	0,47	-0,47
skelet	-0,30	0,08	-0,04	-0,18	-0,01	0,42	-0,09	0,41		0,09	-0,11	0,16	-0,16
D50	-0,36	0,03	-0,25	-0,44	-0,38	-0,01	-0,22	0,46	0,09		-0,55	0,91	-0,93
SILT	0,50	0,18	0,23	0,36	0,06	0,05	0,04	-0,40	-0,11	-0,55		-0,69	-0,93
SAND	-0,37	-0,05	-0,28	-0,45	-0,28	-0,05	-0,21	0,47	0,16	0,91	-0,69		-0,99
MUD	0,37	0,05	0,24	0,44	0,29	0,04	0,21	-0,47	-0,16	-0,93	-0,93	-0,99	

r – korelační koeficient, **P-value** – hodnota testované spolehlivosti, **Fn** – počet mravenců v okolí výzkumných ploch, **msh** – mocnost suchého horizontu, **SILT** – obsah prachových částic v substrátu, **MUD** – obsah jílových částic v substrátu, **SAND** – obsah písčitých částic v substrátu, **D50** – průměrná hodnota substrátu, **skelet** – poměrné zastoupení skeletnatých frakcí v substrátu, **E1** – první stromová etáž, **E2** – druhá stromová etáž, **E3** – třetí stromová etáž, **Em** – pokryvnost mechorosty na výzkumné ploše, **Et** – pokryvnost travinami na výzkumné ploše, **Orgz** – pokryvnost opadu na výzkumné ploše, **RDA** – Redundanční analýza, testovaná testem MONTE CARLO, **Lambda** – podíl na vysvětlení daného jevu, **Pole** – korelační koeficient, **Bílé pole** – statisticky prokazatelná závislost $P < 0,05$.

r – correlation coefficient, **P-value** – significance value, **Fn** – abundance of ants in experimental plots, **msh** – thickness of the dry horizon, **SILT** – content of dusty particles in substrate, **MUD** – content of clay particles in substrate, **SAND** – content of sandy particles in substrate, **D50** – average particle diameter, **skelet** – proportional representation of soil skeleton in substrate, **E1** – the first tree storey, **E2** – the second tree storey, **E3** – the third tree storey, **Em** – moss cover on experimental plots, **Et** – herb cover on experimental plots, **Orgz** – litterfall amount on experimental plots, **RDA** – Renundant analysis, testing with MONTE CARLO test, **Lambda** – explanation of the variable, **Value** – correlation coefficient, **White field** – statistically significant dependency $P < 0,05$.

Obr. 1. Rozložení výzkumných bodů na ploše odkaliště „Castaldonovka“ v k.ú. Prostřední Suchá
Fig. 1. Distribution of the experimental plots within the coal-mine sump mud „Castaldonovka" in Prostřední Suchá cadastre