

## PŘÍSPĚVEK K VYUŽITÍ SPOLEČENSTEV STŘEVLÍKOVITÝCH (CARABIDAE) JAKO NÁSTROJE BIOINDIKACE V LESNÍCH EKOSYSTÉMECH - RESUMÉ

### CONTRIBUTION TO USE OF GROUND-BEETLE COMMUNITIES (CARABIDAE) AS BIOINDICATION TOOL IN FOREST ECOSYSTEMS - REVIEW

VILÉM PODRÁZSKÝ<sup>1</sup> - OTAKAR HOLUŠA<sup>2</sup> - JAN FARKAČ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakulta lesnická a dřevařská ČZU v Praze; <sup>2</sup>Lesnická a dřevařská fakulta MZLU, Brno

#### ABSTRACT

The paper summarizes disposable references concerning use of ground-beetle communities (Coleoptera: Carabidae) as a bioindication tool with special attention to forest ecosystems. This group represents a good example of the model groups, it is sufficiently diversified as for ecological demands and belongs to the best studied and popular group. Also the study of ground-beetle communities is relatively easy and standardized, enabling replicable results good to evaluate. The review results confirmed a good reaction of ground-beetle communities to the ecological gradients, on the level of vegetation altitudinal zones and their groups (low, middle and mountain altitudes) as well as ecological series in the sense of forest typology and geobiocenology. Ground-beetle communities indicate the changes in the tree species composition, natural forest communities and extreme sites very well. They reflect properly the changes in the environmental conditions, on the other hand they show excellent regeneration potential after site disturbances. The evaluation of the ground-beetle communities contributes to the global forest ecosystem evaluation and can very well support the standard forest stand evaluation (structure and site classification) by additional information.

**Klíčová slova:** bioindikace, lesní ekosystémy, střevlíkovití (Coleoptera: Carabidae), společenstva  
**Key words:** bioindication, forest ecosystems, ground-beetles (Coleoptera: Carabidae), communities

#### ÚVOD

Snaha používat různé skupiny v rámci živočišné složky ekosystémů je stále aktuální. Zoocenózy, živočišná složka, jsou nedílnou součástí ekosystémů (JENÍK 1995) včetně ekosystémů lesních, podobné je jejich chápání v geobiocenologickém pojetí biosféry (ZLATNÍK 1954). Stejně jako u rostlin závisí jejich skladba, rozšíření, struktura a funkce rovněž na abiotických faktorech prostředí a na současném stavu vegetace (fytocenózy, obecně geobiocenózy), samozřejmě determinanty jsou i interní vzájemné vztahy mezi jednotlivými populacemi, synusii i antropogenní vlivy. Je tedy možné pro studium živočišných společenstev využít i rámec geobiocenologického systému (ZLATNÍK 1976, BUČEK, LACINA 1999), popřípadě lesnickou typologii (PLÍVA 1971, 1991). Paralelní studium rostlin a živočichů v jednotkách těchto systémů představuje tzv. komplexní ekosystémový výzkum (HOLUŠA 2003). Přehled výsledků studia vztahu mezi různými typy převážně lesních ekosystémů a společenstvy bezobratlých uvádí v souhrnné podobě HOLUŠA (2003, 2008); z tohoto zdroje je také čerpána většina údajů v tomto příspěvku. Jeho cílem je sumarizace těchto poznatků s dalšími daty řešitelského pracoviště (FARKAČ 1994, 2000, 2001, 2005, FARKAČ, HŮRKA 2003, FARKAČ, NAKLÁDAL 2006) a na úrovni řešerše snaha učinit závěry a doporučení pro další využití společenstev střevlíkovitých brouků (tzv. karabiocenóz) jako významné bioindikační skupiny.

#### VÝCHODISKA A METODICKÉ PŘÍSTUPY

Použití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) pro indikaci charakteru prostředí je založeno na využití této čeledi jako bioindikátoru. Taková skupina musí splňovat podmínky modelové skupiny (HOLUŠA 2008). Za bioindikátor je možno pokládat skupinu nebo organismus, který je vázán na určité abiotické či biotické podmínky prostředí a je schopna/schopen svým výskytem (nebo absencí), složením nebo početností reagovat na jejich změny. Indikační, indikátorové druhy pak jsou taxony, jejichž výskyt, početnost, bionomické charakteristiky nebo změny v druhové skladbě jejich společenstev, tj. cenóz, naznačují změnu vlastností vnějšího prostředí.

Modelové skupiny pak musí splňovat řadu vlastností:

1. zahrnují poměrně malý počet druhů, dobře zvládnutelný z hlediska determinace;
2. určování jednotlivých druhů je poměrně snadné;
3. druhy se vyskytují v dostatečném množství a na dostatečně velkém území;
4. ekologické nároky jednotlivých druhů jsou dobře známy a diferencovány;
5. materiál je dobře získatelný standardními metodami.

Tyto požadavky čeled' střevlíkovitých splňuje jako jedna z nevhodnějších skupin živočichů. K tomu přispívá i epigeický způsob života naprosté většiny druhů a velká obliba ve sběratelské a biologické veřejnosti, která přispěla k velice podrobným znalostem této skupiny.

Pro průzkum diverzity druhů čeledi střevlíkovitých je používána metoda standardních zemních pastí pro sběr epigeonů (ABSOLON 1994, BEJČEK, ŠTASTNÝ 2001). Zachycené druhové spektrum druhů čeledi střevlíkovitých je vyhodnocováno podle práce HŮRKY, VESELÉHO a FARKAČE (1996) s úpravami hodnocení některých druhů podle VESELÉHO (2002). Pro území Slovenské republiky zpracovali obdobnou metodiku FARKAČ, KOPECKÝ a VESELÝ (2006).

## SHRNUTÍ POZNATKŮ

Použití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) jako bioindikátorů navrhl poprvé HEYDEMANN (1955), a to v Německu pro podmínky agrocenóz. Od té doby se problematikou použitelnosti této skupiny pro účely bioindikace přírodního prostředí zabývala celá řada autorů, a to zvláště za použití různých strukturálních biocenologických charakteristik. Použití síly vazby druhů čeledi střevlíkovitých ke konkrétním stanovištním podmínkám a schopnosti jejich přizpůsobení ke změnám prostředí navrhli pro hodnocení kvality přírodního prostředí např. HŮRKA, VESELÝ a FARKAČ (1996). Toto hodnocení dále rozpracoval NENADÁL (1998), přičemž zavedl index komunity střevlíkovitých, s jehož pomocí lze hodnotit a srovnávat antropogenní zatížení jednotlivých stanovišť mezi sebou, ale i zatížení jednoho stanoviště v časové řadě. Hodnocení biotopů na základě zjištění prezence indikačně významných druhů brouků čeledi střevlíkovitých navrhli FARKAČ a HŮRKA (2003). Vhodnost využití druhového spektra a početnosti jednotlivých druhů čeledi Carabidae pro stanovení kvality prostředí opakovaně potvrdili svými výsledky autoři dlouhé řady publikovaných studií i nepublikovaných diplomových, disertačních a habilitačních prací.

Relevantní analýzu velké řady dalších pramenů k této otázce zpracoval HOLUŠA (2003). HORNÍK (1976) srovnával výskyt a populační dynamiku střevlíkovitých v přirozených lesních porostech Chřibů ve 3. - 4. LVS, Žďánického lesa v 1. - 2. LVS a v luhu řeky Svratky. Prokázal podobnost vlhkostního režimu 3. a 4. LVS s lužní polohou a tedy dominanci hydrického režimu stanoviště.

Rozsáhlý materiál nasbíraný z let 1970 - 1971 vyhodnotil ŠUSTEK (1976). Srovnával velké množství geobiocenóz s vesměs přirozenou druhovou skladbou (Lednice SLT UFrc, Vranovice SLT UFrc, Pavlovské vrchy SLT CoQ deg, Pavlov SLT CQ, FQ, TAc, TAc sup, Boleradice SLT CoQ, FQ, Buchlovice – Holý Kopec SLT QF, Mrhatina SLT AF, Žákova hora SLT AF, Františkova Myslivna v Hrubém Jeseníku SLT AF). Zjistil trendy podobnosti i odlišnosti mezi jednotlivými lokalitami na úrovni skupin LVS (1. - 3. proti 5. - 6.). Významné je stanovení vlivu okraje biocenózy, pronikání polních druhů např. do SLT CoQ; plochy by podle vyhodnocení vlivu okraje měly být minimálně 400 - 500 m od něj. Lesní porosty jsou velmi ovlivněné okolními nelesními pozemky. Podle zjištění jsou střevlíkovití (a drabčikovití - Staphylinidae) na LVS závislé, ale závislost je zřejmá jen, když se vezmou v úvahu extrémní VS (např. 1. proti 5.). Při srovnání blízkých VS je zřejmý pouze trend ve změně druhových spekter. Společenstva, která by kopírovala hranice fytoecologicky vyhraněných geobiocenóz a LVS, jsou pouze tam, kde existují velké stejnorodé plochy jedné geobiocenózy. Tato zjištění dosti omezují indikaci stavu jednotlivých porostů díky fragmentaci porostních typů, indikační hodnota se vztahuje vždy k širšímu území a vzájemným vlivům mezi sousedními lokalitami.

Stejný autor (ŠUSTEK 1979) sledoval společenstva střevlíkovitých brouků brněnských parků (Lužánky). Přes silný antropický vliv,

izolaci a změny režimů si společenstva v urbánním prostředí zachovala podobnost s aluvií jihomoravských řek a indikovala reverzibilní změny. V oblasti Českomoravské vrchoviny se pak ŠUSTEK (1981) věnoval vlivu stanovištně nepůvodních borových porostů ve 4. LVS. Sledoval vliv pasečného stadia na strukturu společenstev střevlíkovitých. Na holoseči autor zjistil snížení abundance masožravých druhů cca o 30 %, naopak abundance panto- a fytofágů byla na pasekách cca 2 - 3krát vyšší než v lesním porostu. Autor charakterizuje střevlíkovité jako skupinu, která je vůči odlesnění na malých plochách rezistentní a která je schopna obnovit původní složení svých společenstev.

Jen zdánlivě je s tímto zjištěním v rozporu tvrzení FARKAČE a NAKLÁDALA (2006), že holá seč znamená dramatickou proměnu společenstev střevlíkovitých díky změněnému charakteru prostředí. Plocha seče zřídka přesahuje 1 ha a kratší rozměr 50 m; zvýšený výskyt nelesních, resp. eurytopních druhů do doby zapojení mlazin a obnovy lesního prostředí (zřídka déle než 10 - 20 let) je dočasný. Změna druhové skladby porostů směrem od přirozené k jehličnatým monokulturám představuje značný zásah i pro strukturu fauny střevlíkovitých. V lužních polohách je pak naprosto determinující vliv hydrického režimu půdy a další mikroklimatické charakteristiky mozaiky lužních stanovišť. Jako extrém v ohrožení společenstev této čeledi lze hodnotit ohrožení reliktních druhů vzácných stanovišť holými sečemi, popř. zalesněním - na těchto lokalitách se zpravidla však nehospodaří, nebo je používán účelový management. Změny v čase (1971 - 1981) v podmínkách Pavlovských kopců hodnotil ŠUSTEK (1983), tj. v podmínkách 1. - 3. LVS. Zjistil přitom nárůst antropotolerantních druhů a značnou konvergenci jednotlivých společenstev díky nitrifikaci a humidizaci prostředí i jako odeznívání degradačních typů využívání území. To indikuje snižování diferencovanosti biotopů v daném území spontánním vývojem. V průběhu sledování nebyly pozorovány změny v rostlinných společenstvech, avšak ve společenstvech ve všech STG velkých karabidů ubyly druhy *Carabus cancellatus*, *C. ulrichii*, naopak se zvýšilo zastoupení *C. coriaceus*, *C. hortensis*. Do společenstva střevlíkovitých v STG CoQ deg imigrovaly typicky lesní mezohygrofilní druhy, čímž došlo k ohrožení xerothermní fauny.

Tentýž autor (ŠUSTEK 1984a) studoval na Krivoklátsku dynamiku karabidocenóz na transektech ve dvou přírodních rezervacích ve 3. a 4. LVS. Potvrdil, že holoseče v sousedství ovlivňují faunu rezervací a že fauna v hospodářských bukových porostech a v porostech rezervace je přibližně stejná. Fauna střevlíkovitých reaguje změnou struktury na probírky porostu, ale během jednoho roku je schopna obnovit původní stav. Zjistil také velmi ostré hranice ve společenstvech střevlíkovitých mezi porosty buku a smrku, změna druhové skladby porostů má opět zásadní vliv.

Rozsáhlý materiál dlouhodobého charakteru (1971 - 1982) hodnotil ŠUSTEK (1984b) z velkého množství typů stanovišť českých i slovenských lokalit. Podle rozdělení poměru pohlaví ve společenstvu rozlišil pět skupin společenstev. Stanovil různé regresní křivky pro různé typy geobiocenóz: přírodní lesní geobiocenózy 1. - 3. LVS, lesní geobiocenózy 1. - 3. LVS, přírodní lesní geobiocenózy 4. - 6. LVS, ostatní antropogenně ovlivněné geobiocenoidy. Autor uvádí, že na základě poměru pohlaví je možno odhadnout trend dalšího vývoje společenstva za předpokladu stálého působení faktorů. Jak výsledky dokládají, interpretace výsledků je možná na poměrně hrubém základě.

V dalším příspěvku (ŠUSTEK, ŽUFFA 1986) byl hodnocen rozsáhlý materiál z Malé Fatry (Slovensko), z přirozených (lze říci při-

rodních – ŠPR) porostů 5. a 6. LVS, dále z holiny, smrkové monokultury a lavinové dráhy. Byl zjištěn ostrý přechod mezi společenstvy různých trofických řad. Geobiocenózy řady C a BC měly až 2x vyšší počet jedinců než v řadách A, AB a B. Společenstva střevlíkovitých ve změněných geobiocenózách tvořila derivát přírodních sousedních geobiocenóz. V rámci hodnocení druhové diverzity zjistili autoři dost vysoké hodnoty diverzity v narušovaných společenstvech z důvodu imigrace druhů z okolí; nejnižší diverzita byla zjištěna u lesní cesty a její blízkosti.

V sérii prací věnoval ŠUSTEK (1992, 1994a, b) pozornost dynamice společenstev střevlíkovitých v různých STG v oblasti lužních lesů Moravy a Slovenska. Čeď Carabidae označuje za skupinu, která dobře indikuje antropické zásahy v lužních lesích, protože vykazuje vzhledem k různým ekologickým faktorům velmi bohatou diferencovanost (ŠUSTEK 1992). V lužních lesích vlhkostnímu gradientu odpovídá i složení střevlíkovitých. Pokud dojde k poklesu hladiny podzemní vody, společenstvo střevlíkovitých se potom skládá z druhů méně náročných na vlhkost. Diverzita takto změněných společenstev je vysoká. U více změněných společenstev se diverzita společenstva snižuje. Ve zbytkových ostrůvcích původních geobiocenóz se vyskytuje více nelesních druhů. Autor uvádí, že regenerace lužních lesů z hlediska entomologického je velmi rychlá, pokud je v blízkosti refugium původního společenstva. Za prvořadé považuje obnovení hydrického režimu.

Složení společenstev střevlíkovitých v lužních lesích v Podunají, Pomoraví a v povodí Dyje, Svratky ve společenstvech STG AIS inf, UFrc, UFrp; QFr a ve společenstvech rákosu obecného (*Phragmites communis*) uvádí práce ŠUSTKA (1994a). Pomocí hierarchické klasifikace a ordinační analýzy rozdělil společenstva na dvě skupiny: 1. skupina společenstev pravidelně přeplovovaných STG AIS inf, QFr, UFrp, 2. skupina jsou jen sporadicky přeplovované nebo odvodněné lokality v STG UFrc. První skupina se dále dělí na šest skupin podle gradientu od eutrofních mokřadních míst až po oligotrofní písčité místa. Druhá skupina se rozděluje do dvou podskupin podle gradientu vlhkosti. Složení společenstev střevlíkovitých závisí na aktuálním vlhkostním gradientu a na charakteru povodní (přeplovování). Složení společenstva nezávisí na aktuální vegetaci, protože společenstvo rákosin je velmi podobné lesním společenstvům se stojící vodou – to souhlasí s výše uvedeným konstatováním FARKAČE a NAKLÁDALA (2006). V místech s antropickým ovlivněním vytvářejí společenstva střevlíkovitých velice pestrou škálu přechodných společenstev.

ŠUSTEK (1994b) srovnával společenstva brouků zájmové čeledi lužních lesů Moravy a Slovenska na 17 lokalitách v době před regulací (1970 - 1971) a po ní (1985 - 1988). Konstatoval vymizení 11 z 23 původních druhů, společenstvo se změnilo z jasně hygrolfilní biocenózy v biocenózu ve stavu mezi typicky lužním a mezohydrofilním lesem nížin. Společenstva střevlíkovitých jsou v těchto oblastech ovlivňována několika faktory - poklesem hladiny podzemní vody, absencí záplav a také prostorovou integritou lesních porostů a jejich spojitostí s porosty na okraji aluvií. Analýzou rozdělil společenstva na tři typy podle intenzity uvedených faktorů, která mají různou úroveň reverzibility do „původního“ stavu po odeznění působení faktorů.

Potenciál střevlíkovitých a drabčikovitých jako doplňkových charakteristik geobiocenologických jednotek v rámci Zlatníkové geobiocenologické klasifikace uvedl ŠUSTEK (1993, 2000). V závislosti na VS vyhodnotil tři základní skupiny střevlíkovitých (ŠUSTEK 1993): 1. skupina - s optimumem ve 2. VS a výskytem od 1. po 4. VS

(výjimečně po 5. VS); 2. skupina - optimum v 5. VS s výskytem od 3. po 7.<sup>z</sup> VS (výjimečně po 8.<sup>z</sup> VS); 3. skupina - optimum v 8 - 9. ZL VS s výjimečným sestupem do 6. ZL VS. Uvádí však, že výšková stupňovitost střevlíkovitých je plně vyvinutá jen v geobiocenózách normální hydrické řady. V závislosti na trofických řadách zjistil: druhy v řadách A a B mají nízkou abundanci; většinou chudá druhová spektra v řadách C a D mají mnohonásobně vyšší počet jedinců a zastoupení velkých druhů. V hydrických řadách zamokřené a mokré zjistil společnou velmi bohatou druhovou kombinaci charakteristických druhů. Typická společenstva čeledi Carabidae zamokřené a mokré řady jsou vyvinuta prakticky jen v 1. a 2. VS na dostatečně velkých aluviích. V umělých nelesních geobiocenózách zjistil, že se výšková stupňovitost v těchto společenstvech projevuje velmi málo. V těchto geobiocenózách je část druhů původními obyvateli nezalesněných teras podél toků. Druhově jsou společenstva nelesních umělých geobiocenóz velmi podobná. Dále uvádí, že nižší jednotky geobiocenologické klasifikace jsou při studiu rozšíření střevlíků málo využitelné z důvodu neshody velikosti segmentů a areálu populací druhů a také vzhledem k fluktuacím a kompetičním vztahům druhů.

ŠUSTEK (2000) charakterizuje LVS jako nejlepší nadstavbovou jednotku pro vertikální rozšíření střevlíkovitých, na úrovni nižších geobiocenologických jednotek je třeba předpokládat, že některé nižší jednotky budou mít společné doplňující charakteristiky reflektující na zařazení do jednoho LVS, k jedné hydrické řadě a trofické řadě. V rámci VS lze vymezit úzkou skupinu vzácných xero- a termofilních druhů, v ostatních VS se společenstva střevlíkovitých prolínají, popřípadě vyznívá výskyt druhů charakteristických pro sousední nebo vzdálenější pásma optimálního výskytu jednotlivých skupin druhů. Uvádí, že tam, kde je 8.<sup>z</sup> (9.<sup>z</sup>) VS na vrcholech horských masívů ostrůvkovitých, vyskytují se jen vyznívající druhy z nižších VS. V rámci hydrických řad vylišuje dvě větší skupiny: 1. skupina – optimum v řadě 3, 2. skupina - druhy polyhydrofilní (těžiště v 5a a 5b a vyznívá do hydrické řady 4). Společenstva střevlíkovitých v aluviích se formují pod vlivem vlhkosti a charakteru hydrologického režimu aluvia. Typická aluviální společenstva se vyvinula pouze v širokých aluviích, kde chybí druhy mezohydrofilní, mezi aluviem a mezohydrofilními společenstvy se formuje přechodné pásmo. V rámci trofických řad zjistil dvě skupiny: 1. skupina - společenstva druhů vyskytujících se v řadách A a B, 2. skupina - společenstva typická pro řady C a D, resp. BC a BD.

ŠUSTEK a POVOLNÝ (1980) se pokusili vyjádřit vertikální rozšíření čeledi střevlíkovitých (Carabidae), drabčikovitých (Staphylinidae) a masařkovitých (Diptera: Sarcophagidae) pomocí Shannon-Weaverova indexu diverzity (SHANNON, WEAVER 1963) a determinovat VS podle míry entropie. Zjistili, že index je závislejší na antropickém ovlivnění než na vertikálních LVS. Není tedy možné jednotlivé LVS charakterizovat vzhledem k malým rozdílům entropie mezi LVS. V rámci jednoho VS je rozptyl hodnot několikanásobně větší než difference entropických hodnot mezi jednotlivými VS, proto se pak v jednotlivých VS intervaly rozptylu překrývají, hodnoty ovlivněných geobiocenóz se soustřeďují k nižším hodnotám. V přirozených geobiocenózách je hodnota indexu vyšší než v ovlivněných geobiocenózách. Vysokou hodnotu mají sady a parky (i přes jejich vysoké antropické ovlivnění), protože i zde přežívají zbytky arboreální fauny a pronikají zde druhy lesostepní a stepní. Nejnižší hodnoty diverzity byly zjištěny v monokulturách smrku obecného (*Picea abies*) a borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Byla zjištěna tendence klesání entropie směrem do vyšších VS a také překvapivě

stejná tendence entropických hodnot u všech skupin (poslední dva odstavce jsou citovány z práce HOLUŠI (2003)).

Podobně KULA a PURCHART (2004) studovali společenstva střevlíkovitých ve 20 náhradních porostech břízy v 5. LVS východního Krušnohoří. Třetí LVS jeví výrazně vyšší abundanci v rámci dané čeledě ve srovnání s 5. až 8. LVS. Sørensenův index a Renkonenovo číslo indikovaly relativně vysokou faunistickou podobnost na sebe navazujících lesních vegetačních stupňů. Byly doloženy i významné souvislosti v rámci distribuce a abundance rodů.

## ZÁVĚR

Na základě provedených rešerší lze konstatovat, že živočišné jsou z indikačního hlediska dosud méně prozkoumaná a využívaná součást ekosystémů. Ekologické, resp. ekosystémové, geobiocenologické rámce jsou přitom vhodnouází pro jejich výzkum. Některé modelové skupiny lze využívat pro hodnocení ekosystémů (geobiocenózy, geobiocénny) celkem efektivně, některé změny jsou schopny zaznamenat rychleji než fytoocenózy. Určitou nevýhodou je nutnost specializace pracovníků provádějících šetření a dosud omezené množství dobře zpracovaných skupin. Rovněž textura prvků hospodaření v lesích je v dosud ne zcela poznané souvislosti se skladbou zoocenóz, jmenovitě společenstev střevlíkovitých brouků.

### K využití společenstev střevlíkovitých (Carabidae)

- společenstva střevlíkovitých brouků představují jednu z nevhodnějších skupin pro zooindikaci stanovišť;
- velmi dobře rozlišují přirozená a člověkem pozmeněná stanoviště a hrubé změny v krajině;
- velice dobře postihují extrémní stanoviště (např. mokřady, záplavové lesy, rašeliniště, primární bezleší);
- reagují rychle, v řádu jednoho roku, kromě druhů reliktních mají značnou reverzibilitu – výjimku představuje trvalá likvidace extrémních stanovišť bez kontaktu s podobnými lokalitami;
- postihují větší území, v reálných podmínkách s překryvem biotopů.

### K využití těchto společenstev jako indikací hospodářských způsobů (HZ) a lesního hospodářství obecně:

- prvky obhospodařování lesa jsou často menší, než jsou plochy areálů populací;
- plochy s uplatněním jednotlivých HZ jsou také menší než plochy aktivit jednotlivých populací, kontakt a prolnání těchto ploch HZ je často nediferencovatelné;
- karabidocenózy velice dobře indikují stav přirozenosti lesních porostů, co se týče druhové a prostorové skladby;
- lesní hospodářství neznamená ve většině případů ohrožení společenstev střevlíkovitých, jsou-li dodrženy tři základní podmínky:
  - a) nedochází k likvidaci „extrémních“ mikrostanovišť, jako rašelinišť, mokřadů, vodních nádrží a toků, skalnatých stepí, písčinyých přesypů apod.;
  - b) nemění se při obnově zásadním způsobem druhová skladba lesních porostů;
  - c) nedochází k velkoplošným změnám, resp. eliminaci stromového pokryvu (holín) na dobu několika desetiletí, řádu desítek až stovek hektarů – imisní a kůrovcové rozpady porostů - věc dalšího výzkumu;
- ani tak kritizované holiny neznamenají výraznější ohrožení, pokud jsou splněny výše uvedené podmínky, reverzibilita stavu

je různá, včetně snížení diverzity společenstev; je nutno uvést, že v tomto případě se zvyšuje výskyt eurytopních druhů;

- podobné jevy lze očekávat v oblasti lužních lesů při vyloučení holín jako jednoho typu stanoviště, hrajícího roli po několik staletí.

Hodnocení společenstev střevlíkovitých nemůže nahradit standardní postupy stanovištního průzkumu, hodnocení struktury porostů a jejich obhospodařování představuje však velice vhodnou metodu hodnocení kvality a eventuálně i stupně přirozenosti (na základě současného stavu znalostí a představ) lesních ekosystémů. Zcela mimo diskusi představují střevlíkovití jeden z nevhodnějších prostředků monitoringu stavu a hodnocení extrémních a reliktních stanovišť.

### Poznámka:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV IG58031 „Význam přírodě blízkých způsobů pěstování lesů pro jejich stabilitu, produkční a mimoprodukční funkce“ a NAZV QG50105 „Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť“. Výsledky byly publikovány v rámci fakultní konference a jsou v tomto časopise publikovány se svolením editorů sborníku.

## LITERATURA

- ABSOLON et al. 1994. Metodika sběru dat pro biomonitoring v chráněných územích. Praha, ČÚOP: 70 s.
- BEJČEK V., ŠTĀSTNÝ K. (eds.). 2001. Metody studia ekosystémů. Skripta LF ČZU. Praha, Lesnická práce: 110 s.
- BUČEK A., LACINA J. 1999. Geobiocenologie II. Scriptum. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Fakulta lesnická a dřevařská: 240 s.
- FARKAČ J. 1994. Využití střevlíkovitých v bioindikaci. *Vesmír*, 73/10: 581-583.
- FARKAČ J. 2000. Výsledky průzkumu brouků čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) na vybraných lokalitách Šumavy. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z celostátní konference, Kostelec nad Černými lesy 27. - 28. 11. 2000. Praha, Lesnická fakulta ČZU: 28-32.
- FARKAČ J. 2001. Výsledky průzkumu čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) v místech obnovy funkčních lesních ekosystémů Krušných hor. In: Krajina, les a lesní hospodářství. Výzkumné záměry LF ČZU v Praze. Sborník z celostátní konference, Kostelec nad Černými lesy 22. - 23. 1. 2001. I. díl. Praha, Lesnická fakulta ČZU: 204-209.
- FARKAČ J. 2005. Zajímavé nálezy střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) z České republiky. *Klapalekiana*, 41: 17-31.
- FARKAČ J., HURKA K. 2003. Střevlíkovití. Hodnocení biotopů na základě zjištění prevalence indikačně významných druhů brouků čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) In: Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Praha, Český ekologický ústav: 264-277.
- FARKAČ J., KOPECKÝ T., VESELÝ P. 2006. Využití střevlíkovitých brouků (Coleoptera: Carabidae) fauny Slovenska k indikaci kvality prostředí. [Carabid beetles utilization (Coleoptera: Carabidae) of Slovak fauna for quality environment indication.] *Ochrana přírody (Nature conservation)*, 25: 226-242.
- FARKAČ J., NAKLÁDAL O. 2006. Výsledky průzkumu brouků čeledi střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) lesních stanovišť. In: Lesník 21. století - most mezi ekologií lesa a potřebami společnosti. Kašperské Hory, Národní park a Chráněná krajinná oblast Šumava: 18-22.

- HEYDEMANN B. 1955. Carabiden der Kulturfelder als ökologische Indikatoren. *Pedobiologia*, 33: 145-153.
- HOLUŠA O. 2003. Dosavadní znalosti o výskytu živočichů v rámci geobiocenologických (lesnicko-typologických) jednotek. *Práce a Stud. Muz. Beskyd.*, 13: 159 – 182.
- HOLUŠA O. 2008. Bioindikační význam pisivek (Insecta, Psocoptera) v lesních geobiocenózách centrální části zóny středoevropských listnatých lesů. *Habilitační práce*. Brno, MZLU LDF: 99 s.
- HORNÍK S. 1976. Některé geosystémové vztahy na příkladu vegetační stupňovitosti Středomoravských Karpat a geobiocenóz lužního lesa Dyjskosvrateckého úvalu. *Zpr. Geogr. Úst. ČSAV (Brno)*, 13: 84-90.
- HŮRKA K., VESELÝ P., FARKAČ, J. 1996. Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. *Klapalekiana*, 32: 15-26.
- JENÍK J. 1995. *Ekosystémy*. Praha, Univerzita Karlova: 135 s.
- KOCH K. 1989. *Die Käfer Mitteleuropas. Ökologie*. Band 1. Krefeld, Goecke & Evers: 107 s.
- KULA E., PURCHART L. 2004. The ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of forest altitudinal zones of the eastern part of the Krušné hory Mts. *Journal of Forest Science*, 50/10: 456-463.
- NENADÁL S. 1998. Využití indexu komunity střevlíkovitých (Coleoptera, Carabidae) pro posouzení antropogenních vlivů na kvalitu přírodního prostředí. *Vlastivědný sborník Vysočiny (Muzeum Vysočiny, Jihlava)*, 13: 293-312.
- PLÍVA K. 1971. *Typologický systém ÚHÚL*. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 90 s.
- PLÍVA K. 1991. *Funkčně integrované lesní hospodářství. 1. Přírodní podmínky v lesním plánování*. Brandýs nad Labem, Ústav pro hospodářskou úpravu lesů: 263 s.
- ŠUSTEK Z. 1976. Role čeledí Carabidae a Staphylinidae v lesních geobiocenózách. *Diplomová práce*. Brno, Vysoká škola zemědělská, fakulta lesnická: 64 s.
- ŠUSTEK Z. 1979. Výskum geoekologie brněnských parků na příkladě střevlíkovitých a drabčíkovitých v parku Lužánky. *Zpr. Geogr. Úst. ČSAV (Brno)*, 16: 156-174.
- ŠUSTEK Z. 1981. Influence of clear cutting on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in pine forests. *Comm. Inst. For. Českoslov.*, 12: 243-254.
- ŠUSTEK Z. 1983. A comparison of Carabidae and Staphylinidae in Pavlovské kopce hills during the period 1971 - 1981. *Biológia (Bratislava)*, 38: 105-115.
- ŠUSTEK Z. 1984a. Carabidae and Staphylinidae in two forest reservations and their reactions on surroundings human activity. *Biológia (Bratislava)*, 39: 137-162.
- ŠUSTEK Z. 1984b. The bioindicative and prognostic significance of the sex ratio in Carabidae (Insecta, Coleoptera). *Ekológia (ČSSR)*, 3: 3-22.
- ŠUSTEK Z. 1992. Lužné lesy a možnosti ich regenerácie - hľadisko entomológa. *Veronica*, 4/2: 18-21.
- ŠUSTEK Z. 1993. Využitie Zlatníkovej geobiocenologickej klasifikácie pri štúdiu rozšírenia bystruškovitých (Coleoptera, Carabidae). In: *Geobiocenologický výzkum lesů, výsledky a aplikace poznatků. Sborník referátů ze sympózia k 90. výročí narození Prof. Aloise Zlatníka*. Brno, Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie, lesnická fakulta, Vysoká škola zemědělská: 59-63.
- ŠUSTEK Z. 1994a. Classification of the carabid assemblages in the floodplain forests in Moravia and Slovakia. In: *Carabid Beetles: Ecology and Evolution*. Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, s. 371-376.
- ŠUSTEK Z. 1994b. Impact of water management on a Carabid community (Insecta, Coleoptera) in a Central European floodplain forest. *Quad. Staz. Ecol. Civ. Mus. St. Nat. Ferrara*, 6: 293-313.
- ŠUSTEK Z. 2000. Spoločenstvá bystruškovitých (Coleoptera, Carabidae) a ich využitie jako doplnkovej charakteristiky geobiocenologických jednotiek: problémy a stav poznania. In: *Geobiocenologická typizace krajiny a její aplikace*. *Geobiocenol. spisy*, 5: 18-30.
- ŠUSTEK Z., POVOLNÝ D. 1980. Anwendung der Shannon-Wiener Formel für das Studium der vertikalen Zonation der Insektenfauna. *Acta Mus. Reginaehrad., Ser. A, Suppl.*: 126-132.
- ŠUSTEK Z., ŽUFFA M. 1986. Spoločenstvá bystruškovitých a drabčíkovitých (Coleoptera, Carabidae et Staphylinidae) štátnej prírodnej rezervácie Šrámková. *Ochrana prírody*, 7: 347-374.
- VESELÝ P. 2002. *Střevlíkovití brouci Prahy*. Praha, 168 s.
- ZLATNÍK A. 1954. *Methodik der typologischen Erforschung der tschechoslowakischen Wälder*. „Angewandte Pflanzensociologie“. Veröffentlichungen des Kärtner Landesinstitutes für angewandte Pflanzensociologie in Klagenfurt. *Festschr. Aichinger*, 2: 916-955.
- ZLATNÍK A. 1976. Přehled skupin typů geobiocenů původně lesních a křovitých v ČSSR. *Zpr. Geogr. Úst. ČSAV (Brno)*, 13: 55- 65.

## CONTRIBUTION TO USE OF GROUND-BEETLE COMMUNITIES (CARABIDAE) AS BIOINDICATION TOOL IN FOREST ECOSYSTEMS - REVIEW

### SUMMARY

Animal communities, the animal compound of the forest ecosystems, are their indispensable parts. Particular zoocoenoses are used for bioindication purposes for this reason including the indication of the status of forest ecosystems. Their changes and dynamics document natural as well as anthropogenic effects, changes and disturbances. Communities of Carabids, i. e. of ground beetles, are among the often used ones, being for long time in the focus of numerous studies. Basing on performed review, it can be stated:

- ground beetle communities represent one of the most convenient animal compartments for site indication,
- they determine very good the natural and heavily man-changed sites and profound changes in the landscape,
- they represent adequately the extreme sites (wetlands, flood-plain forests, peat-bogs, primary non-forest land),
- they react very fast, in the scale of one year, with exception of relic species they are very resilient,
- they represent more extended areas, with biotope overlapping.

For the use of Carabid communities it can be concluded for bioindication for forestry purposes at present:

- management units are quite often smaller as area of particular individuals and communities,
- areas of units under particular management systems (clearcut, shelter, selective) are also smaller than areas of populations,
- coenoses of Carabids represent very good the naturalness of forest stands as for species composition and space structure,
- forestry activities do not represent in majority any danger for these communities, having in mind three basic conditions:
  - a) extreme sites are conserved, e. g. peats, rock steppes, sandy sites etc.
  - b) tree species composition of stands is not changed profoundly,
  - c) changes do not last more than several decades and do not touch large areas (tens of hectares).
- nor the clearcuts represent big danger, under conditions mentioned above, the resilience and resistance of communities are considerable, the eurytope species increase their abundance.

Evaluation of ground-beetle communities cannot replace standard procedures of the typological survey, evaluation of stand structure and forest natural status, it is very convenient complementary method. The rare and extreme sites are by this mean evaluated very well.

Recenzováno

---

#### ADRESA AUTORŮ/CORRESPONDING AUTHORS:

Prof. Ing. Vilém Podrázský, CSc., Doc. PaedDr. Jan Farkač, CSc., Fakulta lesnická a dřevařská, Česká zemědělská univerzita  
Kamýcká 1176, 165 21 Praha 6-Suchdol, Česká republika  
tel.: 228 383 721; e-mail: podrazsky@fld.czu.cz; farkac@fld.czu.cz

Doc. Ing. Otakar Holuša, Ph.D., Lesnická a dřevařská fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita  
Zemědělská 3, 613 00 Brno, Česká republika  
tel.: 545 134 558; e-mail: holusao@email.cz