

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie a životního prostředí

**Vliv rekultivovaných ploch Severočeské hnědouhelné pánve na
strukturu společenstev vybraných taxonů bezobratlých**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Autor: Andrea ČERVENKOVÁ

Vedoucí práce: doc. Mgr. Miroslav Šálek, Dr.

Praha 2008

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svou diplomovou práci vypracovala samostatně a uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Datum _____

Podpis _____

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala všem, kteří mi pomohli při vzniku práce. Jmenovitě děkuji zejména doc. Mgr. Miroslavu Šálkovi, Dr. za množství užitečných rad a trpělivé vedení a Ing. Markétě Hendrychové za námět k diplomové práci a čas, který mi věnovala na odborné konzultace po dobu její tvorby.

Dále děkuji doc. Mgr. Janu Růžičkovi, Ph.D. za rady a připomínky k práci a pomoc při determinaci živočichů. Ing. Otovi Nakládalovi, Ph.D. a RNDr. Petru Kmentovi děkuji za pomoc při determinaci bezobratlých modelových skupin.

Dále děkuji za finanční podporu Vnitřní grantové agentury ČZU a Výzkumnému ústavu pro hnědé uhlí, a. s. za zapůjčení terénního vozidla.

Abstrakt

Diplomová práce shrnuje poznatky o struktuře a diverzitě bezobratlých na výsypkách po těžbě hnědého uhlí v severních Čechách. Zde bylo pro výzkum vybráno 15 studijních lokalit, na kterých byli bezobratlí zachyceni metodou zemních pastí, smýkáním a sklepáváním s vegetace. Sběry probíhaly v průběhu roku 2007 a byly načasovány na období s nejvyšší předpokládanou aktivitou a abundancí studijních skupin bezobratlých.

Práce předkládá charakteristiku problematiky rekultivací a vývoje společenstva v průběhu sukcese, stručně popisuje území výzkumu, vybrané skupiny hmyzu indikující kvalitu prostředí a metody, které byly využity k zachycení zkoumaných skupin živočichů. Výsledky práce jsou přehledně členěny do skupin bezobratlých podle sledované skupiny živočichů a metody sběru. V závěru jsou vyhodnocena doporučení pro ochranu přírody těžbou narušených míst.

Cílem této práce bylo provést sběr vybraných skupin bezobratlých, jakožto dobrých indikátorů stavu prostředí, na plochách výsypek s odlišnými mikrobiotopovými charakteristikami a různou historií (plochy rekultivované nebo sukcesní) a následně vyhodnotit, která opatření a za jakých podmínek mají nejpříznivější vliv na jejich strukturu a diverzitu. Z výsledků vyplývá, že mikrobiotopové charakteristiky jsou významnějšími faktory ovlivňujícími společenstva bezobratlých než způsob obnovy studijních posttěžebních ploch (rekultivace *versus* sukcese). Zároveň se ale prokázala vyšší druhová pestrost (index diverzity, počet druhů i jedinců) bezobratlých na plochách ponechaných samovolnému vývoji, čehož by se mělo využít v managementu posttěžební krajiny.

Klíčová slova

Diverzita, posttěžební krajina, výsypky, sukcese, rekultivace, bezobratlí, *Carabidae*, *Heteroptera*.

Abstract

The thesis summarizes received information regarding the structure and diversity of the spoil heaps established after brown coal mining in the Czech Republic. Fifteen research locations were selected for the study; where invertebrates were caught by means of a pitfall traps, net-sweeping or breathing from the vegetation. The collection was performed during 2007 and timed for the period with the highest expected activity and abundance of the invertebrates study groups.

The thesis submits the characteristic of the problems related to the reclamation process and the development of the society during the succession process; it briefly describes the researched area, selected groups of insect indicating the quality of the environment, and methods used for catching the researched animal groups. The work results are clearly organized according to the monitored animal groups and collection methods. The conclusion includes the evaluation of recommendations for the environmental protection of areas damaged by mining.

The goal of the thesis was to collect the selected invertebrate groups, which represent good indicators of the environment condition, on the spoil heaps with various microhabitat characteristics and different history (areas reclaimed or after succession), and subsequently evaluate as to which measures and under which conditions they have the most beneficial influence on the structure and diversity. The results show that the microhabitat characteristics represent more significant factors influencing the society of invertebrates than the method of restoration the post-mining areas (reclaiming *versus* succession). At the same time, higher diversity of invertebrate species (diversity index, number of species and individuals) was proved in areas left for independent development; which should be utilized within the management of the post-mining landscape.

Key words

Diversity, post-mining landscape, spoil heaps, succession, reclamation, invertebrates, *Carabidae*, *Heteroptera*.

OBSAH

1 ÚVOD	1
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
2.1 Popis přístupů k obnově post-těžební krajiny	2
2.2 Rekultivace	2
2.2.1 Etapy rekultivací výsypek	2
2.2.1.1 Etapa důlně technická	2
2.2.1.2 Etapa ekotechnická	4
2.2.1.3 Etapa biotechnická	5
2.2.1.3.1 Lesnická rekultivace	5
2.3 Sukcese	6
2.3.1 Typy sukcesních změn	7
2.3.1.1 Cyklické změny	7
2.3.1.2 Ekologická fluktuace	7
2.3.1.3 Ekologická sukcese	7
2.3.1.4 Sekulární vývoj	9
2.3.2 Studium sukcese a rekultivace	9
2.4 Modelové skupiny bezobratlých – indikátory	10
2.4.1 Charakteristika modelových skupin bezobratlých	11
2.4.1.1 Střevlíkovití (<i>Carabidae</i>)	11
2.4.1.2 Ploštice (<i>Heteroptera</i>)	11
3 POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ	13
3.1 Přírodní poměry	13
3.1.1 Geologie	13
3.1.2 Geomorfologie a reliéf	13
3.1.3 Pedologické poměry	14
3.1.4 Klimatické poměry	14
3.1.5 Biogeografická situace	15
3.1.6 Flóra	15
3.1.7 Fauna	15
4 METODIKA	17
4.1 Výběr studijních ploch	17
4.2 Popis studijních ploch	17
4.2.1 Výsypky ponechané spontánnímu vývoji (sukcesi)	17
4.2.2 Rekultivované výsypky	19
4.3 Sběr materiálu	20
4.4 Metody odchyty	20
4.4.1 Pašování	20
4.4.2 Smýkání	21
4.4.3 Sklepávání	22
4.5 Načasování odběru materiálu	22
4.6 Rozbory materiálu a determinace	22
4.7 Třídění bezobratlých pro statistické hodnocení	23
4.7.1 Dělení v rámci modelových skupin	23
4.7.1.1 Rozdělení čeledi střevlíkovití (<i>Carabidae</i>)	23
4.7.1.2 Třídění ploštic (<i>Heteroptera</i>)	24
4.8 Statistické hodnocení výsledků	25
4.9 Výpočet biodiverzity bezobratlých	26
4.10 Popis environmentálních faktorů	27
5 VÝSLEDKY	29
5.1 Epigeon	30
5.1.1 Epigeon – kompletní data ze zemních pastí	30

5.1.2 Epigeon – modelová skupina střevlíkovití (<i>Carabidae</i>).....	35
5.2 Bezobratlí s vegetace	39
5.2.1 Bezobratlí s vegetace - kompletní data	39
5.2.2 Bezobratlí s vegetace – modelová skupina ploštice (<i>Heteroptera</i>)	43
6 DISKUSE	47
6.1 Epigeon a bezobratlí s vegetace.....	47
6.2 Modelové skupiny.....	49
6.3 Porovnání managementových opatření a význam pro ochranu přírody	52
7 ZÁVĚR	54
8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	56
9 PŘÍLOHY	63
9.1 Obrázková příloha.....	63
9.2 Popisná část.....	67
9.3 Příloha s tabulkami	68

1 ÚVOD

V celém kulturním světě již prakticky neexistují lidmi nedotčená území. K nejnápadnější destrukci krajinného prostředí dochází zpravidla při těžbě nerostných surovin. Průvodním jevem těžby, zvláště pak povrchové, je transformace přírodních složek krajiny, a to v subsystémech jak horninového prostředí, tak i v tvárnosti povrchu celého území, včetně půdy, ovzduší, vody a všech biotických složek. Dochází k degradaci všech neživých i živých složek ekosystému (Štýs, 1981).

V Severočeském hnědouhelném revíru dosahují plochy po povrchové těžbě hnědého uhlí velkých rozměrů. Mnohé z nich již byly rekultivovány, nejčastěji zemědělským či lesnickým způsobem, popřípadě ponechány spontánní sukcesi. Není ale jednoznačné, jaký typ managementu takto narušených ploch má nejpříznivější vliv na mimoprodukční funkce krajiny, především pak ekologickou. Provedené studie dokazují negativní dopady některých typů managementů a naopak pozitivní vliv spontánní sukcese na pestrost a strukturu fytoocenóz. Komplexní hodnocení, které by zahrnovalo poznatky o vzájemném působení antropogenních půd různých charakteristik či historie (rekultivace x sukcese), rostlinných a živočišných společenstev, nebylo dosud zpracováno.

Cílem této práce je provést sběr vybraných skupin bezobratlých, jakožto dobrých indikátorů stavu prostředí, na plochách výsypek s odlišnými mikrobiotopovými charakteristikami a různou historií (plochy rekultivované nebo sukcesní) a následně vyhodnotit, která opatření a za jakých podmínek mají nejpříznivější vliv na jejich strukturu a diverzitu.

Cíle práce

- Zmapovat strukturu výsypek Severočeské hnědouhelné pánve, posoudit jejich stáří, historii a vybrat vyvážený vzorek vhodných studijních ploch;
- Shromáždit data o struktuře společenstev vybraných skupin živočichů na studijních plochách;
- Vyhodnotit rozdíly ve společenstvech vybraných skupin živočichů na rekultivovaných a nerektivovaných plochách v pokročilém a pozdním stadiu sukcese;
- Posoudit vlivy mozaikovitosti popřípadě dalších mikrostanovištních faktorů;
- Zhodnotit přínosy a rizika různých způsobů obnovných procesů na plochách po těžbě hnědého uhlí s ohledem na biodiverzitu a strukturu živých systémů.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Popis přístupů k obnově posttěžební krajiny

Severočeská hnědouhelná pánev je největším českým těžebním územím, kde povrchové lomy zasáhly všechny přírodní složky, od rostlin a živočichů přes atmosféru, povrchové a podzemní vody až po reliéf krajiny. Tento stav vrcholil v 70. a 80. letech minulého století (Votýpka, 2008).

Proto dochází k rozsáhlým rekultivačním aktivitám a nápravě devastace území. Jelikož jedním z cílů této práce je porovnat vliv rekultivovaných a starších sukcesních ploch na vývoj diverzity a struktury vybraných skupin bezobratlých, následující část se zaměřuje na jednotlivé etapy a způsoby rekultivační obnovy devastovaných území a dále na bližší popis spontánní sukcese.

2.2 Rekultivace

Základním smyslem rekultivací je tvorba krajiny, která by byla ekologicky vyváženým, ekonomicky potenciálním, hygienicky vhodným, esteticky působivým a rekreačně hodnotným životním prostředím (Štýs, 1981). Přístupy k obnově této krajiny se měnily s postupem času od extenzivních forem k intenzivním. Vývoj procházel od počátečních období s převahou zalesňování, přes etapu s preferencí tvorby zemědělské půdy. Současná rekultivační strategie se snaží o integrální jednotu ekologických (orientace na ekologicky vyváženou obnovu posttěžební krajiny s mozaikou lesů, zemědělských pozemků, ostatní zeleně, vodních ploch a mokřadů), ekonomických a sociálních zájmů.

2.2.1 Etapy rekultivací výsypek

2.2.1.1 Etapa důlně technická

Představuje vybudování pevných základů výsypky, její realizace probíhá v několika etapách:

1) Průzkum nadložních zemin

Znalost uložení zemin v dobývacím prostoru je předpokladem pro selektivní odkrytí jednotlivých vrstev dle jejich kvality. Informace o složení slouží k výběru vrstev vhodných pro rekultivační tvorbu půdy. Průzkum by se měl zabývat nejen celým dobývacím prostorem, ale i plochami určenými ke stavbě vnějších výsypek (Štýs, 1995).

2) Volba místa po otevření lomu a volba dobývacího systému

Tato fáze rozhoduje o způsobu následných rekultivací, o stanovení koncepce preventivních opatření, pro kterou je nutné znát i následné využití území po uskutečnění těžby. Umístění lomu do značné míry rozhoduje nejen o rozsahu devastací, ale také o kvalitě nápravných prací (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

Pro horníky je výhodnější otevírat lomy v místech s minimálním nadložím, aby se k nerostné surovině dostali co nejrychleji a nejlaciněji. V takových místech však bývá největší množství zeminy vhodné k rekultivačním účelům. Tyto úrodné zeminy jsou na začátku báňské činnosti často zakládány do nejspodnějších částí výsypky a pro pozdější rekultivaci jsou nevratně ztraceny. Aby nedocházelo k takovým ztrátám, vznikají místa tzv. deponie, kam se dočasně ukládají kvalitní půdotvorné materiály. To ovšem vyžaduje další zábor pozemků (Štýs, 1995).

Důležitý je taktéž způsob těžebních prací. Z hlediska rekultivačního jsou výhodné krátké zářezy, které omezují možnost samovznícení uhlí a znamenají menší zábor půdy.

Tato etapa zajišťuje, aby lom po skončení těžby byl co nejmenší a byl dostatek kvalitních nadložních zemin vhodných pro rekultivaci (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

3) Selektivní odkliz nadložních zemin

Půda vzniká velmi dlouho, proto je nezbytné zachovat kvalitní výsypkové zeminy, využívané jako půdotvorný substrát na povrchu rekultivovaných výsypek. Jedny z nejvhodnějších jsou spraše.

Ve zkoumané oblasti převládají jíly s doplňkem písku různé kvality. Některé jsou pro překrytí ornou půdou vhodné k zemědělské rekultivaci, většinou spíše pro lesnickou a zbytek se hodí alespoň pro ozelenování. V nejnižších patrech výsypky by měly být ukládány půdy nejméně vhodné (např. toxické). Při selektivní skrývce nadložních zemin je důležité zachovat při dopravě odtěžené hmoty v takovém sledu, v jakém byly dobývány. Nejvhodnější doprava je kolejová (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

4) Umístění výsypek v krajině

Z rekultivačního hlediska je výhodné budovat spíše velkokapacitní plošné výsypky než výsypky malé. Na velkých výsypkách vznikají větší ucelené plochy, s velkou náhorní plošinou vhodnou pro zemědělskou výrobu. Praxe prokázala, že nejvhodnějším tvarem pro výsypku je kruhová nebo čtvercová základna zvyšující stabilitu výsypky. Stabilitu ovlivňují taktéž geomechanické a fyzikální vlastnosti nadložních zemin, které se mění v závislosti na hloubce jejich uložení (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

Každá výsypka by měla být do krajiny včleněna tak, aby v co nejkratší době došlo k účelnému vytvoření režimu spodních vod.

Vzhledem k tomu, že stabilita výsypek je prioritní, řešení obnovy režimu spodních vod je zkomplikováno, protože snaha o dosažení stability vede naopak k odvodňování plochy a uložení propustných hornin do nejspodnějších částí výsypek.

Je důležité, aby povrch výsypky byl tvořen takovými zeminami, které jsou schopné přijmout velké množství dešťové vody, udržet ji a v případě potřeby uvolňovat.

Důlně technická etapa může trvat i třicet let v závislosti na dynamice dějů v tělese výsypky (Štýs, 1995).

2.2.1.2 Etapa ekotechnická

Přichází po stabilizaci výsypky. Následuje sled technických prací, které upravují terén, svahy, vodní režim výsypek a práce, které normalizují mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti půdy (Štýs, 1995).

1) Technické práce

Jde o terénní úpravy svrchních pater výsypky, kam byly ukládány nejvhodnější zeminy pro tvorbu půdy. Vytváří se žádoucí tvar, upravuje se vhodný sklon svahů, provádí se zásahy protierozní a stabilizační (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

2) Navážka zúrodnitelných zemin

Po terénních úpravách se na rekultivované plochy většinou do souvislé vrstvy naváží zúrodnitelné zeminy (bentonity, slíny, rašelina, oxyhumolity) a ornice (Ondráček et al., 2002). Nejvhodnější mocnost této překryvné vrstvy je dána jednak kvalitou podkladu, zúrodnitelné zeminy a typem rekultivace, která zde bude probíhat (upřednostňuje se na zemědělských rekultivacích). Na základě mnohaletých zkušeností je ekologicky i ekonomicky optimální navážení půlmetrové vrstvy (Minx et al., 2003), která je důkladně zapravena a promíchána se svrchní vrstvou výsypky.

3) Hydromeliorační a hydrotechnické úpravy

Jsou nedílnou součástí terénních úprav. Jedná se o zregulování vodního režimu. Vzhledem k tomu, že na různých místech výsypky jsou odlišné vlhkostní podmínky je nutno budovat odvodňovací i závlahové systémy. Hydrotechnické úpravy představují výstavbu toků a vodních nádrží, opatření proti vodní a větrné erozi (Štýs, 1995; Brožík, 1997).

V závěru těchto prací se budují komunikace, popřípadě provozní stavby a budovy (Štýs, 1996; Brožík, 1997).

2.2.1.3 Etapa biotechnická

Jde o závěrečné práce na nově vybudovaných plochách. Rekultivační cyklus je zakončován několika **různými typy rekultivací**. Nejčastější je **rekultivace lesnická**, dále **zemědělská, hydrická a ostatní – např. ekologická, rekreační, komunikace** apod.

Obnova území po těžbě s vhodným uspořádáním krajinných prvků formou realizace jednotlivých typů rekultivace vychází z krajinného řešení souhrnných plánů sanací a rekultivací jednotlivých lomů, resp. generelu rekultivací (Anonymus a, 2008).

Plochy, kterými se tato práce zabývá jsou rekultivovány lesnickým způsobem. Dále je proto více rozebrán pouze lesnický typ rekultivace.

2.2.1.3.1 Lesnická rekultivace

Spolu s zemědělskou rekultivací je základní metodou obnovy. Má význam zejména v souvislosti s prvořadou funkcí lesních porostů jakožto stabilizujících prvků v ekologických soustavách. Lesní porosty představují ekosystémy, které mají kladný vliv nejen na vlastní zalesněnou plochu, ale i na své okolí. Vznikají lesy ochranné a zvláštního určení, avšak dá se pravděpodobně předpokládat pozdější využití i jako lesů hospodářských (Štýs, 1996; Brožík, 1997).

V krajině zastávají nezastupitelnou funkci v hospodaření s vodou, protierozní, stabilizační hygienickou, asanační, klimatickou, rekreační a další. Lesy zpevňují půdu, udržují vláhu a chrání území před vodní a větrnou erozí. Velmi významná je schopnost zachycovat a zpomalovat pohyb polétavého prachu. Zeleň také tlumí hluk a vibrace (Štýs, 1996; Brožík, 1997).

Lesní dřeviny nejsou tak náročné na kvalitu půdy, přesto je nutné rekultivované plochy vhodně upravovat. Lesnické rekultivace jsou procesem dlouhodobým a vlastní zakládání lesních porostů je na výsypkách realizováno v postupných etapách. Nejdříve je nutné plochu upravit před samotnou výsadbou, následuje výběr vhodných druhů (keřů a stromů) vysazený ve vhodnou dobu vzhledem k jejich biologickým vlastnostem, dále výsadba a zabezpečení dalšího ošetřování kultur a v závěru pak sledování zdravotního stavu a provádění lesopěstebních zásahů (Štýs, 1996; Brožík, 1997).

Výběr dřevin vychází z celkových klimatických podmínek oblastí, mikroklimatu a pedologických vlastností rekultivované plochy. Mezoklimatickou a zvláště mikroklimatickou zonalitu je nutno respektovat v souvislosti se specifickými vlastnostmi reliéfu devastovaného území.

Na základě mnohaletých zkušeností (např. Minx et al., 2003) je zřejmé, že pro výsadbu se nejlépe osvědčily tyto druhy dřevin: z přípravných dřevin je nejcennější jeřáb, z dřevin pomocných olše a břízy. Ze sortimentu cílových pak javory, jasany, duby a modříny. V poslední době se výsadba zaměřuje zejména na domácí druhy dřevin (Štýs, 1996; Brožík, 1997).

Převažují smíšené porosty. Nejvhodnější způsob zakládání porostů na antropogenních půdách lze považovat za zakládání ve skupinách (smíšení skupinové), kde ve skupinách různých tvarů dochází k jednotlivému, řadovému i hloučkovitému způsobu smíšení listnatých i jehličnatých dřevin (Minx et al., 2003). Výsadba, většinou jamková, je prováděna ručně, i když v posledním období se stále více prosazují i metody strojní výsadby (zejména na rovných plochách). Poměr směsi cílových a přípravných dřevin je obvykle v době zakládání porostů 60 % cílových a 40 % pomocných nebo dokonce poměr 50 % na 50 % (Jonáš & Peroutková, 1997).

Aby bylo dosaženo úspěchu, to znamená během 7 – 10 let zajistit úspěšnou lesní kulturu, je po základní výsadbě nutno o lesnické rekultivace pečovat. Především je důležité doplňovat ztráty za uhynulé stromky a keře (až 40 %), okopávat, ožínat, hnojit a podle potřeby i vápnit. V prvních letech výsadby je nutno počítat se záhlavkou (poloodrostky a odrostky), ochranou sazenic kombinací mechanických, chemických a biologických metod boje proti škůdcům (nátěry proti okusu zvěří, PVC chráničky, instalace berliček pro dosedání dravců regulujících drobné hlodavce). Nezbytné jsou výchovné a pěstební zásahy v podobě seče, prořezávky, vyvívání a tvarovacích řezů (Štýs, 1996; Brožík, 1997; Jonáš & Peroutková, 1997).

2.3 Sukcese

Sukcese je souborem postupných změn druhového a funkčního složení společenstva v určitém místě a čase (Odum, 1977).

Rostlinná společenstva jsou poměrně nestabilní systémy. V průběhu času dochází k neustálým změnám v uspořádání jedinců v prostoru, mění se jejich počet a množství vyprodukované biomasy. Dochází i ke změnám v počtu druhů, které se na stavbě daného společenstva podílejí. Samotný výskyt jednotlivých druhů ve společenstvu je navíc ovlivněn dostupností lokality, podmínkami, které na lokalitě panují a přítomností konkurentů a predátorů.

Povaha těchto faktorů se v čase mění, a to i díky působení druhů samotných. Dochází k postupnému vývoji jak abiotické tak biotické složky společenstva směřující k relativně stabilnímu stavu (Slavíková, 1986; Šálek et al., 2005).

2.3.1 Typy sukcesních změn

Rozeznáváme několik typů sukcesních změn zejména podle délky časového úseku v němž je daná změna realizována. Mezi základní řadíme: 1) cyklické změny, 2) ekologické fluktuace, 3) ekologickou sukcesi a 4) sekulární vývoj. První dva typy působí většinou v kratších časových intervalech (Míchal, 1994).

2.3.1.1 Cyklické změny

Jsou způsobeny cyklicky se opakujícími změnami prostředí spojenými s životními cykly rostlin, především se stárnutím některých populací vytrvalých druhů. (např. velké trsy rostlin, které se v průběhu jejich života morfologicky mění co do velikosti a struktury (Begon, et al., 1997).

2.3.1.2 Ekologická fluktuace

Je patrná ve společenstvech, která dosáhla rovnováhy s prostředím a dále se výrazněji nemění. Probíhají v nich neustálé drobné změny, aniž by došlo k změnám celé struktury společenstva. Dominanty společenstva se nemění, ale dochází ke kolísání v kvantitativní a kvalitativní skladbě některých subdominant (projevuje se dočasným zvýšením nebo snížením druhové bohatosti a biomasy, pokrývnosti nebo hustoty populací) (Begon, et al., 1997).

2.3.1.3 Ekologická sukcese

Změna druhů v čase. Na určitém místě dochází postupně k záměně jednoho společenstva v jiné tak dlouho, až se proces zastaví v určitém stabilním bodě. Jev, který probíhá velmi dlouhou dobu. Celý průběh od iniciálního pionýrského stádia až po konečný klimax trvá obvykle několik stovek let a je to v podstatě směřovaný a spojitý proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů budujících určité společenstvo na nějakém stanovišti. Rozeznáváme několik typů sukcesních změn (Begon, et al., 1997):

a) **Degradační sukcese**

Projevuje se v relativně krátkém časovém úseku několika měsíců nebo let a je založena na tom, že jednotlivé organismy postupně využívají zdroj, který je tím likvidován. Končí vyčerpáním zdroje a zánikem společenstva vázaného na tento zdroj (Míchal, 1994; Begon, et al., 1997).

b) **Autogenní sukcese**

Sukcese, které jsou výsledkem biologických procesů v rámci daného stanoviště, jako například akumulace odpadu v lese nebo narůstající konkurence díky zvýšenému počtu jedinců ve společenstvu, modifikují podmínky a zdroje na dané lokalitě. Dochází k ní na nově vzniklých obnažených místech, kde nepůsobí postupně se měnící abiotické vlivy vyvolané samotným prostředím (Míchal, 1994; Šálek et al., 2005).

c) **Alogenní sukcese**

Změny ve společenstvu, probíhající díky změnám vnějších geofyzikálně-chemických sil (např. ukládání nánosů bahna v ústí řek). Hnací silou je zde samotné prostředí, které se mění a tyto změny jsou následovány nástupem určitých typů společenstev (Begon, et al., 1997; Šálek et al., 2005).

Tradičně se rozlišuje sukces primární a sekundární. K **primární sukcesí** dochází na místech, která jsou zcela bez života a nebyla v minulosti ovlivněna žádným společenstvem (např. lávová pole). Primární sukcese probíhá i na plochách zkoumaných v této práci (sukcese na výsypkách po těžbě uhlí). Jestliže se z oblasti odstranila vegetace, ale zachovala se dobře vyvinutá půda se semeny a spórami, nazýváme vytvořený sled druhů **sukcesí sekundární**.

Kolonizace nových míst probíhá u rostlin a živočichů v závislosti na jejich vlastnostech. Při směně druhů se uplatňují specifické strategie druhů, které předurčují jejich postavení v sukcesí. Sled jednotlivých sukcesních stádií tvoří tzv. sukcesní řadu. Druhy počátečních stádií jsou většinou organismy s krátkým životním cyklem, nízkou konkurenční schopností, vysokou plodností, snadnou šířitelností a odolné vůči disturbancím. Jejich přežití závisí na schopnosti dostat se na další narušené místo. Oproti tomu druhy pozdějších stádií jsou organismy s dlouhým životním cyklem, vysokou konkurenceschopností a málo odolné vůči disturbancím (Míchal, 1994; Begon, et al., 1997).

d) Klimax

Každá sukcesní série začíná počátečním stadiem a končí stadiem, které je nazýváno klimaxovým. Jde o konečné, vyvážené společenstvo, které je svou strukturou a funkcí v rovnováze s abiotickým prostředím. Někdy bývá označován jako klimaxový klimax, pokud jde o rovnováhu určenou makroklimatickými podmínkami, jindy tzv. edafický klimax v případě vlivů půdních podmínek převažujících nad klimatem (Begon, et al., 1997).

V některých případech sukcese nekončí určitým předvídaným typem klimaxu, ale je přerušena disturbancí a musí začít znovu. Jindy její průběh ovlivňuje nový typ stresu (např. pastva), který regeneruje formování společenstev odpovídajících spíše raným sukcesním stádiím.

Sukcese může být i dlouhodobě blokována nepřízní stanovištních faktorů, které znemožňují nástup dřevin (blokováná sukcesní stadia) (Míchal, 1994; Begon, et al., 1997).

2.3.1.4 Sekulární vývoj

Dlouhodobé změny společenstev v časových intervalech tisíců let. V důsledku plynulých klimatických a půdních změn za posledních cca 12 tisíc let docházelo k postupné změně vegetačního krytu střední Evropy až do dnešního stavu. Tento dlouhodobý proces je označován za sekulární vývoj a je často spojován se zpětnou migrací jednotlivých druhů z jejich jižně položených útočišť (refugií), kam byly tyto druhy během glaciální doby zatlačeny ledovcem a v nich přežily tato chladná období ve vývoji Země (Míchal, 1994; Begon, et al., 1997).

2.3.2 Studium sukcese a rekultivace

V dnešní době se nápravná opatření v post-těžební krajině zaměřují na respektování přírodních zákonitostí a současně i potřeb společnosti (Štýs, 2001). Problematikou rekultivací se zabýval Štýs et. al. (1981) nebo Sklenička et. al. (2004), rekultivačními úspěchy a jejich měřením např. Ruiz-Jaen & Aide (2005). Stále ale nebylo dostatečně vyhodnoceno, která opatření mají nejprůzračnější vliv na mimoprodukční funkci krajiny (zejména ekologickou).

Řada studií se věnuje popisu vývoje rostlinných společenstev na narušených lokalitách. Některé srovnávají vývoj flóry po technické rekultivaci se spontánní sukcesí (Hodačová & Prach, 2003), jiné zkoumají samotná sukcesní stadia na různých antropogenně narušených plochách (Prach, 1987; Prach et. al., 2001; Prach, 2003).

Analýzy rostlinných společenstev ukazují, že sukcesní plochy ve starších stádiích mají mnohem větší pestrost než plochy rekultivované. Urychlení vývoje vegetace za pomoci rekultivace bylo pouze dočasného charakteru. Spontánní sukcese se ukazuje jako levná metoda a jednoduchá alternativa k technické rekultivaci, vedoucí k bohatší vegetaci a vyšším přírodním hodnotám (Hodačová & Prach, 2003).

Technická rekultivace může být využita v místech se špatnými abiotickými podmínkami, které musí být nejdříve upraveny (např. na erodovaných místech, nestabilních svazích) nebo na plochách, kde je preferována produkce. Přesto je spontánní sukcese v současných obnovných procesech stále málo využívanou metodou (Prach, 2003) a je často společnostmi prováděnými rekultivace považována za nelegislativní.

Fauna hraje velmi důležitou roli v mnoha ekologických procesech. Navzdory tomu jen málo studií zohledňuje dlouholetou živočišnou rekolonizaci oblastí po dolování, zejména pak po obnově rekultivací (Nichols & Nichols, 2003).

Studie živočišných společenstev se ve většině případů zabývají pouze určitým taxonem (Hejkal, 1985; Tajovský, 2001; Vojar, 2006; Picaud & Petit, 2007 ad.) a zaměřují se zejména na vývoj v prvních letech po ukončení disturbancí (Bejček, 1981).

2.4 Modelové skupiny bezobratlých – indikátory

Bioindikátor je živý organismus nebo společenstvo organismů, z jejichž přítomnosti, kondice či chování je možno usuzovat na přítomnost určitého faktoru prostředí i na stav a změnu prostředí. Základem bioindikace je fakt, že většina druhů má unimodální odezvu na proměnnou prostředí, tzn. že má optimum při určité hladině environmentální proměnné (Anonymus, 2006).

V současné době jsou stále častěji využívány v ochraně přírody s ohledem na potřebu sledování vlastností prostředí s vazbou na hledání příčin případných změn. Sledování druhového složení společenstev bezobratlých je jedním z možných a relativně efektivních přístupů k takovému monitoringu v řadě typů biotopů. Často uvažovanou cílovou skupinou sledování jsou vybrané skupiny epigeických bezobratlých (Chobot et al., 2005).

Teoreticky lze do jisté míry jako indikační označit většinu skupin bezobratlých s dostatečným počtem druhů a s rozvinutější znalostí jejich bionomie, která ukazuje dostatečně diverzifikovanou vazbu jednotlivých druhů na různé podmínky a biotopy. Pro většinu skupin existují propracované a spolehlivé, relativně standardizované metody sběru (např. zemní pasti, světelné lapače atd.) (Chobot et al., 2005).

V této práci byly pro sledování využity dvě modelové skupiny bezobratlých, a to střevlíkovití (*Carabidae*) a ploštice (*Heteroptera*) v rámci dvou různých metod sběru (dále viz. kapitola Metodika), neboť byly na rozdíl od ostatních skupin zastoupeni velmi často (větší abundance, více druhů) a v téměř v každém vzorku.

2.4.1 Charakteristika modelových skupin bezobratlých

2.4.1.1 Střevlíkovití (*Carabidae*)

Známa taxonomie, rozšíření a nároky na prostředí činí střevlíkovité brouky (*Carabidae*) široce a úspěšně využívanou skupinou indikátorů v mnoha studiích. Řada prací je věnována jejich odezvě na změny v prostředí, např. lesní fragmentaci nebo managementová opatření. Byly také použity jako indikátory insekticidů, pro klasifikaci biotopů nebo k odhadu kvality stanoviště (Neumann 1971, Kielhorn et al. 1999, Pik et al. 2001, Rainio & Niemelä, 2003 a další).

Brouci této čeledi jsou celosvětově rozšířeni. V České republice je popsán výskyt více než pěti set zástupců. Obvykle žijí na povrchu země, občas se během dne ukrývají pod kmeny nebo v podzemí. Jejich velikost se pohybuje od dvou milimetrů do pěti centimetrů, obvyklé je kovově lesklé zbarvení. Typickým znakem je ploché tělo, dlouhé nohy silná kusadla a vláknitá tykadla. V případě ohrožení vystřikují ze střev a análních žláz sekret, který má zastrašit nepřítele.

Většina zástupců jsou noční draví brouci, larvy jsou vždy dravé. Střevlíkovití (*Carabidae*) v mírném podnebném pásu jsou nelétaví, protože mají srostlé krovky. Většinou se velmi rychle pohybují, což jim usnadňuje lov. Mají mimotělní trávení, kusadly vstříknou do své potravy trávicí tekutinu a konzumují natrávenou tkáň. Nejobvyklejší potravou je hmyz a plži. Mezi střevlíkovitými jsou brouci užiteční i škůdci (Hughes, 1974; Hůrka, 2008).

2.4.1.2 Ploštice (*Heteroptera*)

Společenstva ploštic byla využita jako bioindikátor také v mnoha studiích (např. Fauvel 1999, Zurbrügg & Frank 2004).

Centrum rozšíření ploštic (*Heteroptera*) jsou tropické oblasti. Různorodá skupina, je známo kolem 50 000 druhů, v ČR žije asi 900 z nich. Obývají široké spektrum biotopů, existují suchozemské i vodní druhy. Mezi ploštice patří malé druhy, i pod 1 mm, až velké druhy, větší než 12 cm. Tělo je často ploché (odtud název ploštice).

Barva těla může být jak zcela nenápadná (zelená, hnědá, šedá), tak pestrá s různorodou kresbou, případně i výrůstky, jamkami či tečkami. Mají bodavě sací ústrojí, které směřuje dozadu pod tělo. Kromě složených očí má řada druhů i dvě jednoduchá očka. Typickým znakem je první pár křídel, který je přeměněn na polokrovky (hemelytry), druhý pár je blanitý, v klidu složený podélně na zadeček. Některé druhy mají křídla zkrácená či jsou úplně bezkřídlé (např. štěnice). U vodních druhů jsou končetiny přeměněné k plavání (znakoplavka), případně k lapání kořisti (jehlanka, splešťule). Vodní druhy dýchají vzduch pomocí dýchací rourky nebo dýchacího otvoru na zadečku. Ploštice jsou známé svým zápachem, který pochází ze zvláštních žláz. Chrání je před dravci anebo ochromuje jejich kořist. Obdobně jako řada dalšího hmyzu jsou schopny stridulovat, tj. vydávat zvukové signály. Většinou jsou býložravé, některé dravé, jiné parazitují na teplokrevných živočiších včetně člověka. Některé ploštice žijí v početných koloniích (Pecina, et al., 2000; Pechlát, 2005; Anonymus b, 2008).

3 POPIS STUDOVANÉHO ÚZEMÍ

Studované území se nachází v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve (SHP) v nížinné proláclině mezi Krušnými horami a Českým středohořím. Rozkládá se mezi městy Klášterec nad Ohří a Ústí nad Labem. SHP je přibližně 70 km dlouhá a místy až 20 km široká. Do poloviny 19. století měla charakter úrodné zemědělské krajiny s rozsáhlými vodními plochami. V posledních 150 letech patří území SHP k nejprůmyslovějším aglomeracím střední Evropy (Anonymus c, 2008).

3.1 Přírodní poměry

3.1.1 Geologie

Zájmové území leží mezi úpatím Krušných hor a Chomutovsko-teplickou pánví. Krušné hory jsou v této části území budovány hlavně ortorulami (stáří: paleozoikum, prekambrium). Chomutovsko-teplická pánev je vyplněna jílovitými a písčitými sedimenty s mocnými slojemi hnědého uhlí, místy s výskytem pískovců a vypálených jílu (porcelanity). Významné byly v této části pánve staré jezerní sedimenty Komořanského jezera, místy charakteru humolitů, tyto se však již nezachovaly. Podloží je v současnosti budováno antropogenními uloženinami – navážkami, které pocházejí z hnědouhelných dolů. V těsném okolí zájmového území se zachovaly pleistocénní proluviální šterky a písky (Kolektiv autorů, 1999).

3.1.2 Geomorfologie a reliéf

Podle geomorfologického členění ČR (Demek, 1987) náleží oblast k Podkrušnohorské podsoustavě, která je zde reprezentována celkem Mostecká pánev. Území však sousedí s celkem Krušných hor, konkrétně s podcelkem Loučenská hornatina. Na úrovni podcelku území spadá do Chomutovsko-teplické pánve s okrsky Komořanská kotlina a Duchcovská pánev. Komořanskou kotlinu bylo možné v minulosti charakterizovat jako mělkou tektonickou sníženinu s původně měkkým reliéfem hranáčových osypů, náplavových kuželů, nízkých teras a širokých niv se slatinami (Kolektiv autorů, 1999).

Duchcovská pánev byla charakteristická pleistocenním destrukčním, k jihovýchodu mírně ukloněným reliéfem charakteristickým denudačními plošinami a rozvodními hřbety, odlehlíky a širokými údolními levostranných přítoků Bíliny, méně pak akumulacním reliéfem hranáčových osypů, náplavových kuželů a sprašových pokryvů.

Akumulační reliéf se vyvíjel při úpatí Krušných hor v podobě proluviálně fluviálních kuželů a hald. V současnosti je reliéf území přemodelován velkoplošnou těžbou uhlí a vršením výsypek (Kolektiv autorů, 1999).

3.1.3 Pedologické poměry

V oblasti dominují antropozemě rekultivovaných či nerektivovaných narušených ploch, méně se vyskytují původní kambizemě, smonice a luvizemě (Kolektiv autorů, 1999).

3.1.4 Klimatické poměry

Podnebí je silně ovlivněno reliéfem. Krušné hory na severu a severozápadu prudce spadají do prostoru pánve a vytváří se tak při převládajícím západním proudění vzduchu anemo-orografický systém velkého rozměru, který do značné míry podmiňuje mimořádně silný srážkový stín Podkrušnohorské pánve. Dle Quitta (Tolasz et al., 2007) leží celý mostecký bioregion v oblasti teplé W2 (Tab. 1).

Tab. 1. Vybrané klimatické charakteristiky pro mostecký bioregion. Zdroj: Atlas podnebí Česka (Tolasz et al., 2007).

Charakteristika	Hodnota
Průměrná roční teplota	7 – 9 °C
Průměrný roční úhrn srážek	450 – 600 mm
Průměrný úhrn srážek ve vegetačním období (duben – září)	350 – 400 m
Počet mrazových dní (počet dní s minimální teplotou 0 °C a nižší)	100 - 110
Počet ledových dnů (počet dní s maximální teplotou 0 °C a nižší)	30 - 40
Počet letních dnů (počet dní s maximální teplotou 25 °C a vyšší)	50 - 60
Průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou	40 - 50
Průměrný počet jasných dní	40 - 50
Průměrný počet zamračených dní	120 - 140

3.1.5 Biogeografická situace

Podle biogeografického členění ČR (Culek, 1996) je hodnocené území součástí bioregionu mosteckého. Území se však nachází při hranici s bioregionem krušnohorským a spadá tedy do nereprezentativní přechodové zóny, která však často bývá druhově bohatá. V potenciální přirozené vegetaci (Neuhäuslová, 2001) by převládal komplex sukcesních stadií na antropogenních stanovištích, méně by byly zastoupeny černýšové dubohabřiny (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*) a violkové bučiny (*Violo reichenbachianae-Fagetum*). Podél toků by se vyvinuly luhy asociace *Pruno-Fraxinetum*. Vlhké sníženy v Podkrušnohoří byly v minulosti zarostlé převážně bažinnými olšinami (sv. *Alnion glutinosae*). Primární bezlesí bylo plošně asi velmi omezené, zastoupení měly některé typy lesostepní vegetace sv. *Festucion valesiacae*, vegetace na mokřadech a slaniska v okolí vývěrů minerálních pramenů. Bioregion leží v termofytiku přičemž zájmové území je součástí fyto geografického okresu Podkrušnohorská pánev. Vegetační stupeň je kolinní až suprakolinní (Skalický, 1988).

3.1.6 Flóra

Flóru bioregionu v současnosti tvoří převážně expanzivní ruderální druhy, např. třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a další, doplněné řadou neofytů s obdobným chováním, jako je ječmen hřívnatý (*Hordeum jubatum*), zlatobýl kanadský (*Solidago canadensis*), janovec metlatý (*Cytisus scoparius*) aj. Přirozená lesní společenstva jsou zastoupena pouze minimálně, omezují se pouze na některá místa v okolí vodních ploch (mimo relativně mladá jezera vzniklá po rekultivaci) a na úpatí Krušných hor. Více zastoupeny jsou výsadby rekultivací, porosty pionýrských dřevin a nelesní výsadby v okolí obcí (Kolektiv autorů, 1999).

3.1.7 Fauna

Fauna bioregionu je hercynského původu s patrnými západními vlivy - např. ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*), ježek západní (*Erinaceus europaeus*). Fauna území může být obohacována zástupci horského prvku z přilehlého bioregionu krušnohorského, stepního a xerotermitního ze sousedního Českého středohoří. Specifické druhy osidlují mladé nerekulitované výsypky. Např. entomofauna výsypek má řadu prvků indikujících až lesostepní charakter biotopu. Z ptáků se na těchto stanovištích vyskytuje např. linduška úhorní (*Anthus campestris*) nebo strnad luční (*Miliaria calandra*) Bejček & Šťastný, 2000.

Na starších výsypkách a na rekultivacích nastupují stádia závislá na charakteru vegetačního krytu. Na zbytcích relativně zachovalých stanovištích v okolí vod přežívají ochuzená společenstva mokřadů. Charakteristický je hojný výskyt skokana skřehotavého (*Rana ridibunda*) v oblasti, a to i na velmi narušených – nepřírodních vodních plochách i tocích (Vojar, 2000).

4 METODIKA

4.1 Výběr studijních ploch

Byly zmapovány výsypky v centrální části Severočeské hnědouhelné pánve (Chomutovsko, Mostecko a Bílinsko) a následně rozděleny do dvou kategorií na plochy 1) rekultivované (provedená technická a lesnická rekultivace) a 2) ponechané spontánní sukcesi.

V každé kategorii bylo po rekognoskaci terénu a zpracování aktuálních ortofotomap vybráno 15 studijních ploch (z toho 7 rekultivovaných a 8 sukcesních) o rozloze cca 1 ha (rozloha byla podmíněna paralelně probíhající ornitologickou studií). Podmínkou výběru byla doba uplynulá od hlavní disturbance (těžby hnědého uhlí, nasypání výsypky) nejméně 18 let (většina studijních ploch byla situována do lesnických rekultivací nebo spontánně se vyvíjejících lesních formací v rozmezí stáří 25 – 45 let, tj. plochy středně až pokročile vyvinuté, věk výsypek byl stanoven dle Kubižňáka et al., 1999), minimální vzdálenost sousedních ploch 500 m (v zájmu omezení jejich vzájemné závislosti), odstup od okraje výsypky nejméně 30 m (minimalizace okrajového efektu), a přibližně 50 % podíl stromového porostu (podporujícího nejvyšší diverzitu společenstev; např. Andrén, 1992), Obrázek 2 Design experimentu, kapitola Přílohy.

Všechny zkoumané plochy jsou kryty lesní formací, jedná se o lesnické rekultivace a sukcesní plochy směřující k lesnímu porostu.

Pozice studijních ploch byly zakresleny do terénních map a zaneseny do GPS (Obrázek 1, kapitola Přílohy).

4.2 Popis studijních ploch

4.2.1 Výsypky ponechané spontánnímu vývoji (sukcesi)

Braňany

Severovýchodně od města Most (50°31'59.97"N, 13°41'36.581"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5448, stáří výsypky je 30 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a s výskytem halofilních a acidofilních druhů rostlin a hub, deponie fytotoxických zemin z lomu Bílina (půda s hodnotami pH 2 – 3).

Černice

Severozápadně od města Most (50°33'38,924"N 13°31'31,566"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 45 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), nejdéle se spontánně vyvíjející plocha rozsáhlejších rozměrů na Mostecku (Albrechtická výsypka).

Horní Jiřetín I a II

Severozápadně od města Most (I.: 50°34'29,125"N 13°34'3,004"E, II.: 50°34'2,271"N 13°34'0,739"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 38 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), část Hornojiřetínské výsypky dočasně ponechaná bez rekultivace.

Růžodol I a II

Severně od města Most (I.: 50°35'1,203"N 13°37'39,710"E a II.: 50°34'46,823"N 13°37'35,158"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 35 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*).

Saxonie

Západně od města Most (50°30'33,927"N 13°35'5,973"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 42 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), svahy bývalého hnědouhelného lomu Saxonie s vysokou příměsí uhelné směsi a strusky a výskytem halofilních a acidofilních druhů rostlin a hub, dno jámy využito k plavení odpadních vod z úpravny uhlí Komořany.

Venuše

Severovýchodně od města Most (50°32'59,329"N 13°41'5,764"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5448, stáří výsypky je 35 let, porost: les s převahou břízy bělokoré (*Betula pendula*) a olše lepkavé (*Alnus glutinosa*), extrémní stanovištní podmínky v sousedství plaveniště popílků.

4.2.2 Rekultivované výsypky

Čepirohy

Severozápadně od města Most (50°29'32.952"N, 13°37'27.166"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5547, stáří výsypky je 42 let, porost: smíšený les s duby, javory a břízou v těsné blízkosti obydlených částí města.

Horní Jiřetín I a II

Severozápadně od města Most (I.: 50°34'24,599"N 13°35'14,863"E a II.: 50°34'44,659"N 13°34'48,771"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 38 let, porost: smíšený les s modřínou, lipami a jasanem na rekultivovaných pohledových částech Hornojiřetínské výsypky.

Hrabák

Severozápadně od města Most (50°29'8,463"N 13°37'40,163"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5547, stáří výsypky je 42 let, porost: velmi hustý smíšený les na okraji města s dominancí topolů.

Nové Záluží

Severozápadně od města Most (50°35'23,910"N 13°35'6,219"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 44 let, porost: smíšený les s habry, lipami, topoly, duby apod. v příměstské části Litvínova, blízké zbytkové jámy bývalého lomu Rudý sever zatopeny vodou a využívány k rekreaci.

Rudolice

Severně od města Most (50°31'0,636"N 13°39'34,205"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5447, stáří výsypky je 31 let, porost: smíšený les (modřín, javor, jasan, duby) v těsné blízkosti vrchu Špičák.

Velebudice

Jižně od města Most (50°28'43,376"N 13°39'30,683"E), nadmořská výška se pohybuje okolo 220 – 250 m n. m., 5547, stáří výsypky je 18 let, porost: smíšený les nejnižšího stáří ze všech studijních ploch na svazích Velebudické výsypky.

4.3 Sběr materiálu

Na každé ploše byla zvolena trojice mikrobiotopů kruhového tvaru. Mikrobiotopy byly pracovně označeny A, B, C. Z toho mikrobiotop A – představoval otevřený les, B – polootevřený až zapojený lesní porost (bez keřů), C – nejhustší zapojený porost s výrazným keřovým patrem (Obrázky 3 – 8, kapitola Přílohy).

Cílem tohoto výběru bylo zachytit škálu vlhkostních a teplotních (osvitových) poměrů na každé lokalitě (ploše), neboť mikrostanovištní charakteristiky mohou podstatně ovlivnit výskyt bezobratlých.

Každý z mikrobiotopů byl reprezentován jednou zemní pastí pro zajištění druhového spektra epigeických bezobratlých a dále okolní kruhovou plochou s poloměrem cca 10 m určenou ke smýkání a sklepávání hmyzu s vegetace a k popisu mikrobiotopových charakteristik.

4.4 Metody odchyty

Společenstva vybraných skupin bezobratlých byla zkoumána za použití tří metod: metody zemních pastí, zachycující epigeické bezobratlé, metody smýkání, kterou se získává přehled o aktivitě fytofágních druhů pohybujících se po vegetaci a metody sklepávání (Růžička, 2001).

4.4.1 Past'ování

Metody se dělí podle toho zda se jedná o náhodný odchyt do pasti či lákání na návnadu. Při práci byla použita metoda padacích pastí bez návnady (Růžička, 2001).

Metoda zemních pastí

Past byla tvořena dvěma plastovými kelímky (0,5 l a 0,3 l o horním průměru 7 cm), zasunutých v sobě. Kelímky byly po okraj zapuštěny do země, aby nevystupovaly nad úroveň terénu, popřípadě nebyla vytvořena sníženina směrem k pasti. To by mohlo vést ke změně směru pohybu některých druhů hmyzu tak, že by vůbec nebyly zachyceny (Adis, 1979).

Vnitřní nádobu s nachytanými živočichy lze snadno vyjmout, aniž by došlo k poškození předem vyhloubené jámy v níž je past uložena. Do vnitřní nádoby byla nalita fixáž (propylenglykol – Fridex-eko). Nad nádobu byla nainstalována stříška o velikosti 10 x 10 cm (svrchu natřená zelenou barvou). Ta byla pomocí hřebíků posazena několik centimetrů nad terén, aby nebránila aktivitě větších bezobratlých. Stříška měla za úkol chránit past před srážkami, případně před odparem fixáže (Růžička, 2001).

Tímto způsobem dojde k odchytu bezobratlých náhodně aktivujících v okolí pasti, zejména pokud se pohybují po povrchu půdy (Růžička, 2001).

Pasti byly vybírány procezením zachyceného materiálu přes sítko. Materiál byl uložen do uzavíratelných umělohmotných nádob, které byly popsány identifikačním kódem příslušným každé lokalitě. Po zbavení hrubých nečistot (kameny, vegetace) byl materiál konzervován v 75 % roztoku denaturovaného ethylalkoholu a uskladněn v chladničce k dalším rozborům (Růžička, 2001).

4.4.2 Smýkání

Smýkání je užíváno k zachycení bezobratlých bylinného patra, přesněji řečeno ze zhruba horních dvou třetin vegetace, méně již ze stonků a dolních částí rostlin, kde mnoho jedinců unikne pádem na povrch půdy. Tato metoda je založena na zachycení bezobratlých do tzv. smýkadla – při plynulém, rychlém pohybu smýkadla ve vegetaci jsou do sítě zachytávány sedící, ulétávající i padající jedinci, spolu s drobnými úlomky vegetace (Růžička, 2001).

V této práci bylo použito smýkadlo tvořené kruhovým rámem na nosné tyči. Rám uchycuje dvojitý pytel. Vnitřní pytel je z jemnějšího materiálu (zde se hromadil nasmykaný materiál), vnější pytel je hrubší a mechanicky chrání vnitřní pytel proti protržení při pohybu vegetací (Růžička, 2001).

Smýkadlem se prováděly pohyby téměř kolmo k podkladu, většinou tzv. „ležaté osmičky“ ze strany na stranu při pomalé chůzi po stanovené trati, dokud nebyla vykonána série třiceti smyků. Smýkání bylo prováděno rovnoměrně v prostoru okolo pasti do vzdálenosti cca 10 m na každou stranu (Růžička, 2001).

Nasmykaný materiál byl i s částmi vegetace ihned přesypán do předem označeného sáčku s vatovým tampónem, namočeným v narkotizujícím octanu ethylnatém. Všechny vzorky byly po omámení hmyzu zbaveny hrubých nečistot a přemístěny do uzavíratelných umělohmotných nádob a konzervovány v 75 % etylalkoholu (Růžička, 2001).

Smýkání bylo prováděno za suché vegetace, slunečného a teplého počasí a při bezvětří. Soubor 45 vzorků byl následně vyhodnocován v laboratoři (Růžička, 2001).

4.4.3 Sklepávání

Metoda, používaná k získání bezobratlých z korun stromů, keřů, větví atd., zejména během vegetační sezóny. Po otřesech příslušnou částí dřeviny jsou zachyceni padající bezobratlí (Růžička, 2001). Vzorky sklepaných živočichů byly přiřazeny k nasmýkanému materiálu, spolu s ním uloženy a určeny.

4.5 Načasování odběru materiálu

Sběry byly načasovány na období s nejvyšší předpokládanou aktivitou a abundancí studijních skupin bezobratlých, tj. v reprodukční sezóně (duben – srpen).

První sběr pomocí padacích pastí byl realizován v období 14.6. – 13.7. 2007, druhý sběr následoval v období 13.7. - 9.8. 2007. Smýkání a sklepávání bylo provedeno jednorázově 18. 7. 2007.

4.6 Rozbory materiálu a determinace

Jako základní jednotka pro rozbory i pro následné statistické zpracování byla určena jednotlivá past, dále série 30 smyků kolem pasti a sklepaný vzorek, pokud byly ve vymezeném okruhu přítomny keře.

Každý vzorek byl zalit lihem a promyt vodou, aby se vyplavily zbylé jemné nečistoty jako zákal od zeminy či drobné kamínky a odstraněny kousky vegetace. Z pastí se postupně vybral všechn materiál reprezentující bezobratlé živočichy.

Ti byli následně tříděni do jednotlivých taxonů, a to do dvou úrovních – na úrovni vyšších taxonů, tj. čeledí a řádů (většina druhů) a na úrovni druhové (u tzv. modelových skupin). Zvolené třídění bylo uplatněno shodně na všech mikrobiotopech a lokalitách. Determinace živočichů do řádů a čeledí byla provedena s použitím odborné literatury (např. Hůrka, 1996; Pokorný, 2002; Pokorný & Šifner, 2004, Biolib, 2008). Modelové skupiny byly určeny odborníky v daném oboru.

4.7 Třídění bezobratlých pro statistické hodnocení

Pro analýzy byla data rozdělena, jak již bylo zmíněno, podle sledované skupiny živočichů a metody sběru na dvě řešené části, kterými byly:

I. Epigeon

1. bezobratlí zachycení metodou **zemních pastí**, kteří byli určeni do řádů a čeledí
2. pro ně zvolená **modelová skupina střevlíkovití** (*Carabidae*) určená do druhů

II. Bezobratlí z vegetace

1. bezobratlí sebrání **metodou smýkání a sklepávání**, taktéž určeni do řádů a čeledí
2. modelová skupina, určená do druhů, zastoupena **plošticemi** (*Heteroptera*)

Kompletní data byla pro náhled do společenstva dle typu managementu dělena také poměrově do skupin, které obsahovaly nejvíce zastoupené taxonomické jednotky (na úrovni řádů, čeledí a tříd). Výstup tohoto třídění Obrázek 9 a 22. Zařazení taxonů do skupin, kapitola Přílohy, Tab. 6 a 9.

4.7.1 Dělení v rámci modelových skupin

Pro lepší usuzování na podmínky, popř. management ploch, které mají vliv na výskyt bezobratlých na jednotlivých plochách, bylo použito dalšího třídění modelových (indikačních) skupin.

4.7.1.1 Rozdělení čeledi střevlíkovití (*Carabidae*)

Druhy čeledi *Carabidae* byly dle práce (Hůrka, 1996 ex Hůrka et al., 1996) roztříděny do tří skupin vzhledem k šíři ekologické valence a vázanosti k biotopu na: reliktní (R), adaptabilní (A) a eurytopní (E) druhy. Procentuální podíl druhů stanovených skupin vypovídá o hodnotě sledovaného území. Přirozené, původnímu stavu blízké, resp. pro ekologickou stabilitu krajiny významné habitaty, mají určitý podíl druhů skupiny R, převahu druhů skupiny A a minimum druhů skupiny E.

Se zvyšujícím se stupněm degradace ubývá druhů skupiny R, snižuje se i počet druhů (i jedinců) skupiny A a naopak přibývá druhů (i jedinců) skupiny E. Masovější výskyt druhů (i jedinců) skupiny E signalizuje zásadní degradaci prostředí (Hůrka et al., 1996).

Pro zřetelnější srovnání výskytu střevlíkovitých (*Carabidae*), zařazených do skupin A, E a R, na zkoumaných plochách byl počet druhů na lokalitě přepočítán na past (tzv. past'okusy). Důvodem je rozdílný počet pastí na sukcesních a rekultivovaných plochách po vyřazení nereprezentativních vzorků. Zařazení druhů (Tab. 2) a detailnější popis jednotlivých skupin (A, E, R) jsou uvedeny v kapitole Přílohy.

S ohledem na posouzení změn v prostředí bylo v práci použito také členění dle nároků na stanoviště, v němž se jednotlivé druhy vyskytují, a to na druhy preferující suchá, polosuchá a vlhká stanoviště s různým osluněním (Hůrka, 1996). Popis jednotlivých skupin a zařazení druhů jsou uvedeny v kapitole Přílohy, Tab. 3.

4.7.1.2 Třídění ploštic (*Heteroptera*)

U ploštic (*Heteroptera*) bylo při zpracovávání výsledků použito dělení dle potravních nároků (Kment, ústní sdělení, 27.2.2008) na druhy fytofágní a predátory (Tab. 4, kapitola Přílohy). Fytofágní druhy většinou sají rostlinné šťávy nebo se živí jejich částmi. Mezi kořist predátorů bývají v literatuře často uváděny různé skupiny hmyzu: méry (*Psyllidae*), mšicovití (*Aphididae*), třásněnkovití (*Thripidae*), vajíčka a mladá vývojová stádia dvoukřídlého hmyzu (*Diptera*) či motýlů (*Lepidoptera*) a mohou napadat také ostatní hmyzí predátory jako např. nosatcovité (*Curculionidae*) a mandelinkovité (*Chrysomelidae*) brouky (Fauvel, 1999).

Dále bylo posuzováno přezimování ploštic. Rozdělení ploštic do skupin dle strategie přezimování bylo převzato z práce Fauvel (1999). Přezimování se objevuje častěji během stádia vajíček (vajíčka přečkávají zimu na větvích keřů, stromů či v bylinném patře), ale přezimují také oplodněné samice. Z námi zaznamenaných druhů ploštic to jsou zejména čeledi *Coreida*, *Pentatomidae*, *Nabidae* a *Tingidae*.

Druhy přezimující ve stádiu vajíček jsou více závislé na přítomnosti živných rostlin v brzkém jarním období na zimovišti, proto nemohou využívat jednoletých rostlin (Ulrich, 2001 in Zurbrügg & Frank, 2006). Přezimující dospělci vyžadují větší úkrytové podmínky, které jsou představovány odumřelou organickou hmotou (opad listů, kmeny, úlomky větví) či kameny (Fauvel, 1999).

4.8 Statistické hodnocení výsledků

Pro statistické hodnocení byly výsledky obou sběrů pomocí zemních pastí sloučeny (1. + 2. sběr). Byly vyloučeny vzorky, které obsahovaly nepřesná data (nejčastěji zničení pasti v terénu). Do statistických analýz bylo tedy zahrnuto 36 vzorků ze zemních pastí a 45 vzorků ze smýkání a sklepávání s vegetace.

Druhová data (početnost) a charakteristiky společenstev (diverzita, dominance) na plochách byly konfrontovány se zkoumanými environmentálními atributy (historie, sukcesní stáří, mozaikovitost biotopu). Statisticky byl posuzován význam vlivu jednotlivých proměnných na strukturu společenstev. Zohledněny byly i mikrostanovištní charakteristiky, jako vlhkost, druhová skladba, hustota a výška porostu aj.

Výsledky byly vizualizovány pomocí programu CANOCO ver. 4.5 (ter Braak & Šmilauer, 2002, Lepš & Šmilauer, 2003). To umožňuje zjistit, jaké je rozložení jednotlivých taxonomických skupin bezobratlých v rámci datového souboru (abundance jedinců, diverzita taxonů), podobnost mezi soubory z jednotlivých lokalit a výsledky analýz současně ukazují i na vzájemné korelace mezi výskytem jednotlivých skupin bezobratlých. Prostřednictvím těchto analýz můžeme zjistit vztah taxonů k jednotlivým ekologickým faktorům, které byly zjišťovány v okolí pastí a charakterizují dané biotopy. Pro celkový náhled na délku gradientu v prostorovém rozložení dat pro každou metodu sběru vzorků či modelovou skupinu byla použita přímá gradientová analýza (kanonická korespondenční analýza DCCA - Detrended Canonical Correspondence Analysis).

Uplatňují se dva typy analýz dle převažujícího charakteru odpovědi druhů na gradient prostředí: metoda lineární regrese (vhodné na krátkém gradientu) a metoda váženého průměru (unimodální odezva – druh má na gradientu prostředí své optimum, dlouhá část gradientu). O zvolení ordinačního modelu (unimodální vs. lineární) bylo rozhodnuto na základě výsledků ze zkušebním projektu (metoda váženého průměru s odstraněním trendu, pro přímou analýzu tj. DCCA). Byla použita metoda odstranění trendu po segmentech (zbavení se obloukového efektu) a zjištěna délka gradientu. V případě, že se délka gradientu pohybuje v hodnotách do dvou, je možné použít analýzu s lineární odpovědí (analýza RDA). Pokud se hodnota pohybuje mezi dvěma až třemi, je možné vybrat si mezi lineární nebo unimodální odpovědí dle typu dat. Při hodnotách přesahujících tři (čtyři) je již gradient příliš široký a je třeba použít analýzu s unimodální odpovědí (analýza CCA), ter Braak & Šmilauer, 2002.

U všech provedených analýz byla data logaritmičsky transformována, centrována podle druhů (průměr v nule), skóre taxonů nebyla zpětně transformována. Vliv jednotlivých faktorů prostředí byl testován postupným výběrem nejvýznamnějších faktorů (procedura forward selection) s využitím neparametrického Monte Carlo permutačního testu. Ten se vztahuje k nulové hypotéze, že primární data (druhov) jsou nezávislá na vysvětlujících proměnných (mikrobiotopové charakteristiky). Počet permutací byl zvolen 4999. Postupně byly pro model manuálně vybrány jednotlivé environmentální faktory. Práh hladiny významnosti byl určen pomocí Bonferroniho pravidla (rozdělení váhy faktorů, aby $\Sigma \alpha < 0,05$). Faktory, které vyšly v Monte Carlo permutačním testu jako nejsilnější, byly v další analýze testující vliv faktoru rekultivace/sukcese použity jako kovariáta.

Výsledky ordinací jsou prezentovány jako ordinační diagramy. Druhy jsou zobrazeny jako šipky (pro přehlednost jen konce šipek) ve směru, v jakém roste jejich abundance, kvantitativní charakteristiky prostředí jsou značeny jako šipky ve směru, v jakém roste jejich hodnota, kvalitativní faktory nabývající hodnot 0/1 byly zobrazeny také jen konci šipek ve směru, kterým faktor nabývá kladné hodnoty.

U kompletních dat (pasti, smyky) byl graficky vyjádřen Shannon-Wienerův index diverzity (výpočet dle Krebs, 1989) vzhledem k managementu (rekultivace/sukcese) ploch pomocí izolinií vyhlazených metodou loess plot.

Základní statistika a další analýzy byly provedeny v programu STATISTIKA 6.0. Variabilita v počtu druhů, jedinců a taxonomické diverzitě bezobratlých mezi jednotlivými typy managementu post-těžebních ploch - rekultivace x sukcese - byla testována užitím neparametrického Kruskal-Wallisova testu.

4.9 Výpočet biodiverzity bezobratlých

Světový fond ochrany přírody (World Wildlife Fund - WWF) definoval v roce 1989 biologickou diverzitu jako „bohatství života na Zemi, miliony rostlin, živočichů a mikroorganismů, včetně genů, které obsahují a složité ekosystémy, které vytvářejí životní prostředí“. Podle Úmluvy o biodiverzitě definované v Rio de Janeiru v roce 1992 je biodiverzita charakterizována jako „variabilita všech žijících organismů včetně, mezi jiným, suchozemských, mořských a jiných vodních ekosystémů a ekologických komplexů, jejichž jsou součástí; zahrnuje diverzitu v rámci druhů, mezi druhy i diverzitu ekosystémů“ (PřF UK, 2005).

Jelikož je biologická rovnováha krajiny procesem dynamickým, nelze ji jednoznačně definovat. Pro praktické vyjádření hodnoty a stability území lze proto využít některých měřitelných prvků v ekosystému, např. počet a změny v množství druhů organismů (Begon, 1997).

Biodiverzita, vyjádřená indexem diverzity, tak byla jedním z kritérií pro posuzování biologické hodnoty zkoumaného území, stejně jako samotný výskyt druhů, které jsou např. v dané oblasti vzácné, vázané na zbytková stanoviště, atd. V práci byla diverzita pojata jako bohatství zahrnující informaci o počtu skupin bezobratlých i jejich vyrovnanosti ve vzorcích získaných oběma popsány metodami sběru. K vyjadřování druhové diverzity se nejčastěji používá Shannon–Wienerův index biodiverzity, který popisuje společenstva o známém celkovém počtu druhů z něhož byly vzorky získány náhodně. V práci byl pro výpočet použit Brillouinův index, který lépe pracuje s méně početnými druhy a je citlivý k druhům vzácným (Krebs, 2000). Brillouinův index diverzity byl použit ve tvaru:

$$H = \frac{1}{N} \log_2 \left(\frac{M!}{n_1! n_2! n_3! \dots} \right)$$

kde H ... Brillouinův index

N ... celkový počet jedinců v celém souboru

N_i ... počet jedinců druhu *i*

4.10 Popis environmentálních faktorů

Environmentální faktory představují mikrobiotopové charakteristiky prostředí v kruhu o poloměru 10 m kolem každé zemní pasti, kde bylo prováděno smýkání z vegetace a kde lze předpokládat největší pravděpodobnost pohybu bezobratlých, kteří byli chyceni do zemních pastí. Tyto faktory jsou členěny na:

1) Kvantitativní

Znamenají spojitou proměnnou (jde např. o výšku stromů), jsou uváděny v jednotkách.

2) Kvalitativní (kategoriální)

Proměnná, která může nabývat různých hodnot (kategorií).

Mohou být prezentovány dvěma způsoby:

a) Kategorie 0/1, kde 0 – nepřítomný faktor

1 – přítomný faktor

b) Kategorie s rostoucí tendencí (obvykle 0 – 3), kde 1 představuje nejnižší kategorii a 3 nejvyšší.

V následující tabulce je uveden přehled všech zjišťovaných environmentálních faktorů.

Tab. 5 Environmentální faktory sledované na mikrostanovištích.

Zkratky jsou užity v grafických prezentacích (ordinálních diagramech).

Název faktoru	Zkratka	Jednotky/Kategorie
Svažitost	Slope	ve stupních
Teplé mikroklima (V - J - Z)	Mclima +	0/1
Studené mikroklima, návětrí, bez ochrany porostu (Z-S-V)	Mclima -	0/1
Odumřelá organická hmota	Litt	0 - bez odumřelé hmoty (OH)
		1 - s nízkým výskytem OH
		2 - se středním výskytem OH
		3 - s vysokým výskytem OH
Mrtvé dřevo	Wood	0 - bez mrtvého dřeva
		1 - malé množství mrtvého dřeva
		2 - střední množství mrtvého dřeva
		3 - vysoké množství mrtvého dřeva
Deprese	deprese	0 - rovina
		1 - terénní nerovnosti (+/- 20 cm)
		2 - terénní nerovnosti (+/- 50 cm)
Vlhkost	Wet	0 - suché prostředí
		1 - středně vlhké prostředí
		2 - vlhké prostředí
Pokryvnost jednotlivých pater:		
E0 mechového patra		
E1 bylinné patra		
E2 keřové patra		
E3 stromové patra		%
Výška bylinné vegetace	hi-veg	cm
Dominantní dřevina na stanovišti:		
bříza bělokorá	Bet	
modřín opadavý	Lar	
ostatní vysazované dřeviny (většinou javor a dub)	Acer/Que	%

Na každé lokalitě byla vyhodnocena také přítomnost bylin v podrostu. Byliny byly determinovány do druhů.

5 VÝSLEDKY

Skupiny pro statistické hodnocení:

I. Epigeon

1. bezobratlí zachycení metodou **zemních pastí**, kteří byli určeni do řádů a čeledí
2. **modelová skupina střevíkovití** (*Carabidae*) s determinací jedinců do druhů

II. Bezobratlí z vegetace

1. bezobratlí sebrání **metodou smýkání a sklepávání**, taktéž určeni do řádů a čeledí
2. modelová skupina **ploštic** (*Heteroptera*) s určením do druhů

Ve výsledcích jsou nejprve prezentována základní data, poskytující náhled do společenstva bezobratlých, početnosti jedinců a druhů, rozložení skupin bezobratlých na rekultivovaných plochách a plochách ponechaných samovolnému vývoji. Následující část je věnována třídění dle funkčních skupin (strategie přezimování, potravní nároky, závislost na věku výsypky). V poslední části je pro každou skupinu zpracován výstup mnohorozměrných analýz CANOCO s posouzením vlivu jednotlivých mikrostanovištních faktorů.

Před samotnými analýzami sledovaných skupin byl nejdříve testován efekt studijních lokalit, vzájemně vzdálených minimálně 500 m. Ten byl prokázán vždy u jediné lokality ($P < 0,005$) a proto byly vzorky z jednotlivých studijních lokalit dále považovány za nezávislé. Následoval test korelace mezi mikrobiotopovými charakteristikami (korelační matice), kterými byly např. vlhkost, dominantní dřevina v porostu, orientace ke světovým stranám, svažitost atd. Významná korelace ($r > 0,6$) byla prokázána pouze mezi výškou bylinné vegetace a pokryvností bylinného patra. V zájmu redukce faktorů se při zjištění takto významné korelace s jedním z těchto korelovaných faktorů dále nepočítalo. Do analýz byl proto začleněn pouze faktor pokryvnosti bylinného patra (s ohledem na další faktory popisující pokryvnosti ostatních pater), zatímco faktor výšky vegetace byl vyloučen.

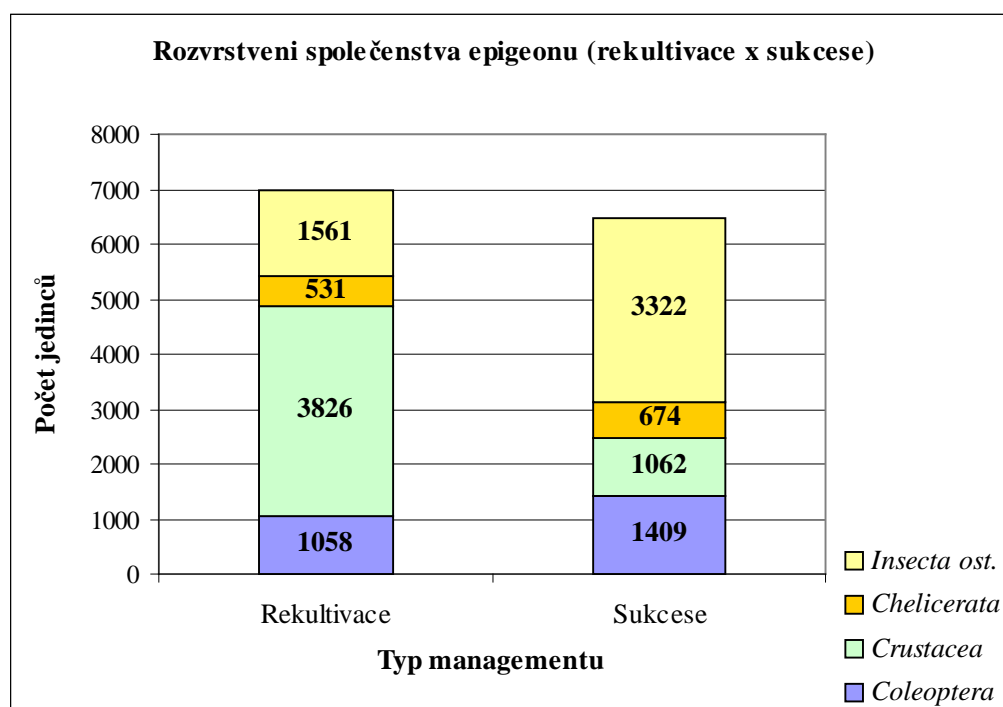
Do analýz tedy vstupovalo 17 vzájemně nekorelovaných faktorů (hladina významnosti zvolená dle Benferonniho pravidla, $\alpha = 0,05/17 = 0,003$). Mikrostanovištní faktory byly při testování manuálně vybírány (Monte Carlo permutační test, počet permutací 4999). V analýzách se nejprve testovaly všechny faktory, průkazné byly poté použity jako kovariáty v dalším testování rozdílnosti společenstev na plochách rekultivovaných a ponechaných spontánní sukcesí.

5.1 Epigeon

Pro vyhodnocení této skupiny byla základní jednotkou suma sběrů získaných pomocí zemních pastí v jednom mikrobiotopu během sezóny - probíhaly dva sběry, jejichž hodnoty pro konkrétní past byly sečteny. Po vyloučení vzorků poškozených či s extrémními daty (viz. kapitola Metodika, podkapitola Statistické hodnocení výsledků) bylo pro analýzy k dispozici 36 vzorků ze 12 studijních lokalit.

5.1.1 Epigeon – kompletní data ze zemních pastí

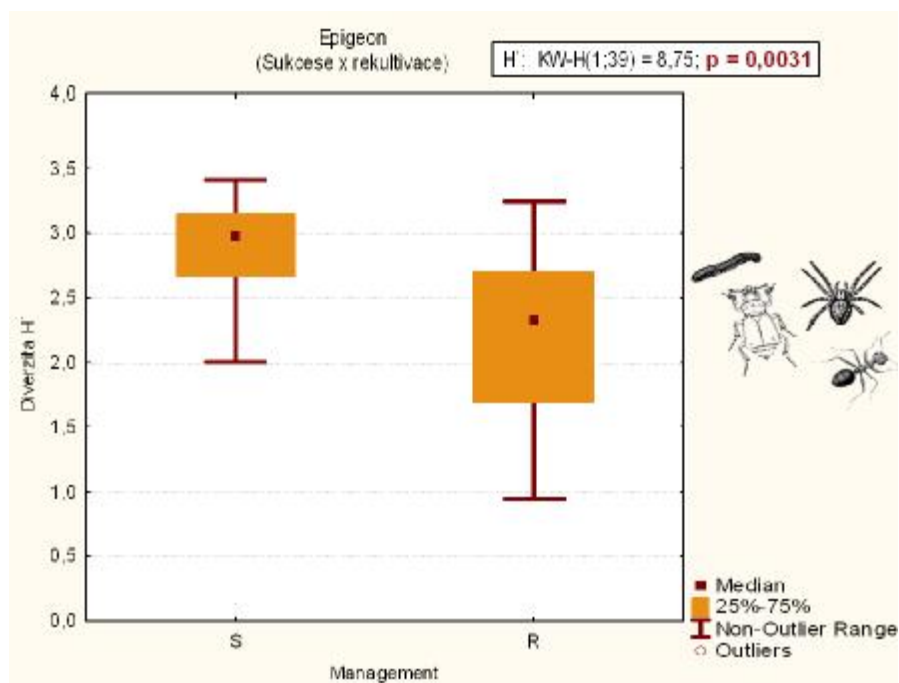
Kompletní data byla pro náhled do společenstva bezobratlých na rekultivovaných a sukcesních plochách rozdělena do zvolených taxonomických skupin, které obsahovaly poměrově nejvíce zastoupené taxonomické jednotky (na úrovni řádů, čeledí a tříd), Obrázek 9.



Obr. 9 Rozvrstvení společenstva epigeonu (nejpočetnější taxonomické skupiny bezobratlých) dle typu managementu lokality (rekultivace a sukcese).

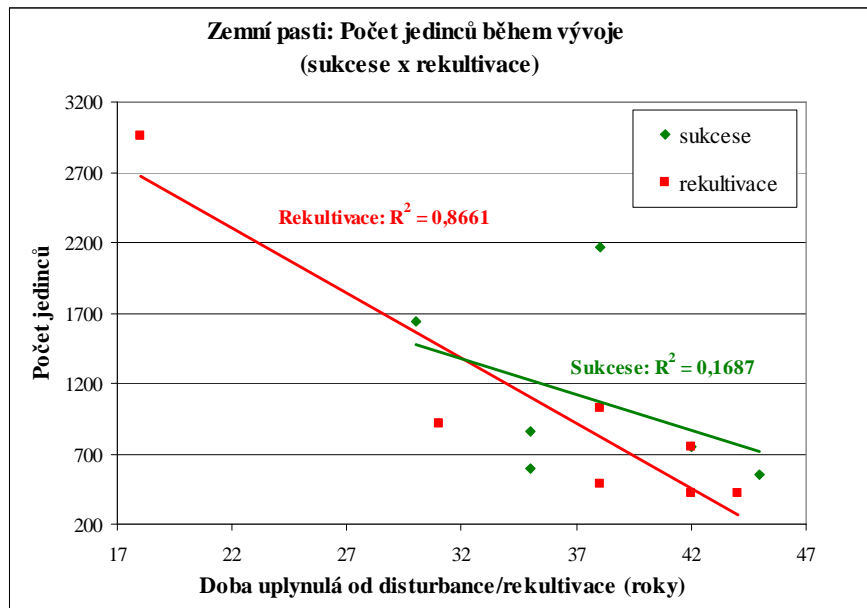
Kategorie ostatní hmyz (*Insecta ost.*) obsahovala 12 taxonomických jednotek. Druhy této kategorie preferují více sukcesní plochy oproti rekultivovaným, stejně tak skupina klepítkatci (*Chelicerata*) se 4 taxony a brouci (*Coleoptera*) se 14 taxony. Naopak zřetelně více druhů začleněných do skupiny korýši (*Chrustacea*), se 4 přiřazenými taxony, se vyskytuje na rekultivovaných plochách. Zařazení taxonomických kategorií do skupin viz. Přílohy a Tab. 6.

Ve vzorcích získaných metodou zemních pastí bylo rozlišeno celkem 34 taxonů, tvořených 13 541 jedinci. Jak prokazují výsledky, na sukcesních plochách bylo v průměrném vzorku zaznamenáno více jedinců (364) tak i taxonů (23) než na plochách rekultivovaných (322 jedinců a 18 taxonů). Index diverzity je taktéž prokazatelně vyšší v porostech na plochách ponechaných spontánní sukcesi (Obrázek 10).

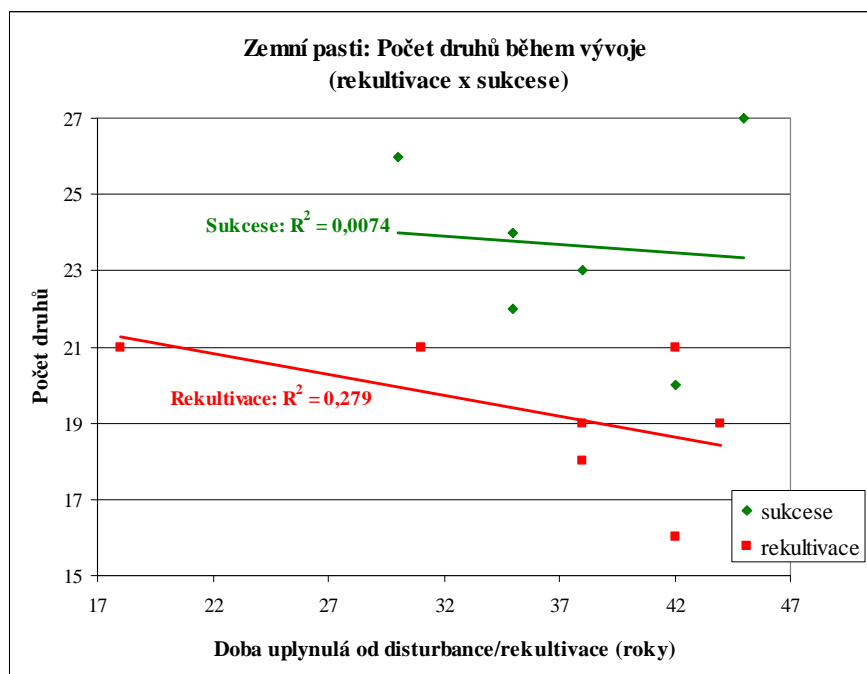


Obr. 10 Brillouinův index diverzity (H') bezobratlých ze zemních pastí (epigeon) na rekultivovaných plochách (R) a s probíhající spontánní sukcesí (S), KW - Kruskal-Wallisův test.

Počet druhů i taxonů klesal se stářím výsypky, resp. s dobou od poslední disturbance (na sukcesních plochách) či po provedení biologické rekultivace (založení lesního porostu na rekultivovaných plochách) (Obrázek 11 a 12).

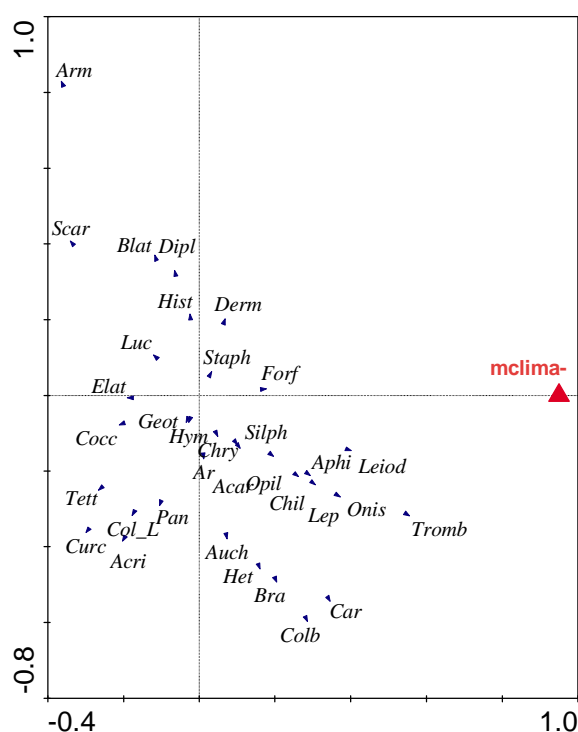


Obr. 11 Počet jedinců bezobratlých ze zemních pastí během vývoje společenstva na plochách rekultivovaných a ponechaných spontánní sukcesi.



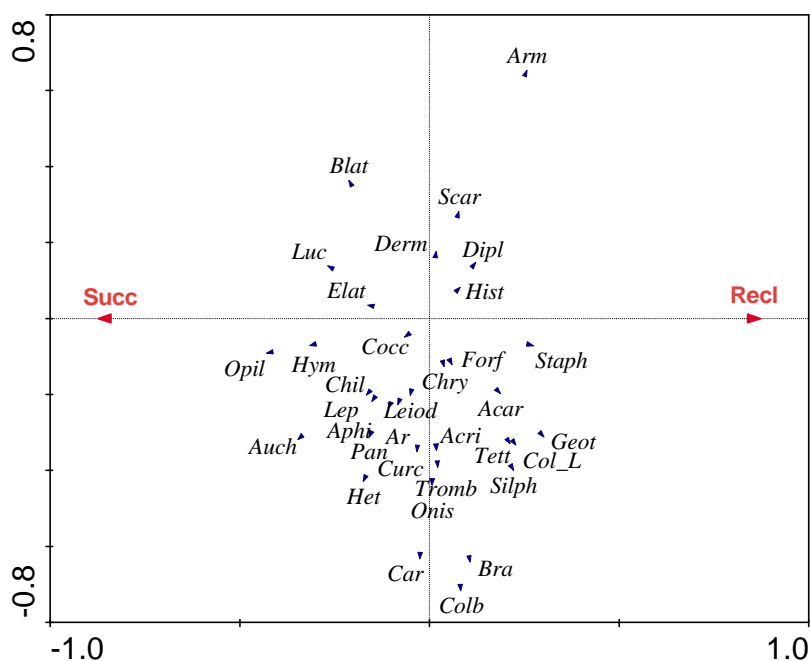
Obr. 12 Počet druhů bezobratlých ze zemních pastí během vývoje společenstva na plochách rekultivovaných a ponechaných spontánní sukcesi.

Při mnohorozměrné analýze byly mikrostanovištní faktory testovány metodou RDA (délka gradientu = 1,76). Hlavní proměnnou determinující distribuci bezobratlých byl faktor nepříznivé mikroklima, charakterizované jako návětrná místa s Z-S-SV orientací ($F = 3,26$, $p = 0,002$), vysvětlující 22,5 % variability taxonomických dat. Ostatní faktory nebyly signifikantní ($F < 1,28$, $p > 0,22$). Na rekultivovaných plochách a plochách ponechaných spontánní sukcesi nebyl prokázán ani rozdíl ve frekvenci nepříznivého mikroklimatu (Obrázek 13), oproti tomu faktor označovaný jako příznivé klimatické podmínky (osluněné rovinné části, závětrří) se tolik neprojevuje, jeho účinky jsou pravděpodobně překonány vlivem ostatních faktorů.

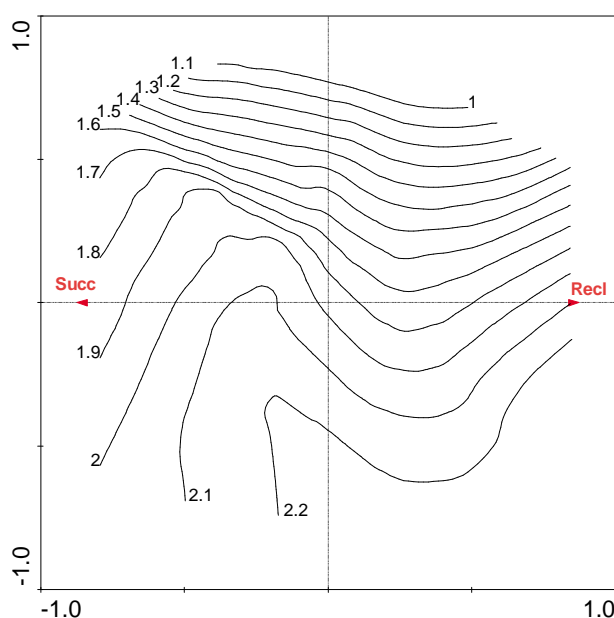


Obr. 13 Nepřímá RDA analýza zobrazující taxonomické skupiny zachycené metodou zemních pastí v ordinačním prostoru 1. a 2. osy (zkratky kapitola Přílohy, Tab. 7).

Další testování, ve kterém bylo nepříznivé mikroklima použito jako kovariáta, neprokázalo žádný vliv typu managementu (rekultivovaných či sukcesních ploch) na společenstva bezobratlých ($F = 1,66$, $p = 0,091$). Druhy byly rovnoměrně distribuovány v ordinačním prostoru 1. a 2. osy (Obrázek 14). Index druhové diverzity však naznačuje výskyt diverzifikovanějších společenstev epigeonu na plochách s probíhající spontánní sukcesí (Obrázek 15).



Obr. 14 Výstup z nepřímé RDA analýzy se zobrazením všech taxonomických skupin získaných pomocí zemních pastí (epigeon) (zkratky kapitola Přílohy, Tab. 7).

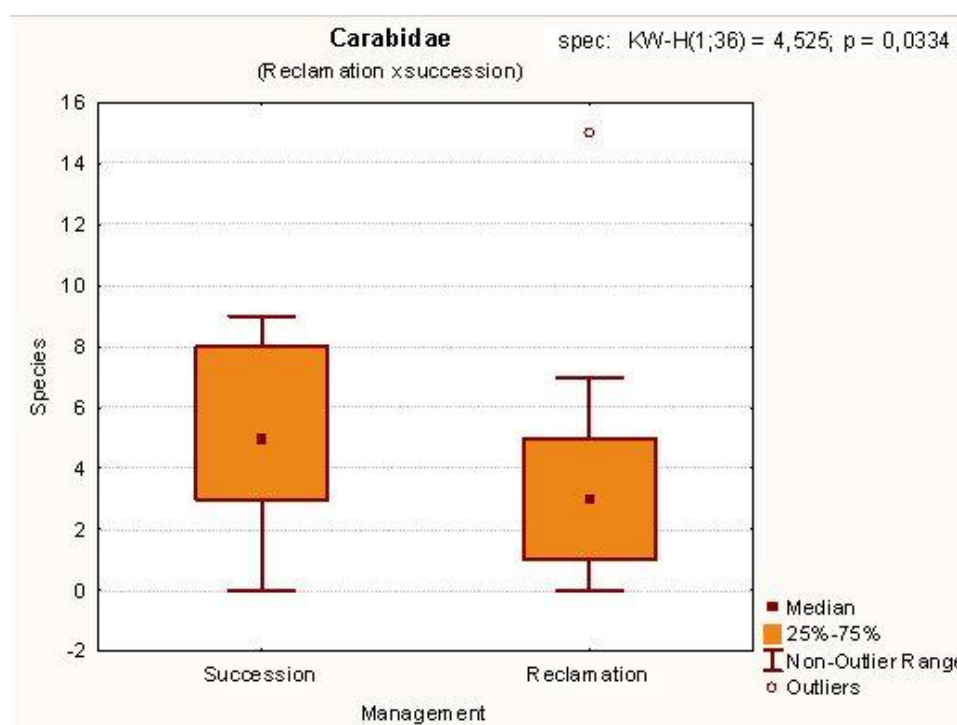


Obr. 15 Metoda RDA, izolinie zobrazující rozvrstvení indexu diverzity dle Shanona (epigeon) v ordinačním prostoru 1. a 2. osy a ve vztahu k managementu ploch.

5.1.2 Epigeon – modelová skupina střevlíkovití (*Carabidae*)

Modelová skupina byla na studijních plochách zastoupena 31 druhy (505 exemplářů). U modelových skupin nebyl počítán index diverzity. I když je Brillouinův index diverzity citlivější na méně početné druhy, význam výskytu druhů s velmi nízkou abundancí (zejm. přítomnost jednoho jedince) se ve výpočtu diverzity u střevlíkovitých (stejně jako dále u ploštic) ztrácel. Proto byla skupina hodnocena pouze s ohledem na početnost a zastoupení druhů na plochách.

Na plochách ponechaných spontánnímu vývoji byl prokázán větší počet druhů i jedinců (296) než na rekultivovaných (209 jedinců), Obrázek 16.

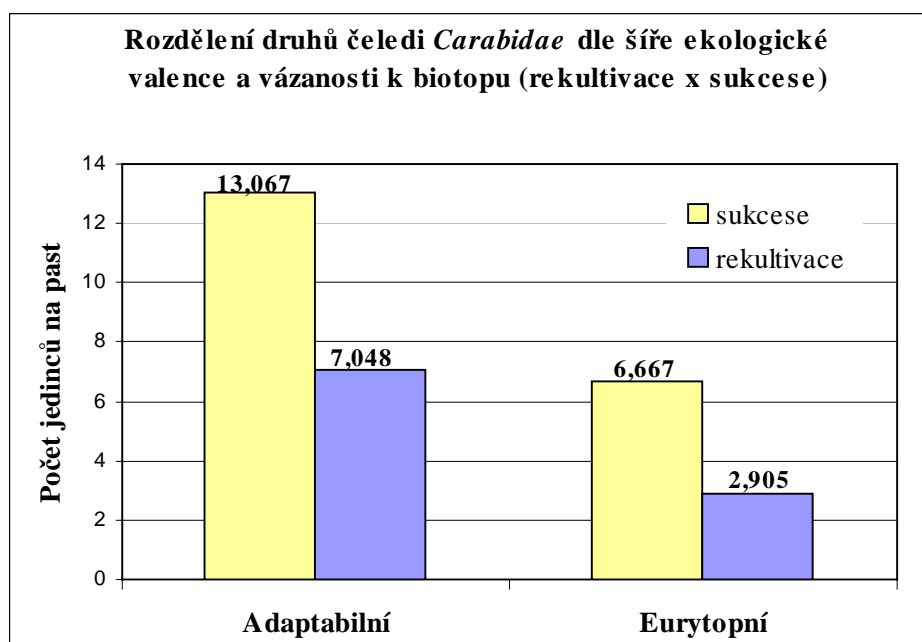


Obr. 16 Srovnání množství druhů epigeonu mezi plochami rekultivovanými a sukcesními, zkratky použity v Obr. 10.

Z čeledi střevlíkovitých (*Carabidae*) se na sukcesních plochách nejvíce vyskytoval *Pterostichus niger* (110 jedinců), *Brachinus crepitans* (41), *Carabus nemoralis* (39), *Calathus fuscipes* (22), *Pterostichus melanarius* (18) a *Calathus eratus* (14). Oproti rekultivovaným lokalitám nebyl naopak zaznamenán *Amara similata*, *Notiophilus palustris* a *Ophonus schaubergerianus*.

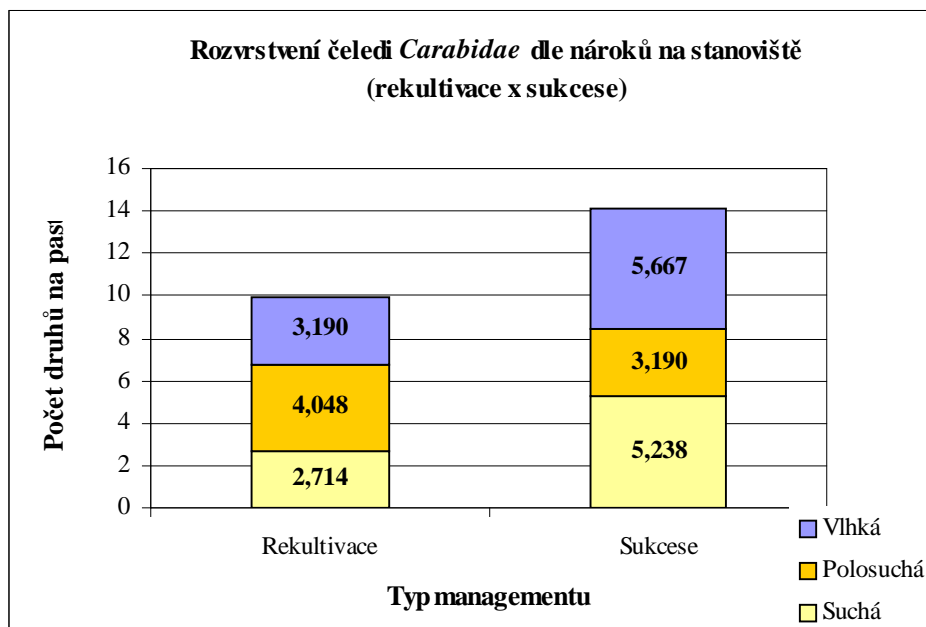
Stejně jako na sukcesích i na rekultivovaných plochách byl v největší početnosti zaznamenán *P. niger* (54), *C. nemoralis* (29), *P. melanarius* (22) i *B. crepitans* (15), více je preferují druhy *Carabus hortensis* (27) a *Licinus depressus* (14). Oproti sukcesním plochám nebyl zaznamenán *Amara makolskii*, *Notiophilus biguttatus*, *Oxypselaphus obscurus* a *Poecilus versicolor*.

Zkoumání základních skupin druhů a poddruhů *Carabidae* podle šíře ekologické valence a vázanosti k biotopu prokázalo rozdíl mezi rekultivovanými a sukcesními plochami. Na plochách sukcesních byly oproti plochám rekultivovaným druhy adaptabilní (tzn. druhy osídlující více nebo méně přirozené, nebo přirozenému stavu blízké habitaty) zaznamenány ve dvojnásobném množství. Eurytopní druhy, které nemají zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, byly na plochách ponechaných sukcesi zaznamenány v množství trojnásobném (počítáno v past'okusech). Reliktní druhy (druhy ohrožené a vzácné) nebyly přítomny na žádné ze zkoumaných ploch (Obrázek 17).



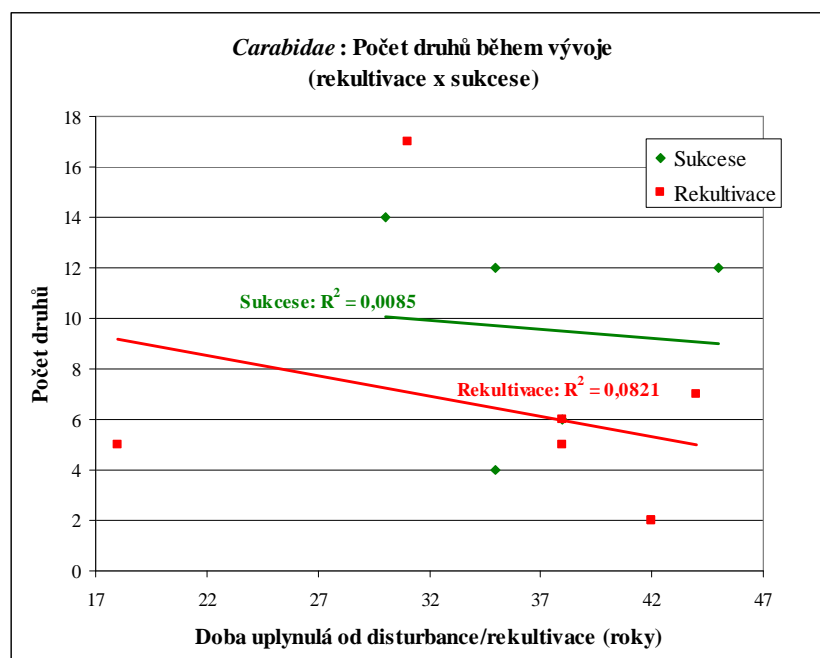
Obr. 17 Rozdělení střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) dle šíře ekologické valence a vázanosti k biotopu (Hůrka et al., 1996) v závislosti na typu managementu lokality.

Rozdělení čeledi dle nároků na stanovištní poměry (suchá, polosuchá či vlhká stanoviště) je zobrazeno v grafu na Obrázku 18 (počítáno v past'okusech – počet druhů na past). Na sukcesních plochách převládají druhy vázané na suchá či vlhká, kdežto druhy polosuchých stanovišť se více vyskytují na rekultivovaných výsypkách.

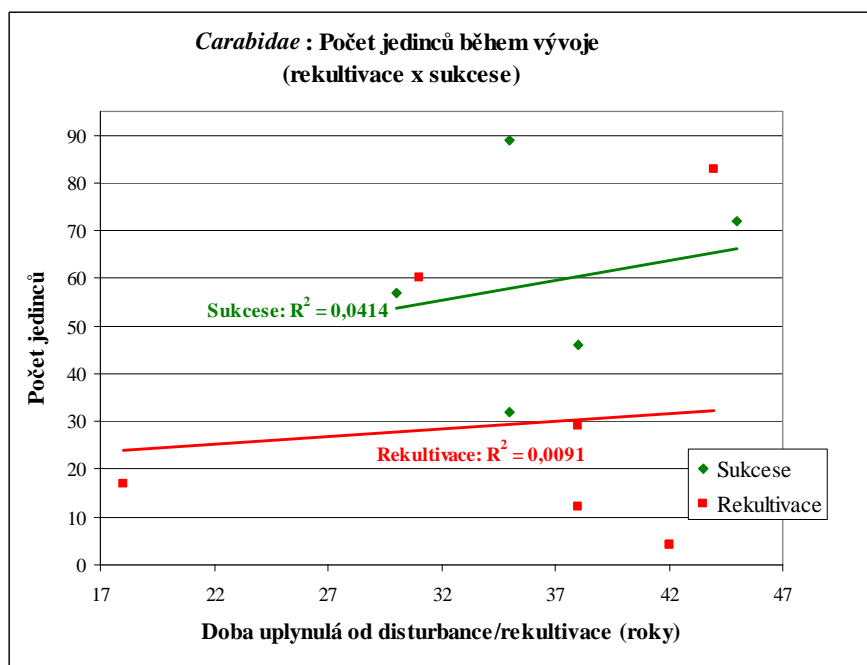


Obr. 18 Rozdělení střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) dle nároků na stanoviště v závislosti na typu managementu.

Sukcesní plochy obývá obvykle jak více druhů tak i jedinců a zároveň (Obrázek 19) počet druhů klesá během sukcese a naopak stoupá počet exemplářů střevlíkovitých brouků zachycených zemními pastmi, podobně na plochách s provedením a bez provedení rekultivace (Obrázek 20).



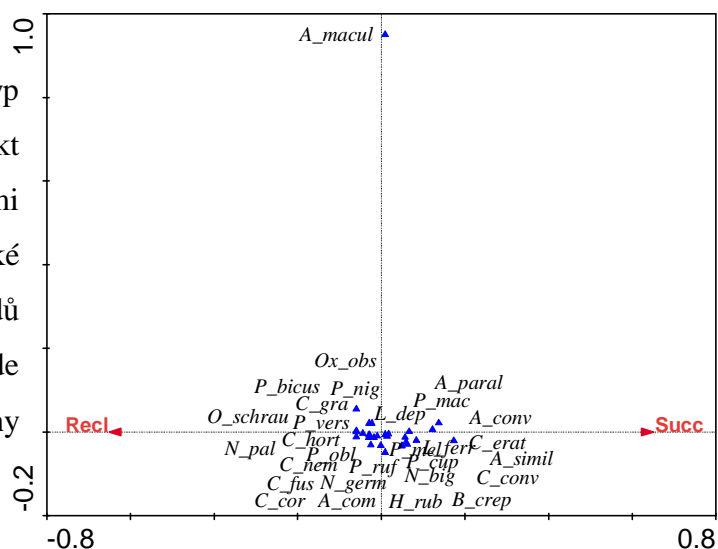
Obr. 19 Počet druhů střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) na plochách rekultivovaných a pod vlivem spontánní sukcese během vývoje.



Obr. 20 Počet jedinců střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) na plochách rekultivovaných a pod vlivem spontánní sukcese během vývoje.

Při mnohorozměrné analýze bylo testování významnosti environmentálních charakteristik provedeno metodou CCA (délka gradientu = 3,67) a nejsilnějším faktorem zde byla přítomnost porostů s dominující břízou (Bet, $F = 1,86$, $p = 0,0018$). Marginálně signifikantním (podle Benferonniho pravidla) byl také efekt vlhkosti (wet, $F = 2,1$, $p = 0,003$). Zmíněné faktory vysvětlují 24,3 % variability. Analýza vlivu rekultivace/sukcese, v níž byly oba faktory použity jako kovariáta, nebyla průkazná ($F = 1,48$, $p = 0,134$).

Hypotéza, dle níž má typ managementu relativně menší efekt v porovnání s mikrobiotopovými poměry, je podporována také pozicemi druhových centroidů v ordinačním diagramu: druhy zde nejsou široce rozprostřeny (neinklinují k rekultivaci či sukcese), ale soustředí se uprostřed (Obrázek 21).



Obr. 21 Výstup z nepřímé analýzy CCA, distribuce druhů čeledi *Carabidae* v ordinačním prostoru 1. a 2. osy (zkratky kapitola Přílohy, Tab. 7).

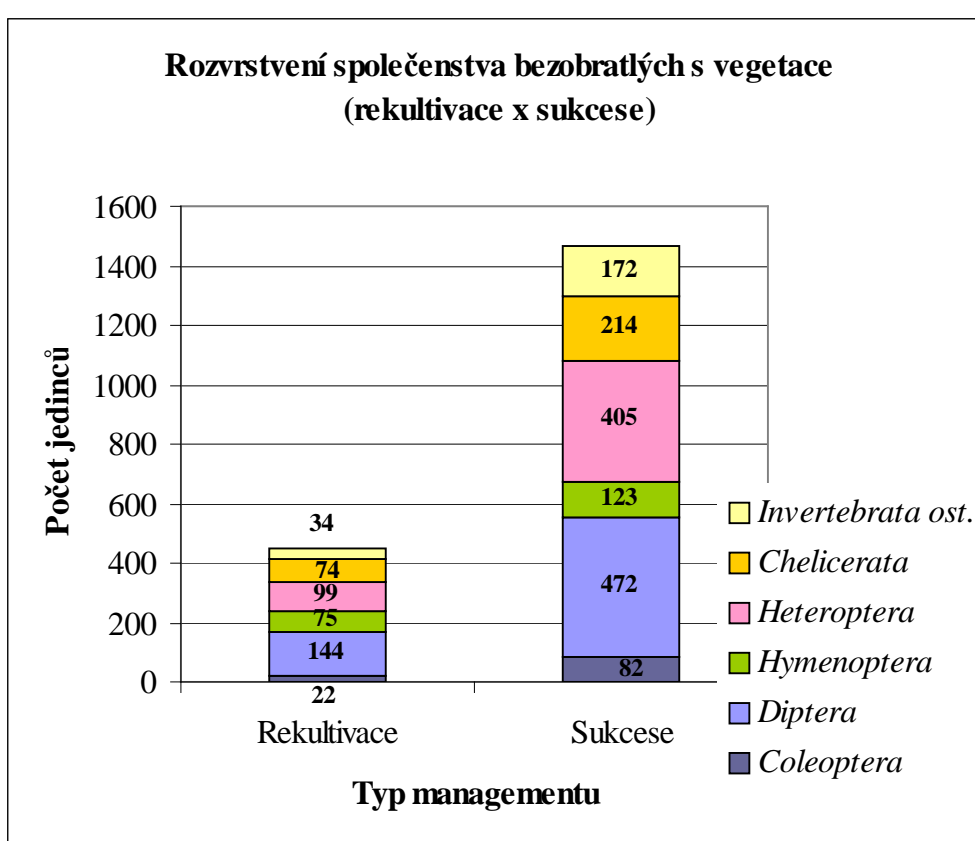
5.2 Bezobratlí s vegetace

Základní jednotkou pro hodnocení byl sběr získaný metodou smýkání a sklepávání v jednom mikrobiotopu v rámci jednoho sběru. Do analýzy vstupoval soubor 45 vzorků.

Hodnocení probíhalo tak jako u předchozí skupiny vždy s kompletními daty na úrovni čeledí a řádů a dále u modelové skupiny ploštic (*Heteroptera*) na úrovni druhů.

5.2.1 Bezobratlí s vegetace - kompletní data

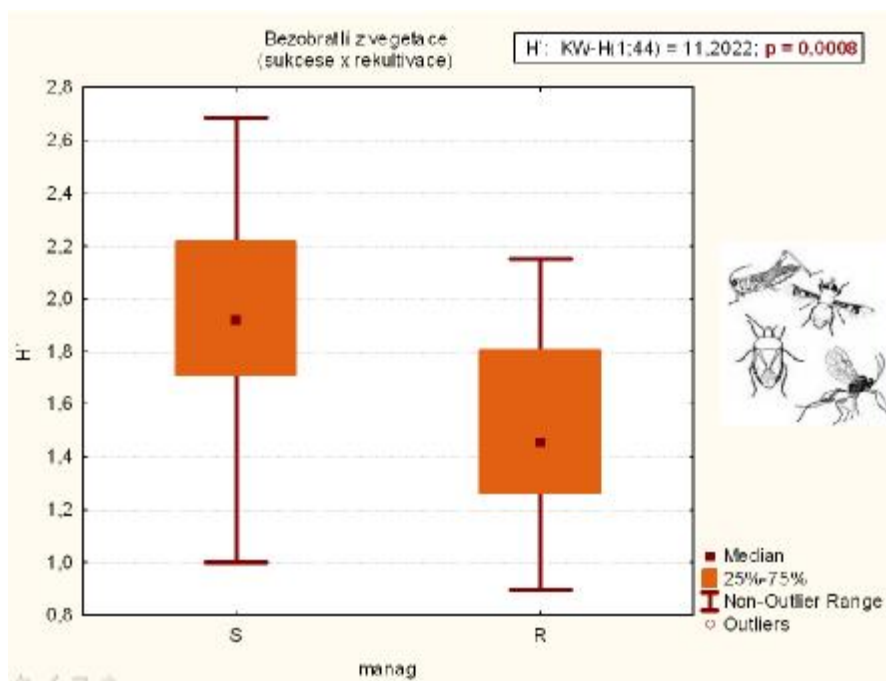
Kompletní data byla (stejně jako u epigeonu) pro náhled na strukturu společenstva bezobratlých na rekultivovaných a sukcesních plochách rozdělena do skupin, které obsahovaly nejvíce zastoupené taxonomické jednotky, Obrázek 22.



Obr. 22 Rozvrstvení společenstva bezobratlých s vegetace do skupin v závislosti na typu managementu.

Všechny zobrazené skupiny se více vyskytují na plochách sukcesních než na rekultivovaných. Na sukcesních plochách převažují skupina ploštic (*Heteroptera*) s jedním početně zastoupeným taxonem a skupina dvoukřídlých (*Diptera*), s podřády *Nematocera* a *Brachycera*. Zařazení taxonomických kategorií do skupin kapitola Přílohy, Tab. 9.

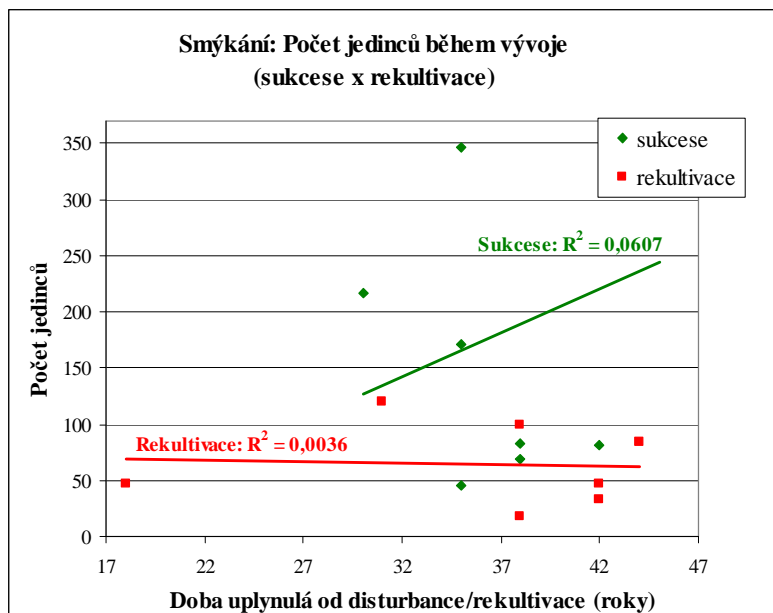
Tak jako u předešlé skupiny byly sukcesní plochy dle průměrného vzorku bohatší na množství taxonů (8) i jedinců (1918) ve srovnání s plochami rekultivovanými (průměrně 5 taxonomických skupin, 1655 exemplářů). Sukcesní plochy také vykazují vyšší index diverzity, Obrázek 23.



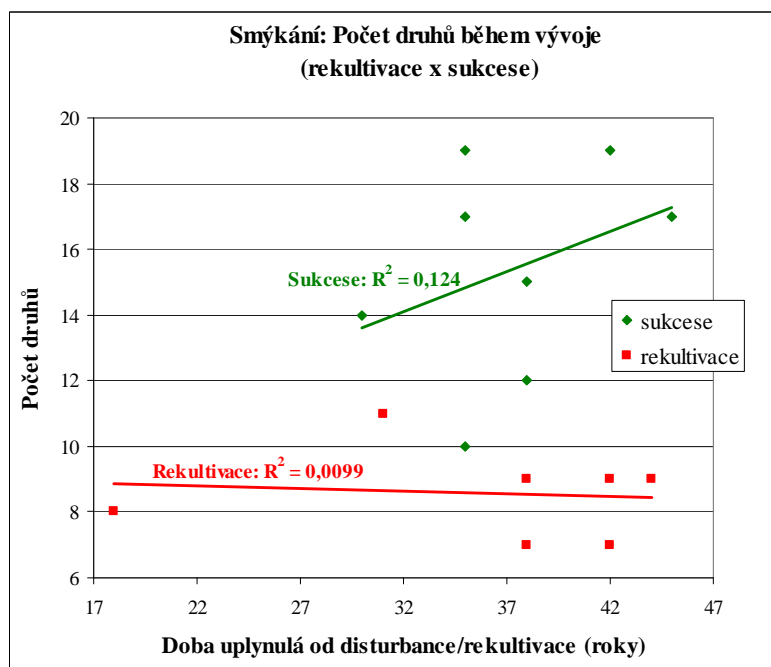
Obr. 23 Brillouinův index diverzity bezobratlých s vegetace na plochách rekultivovaných (R) a s probíhající spontánní sukcesí (S), zkratky použity v Obr. 10.

Řád *Heteroptera* je na sukcesních plochách nejpočetněji zastoupen druhy *Kleidocerys resedae* (304 jedinců), *Stenodema laevigatum* (104), *Nabis pseudoferus* (46), *Aelia acuminata* (16) a *Nabis limbatus* (11). První tři druhy byly zároveň nejhojnější i na rekultivacích (*K. resedae* - 37, *S. laevigatum* - 15 a *N. Pseudoferus* – 11 jedinců), naopak *N. limbatus* se na rekultivovaných plochách vůbec nevyskytuje. Dalších 18 druhů (např. *Palomena prasina*, *Elasmucha grisea*, *Adelphocoris lineolatus* *Stenotus binotatus* ad.) nebylo oproti sukcesním plochám přítomno na žádné ze zkoumaných rekultivovaných výsypek.

Na sukcesních plochách narůstá s dobou od ukončení zásadního antropogenního působení na plochu (nasypaní výsypky, výsadba porostu na rekultivované ploše) počet druhů i jedinců, kdežto na rekultivovaných plochách je struktura společenstva (počet zjištěných jedinců a druhů) během narůstajícího stáří výsypky velmi podobná (Obrázky 24 a 25).

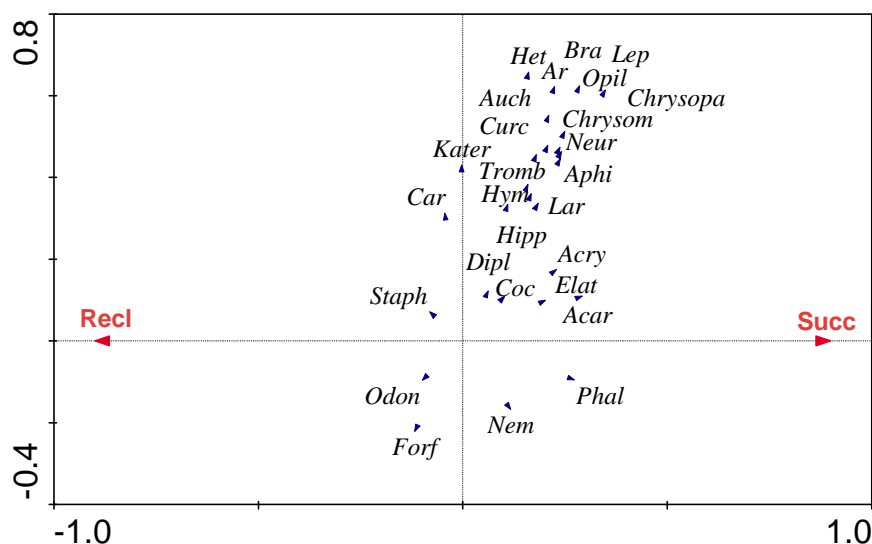


Obr. 24 Počet jedinců přítomných na plochách rekultivovaných a nerektivovaných během vývoje.

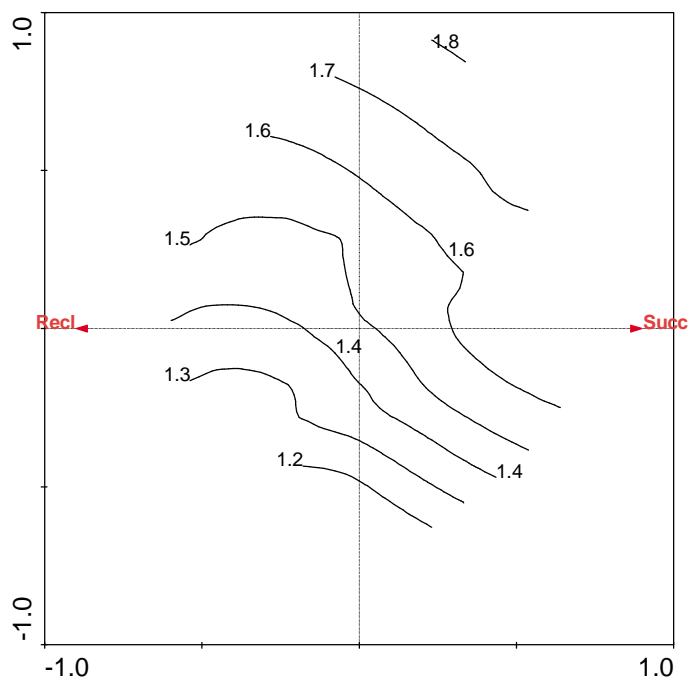


Obr. 25 Počet taxonomických skupin přítomných na plochách rekultivovaných a nerektivovaných během vývoje.

Faktory prostředí byly testovány nepřímou RDA metodou (délka gradientu = 2,06). Faktor popisující pokryvnost bylinného patra byl hlavní proměnnou determinující ordinační pozice bezobratlých na vegetaci ($F = 4,56$, $p = 0,0018$). Pokryvnost bylinného patra byla použita jako kovariáta při posuzování vlivu faktoru rekultivace/sukcese. Ten ovšem nebyl prokázán ($F = 2,32$, $p = 0,032$), i když se zdá, že druhová pestrost vynesena v ordinačním prostoru 1. a 2. osy narůstá v souvislosti s plochami pod vlivem přirozené sukcese (Obrázky 26 a 27).



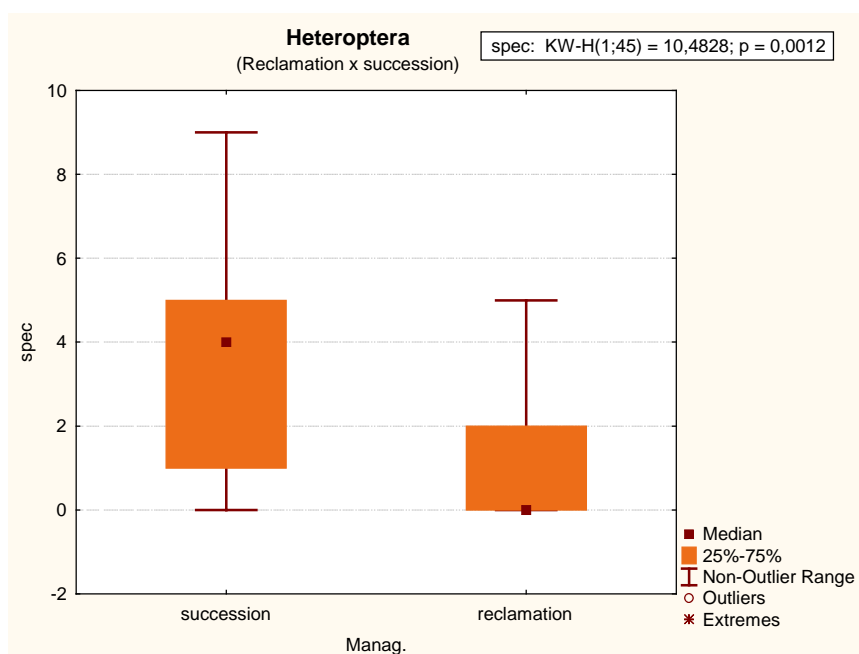
Obr. 26 Výstup z nepřímé RDA analýzy se zobrazením všech taxonomických skupin získaných smýkáním a sklepváním s vegetací (zkratky kapitola Přílohy, Tab. 10).



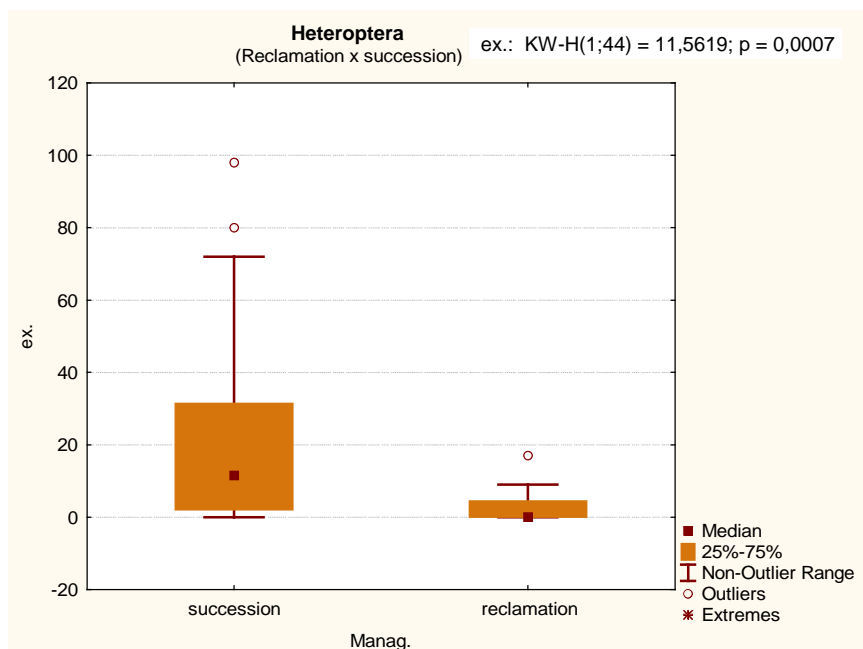
Obr. 27 Metoda RDA, izolinie zobrazující rozvrstvení indexu diverzity dle Shannona (bezobratlí s vegetací).

5.2.2 Bezobratlí s vegetace – modelová skupina plošnice (*Heteroptera*)

Modelová skupina byla na studijních plochách zastoupena 33 druhy (604 exemplářů). Výsledky smýkání prokazují, stejně jako u předchozí modelové skupiny, výrazný rozdíl v počtu druhů i jedinců mezi sukcesními a rekultivovanými plochami (Obrázky 28 a 29). Jako bohatší byly shledány sukcesní plochy, kde byl prokázán větší počet druhů i jedinců (529) než na rekultivovaných (75 jedinců). Index diverzity nebyl hodnocen ze stejného důvodu jako u předchozí modelové skupiny.

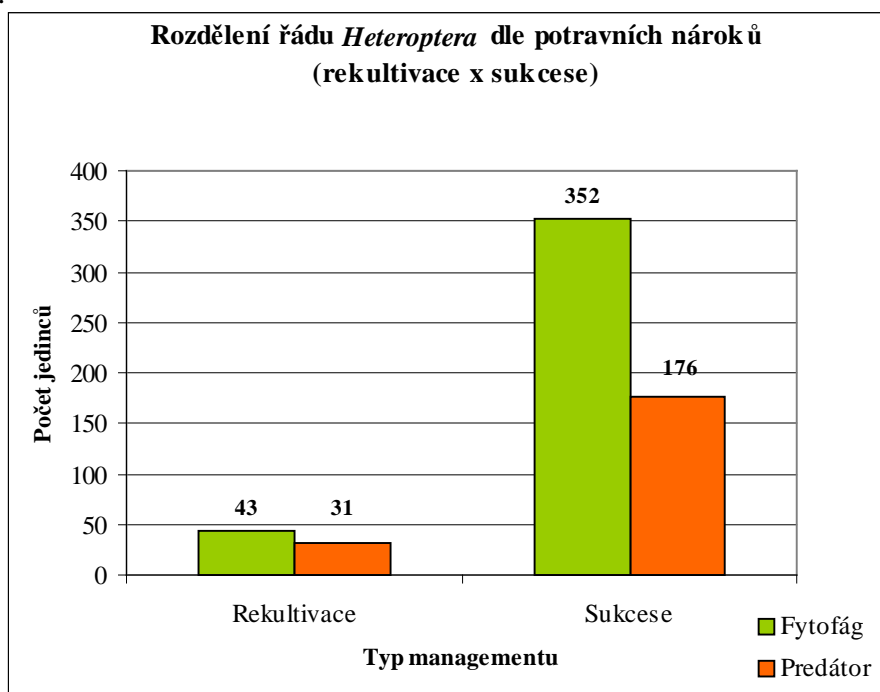


Obr. 28 Srovnání množství druhů zařazených do modelové skupiny *Heteroptera* (smýkáno s vegetace) mezi plochami rekultivovanými a sukcesními, zkratky použity v Obr. 10.



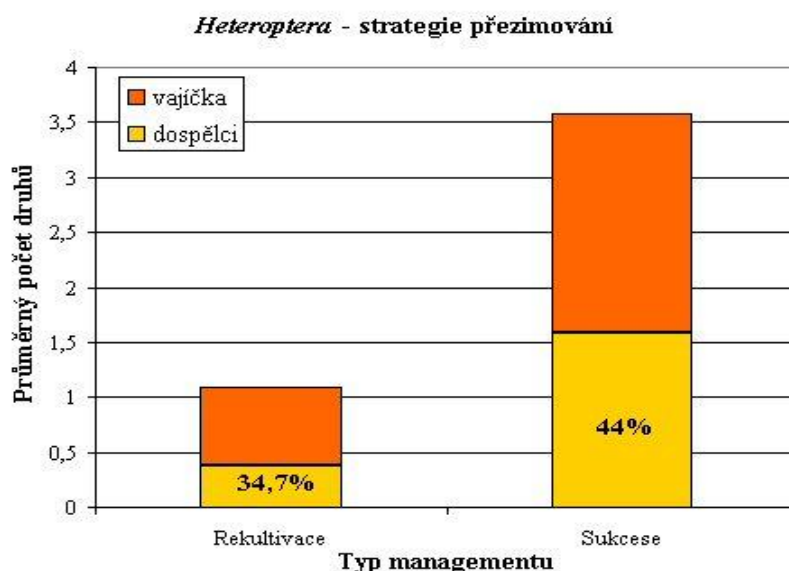
Obr. 29 Srovnání počtu jedinců společenstva ploštic (*Heteroptera*) s vegetace mezi plochami rekultivovanými a sukcesními, zkratky použity v Obr. 10.

Druhy byly zařazeny dle potravních nároků na fytofágní druhy a predátory (Obrázek 30). Jak sukcesní, tak rekultivované plochy hostí více fytofágních druhů než predátorů. U rekultivace je počet fytofágních a zoofágních druhů vyrovnaný (5 : 5), kdežto na sukcesních plochách je poměr mezi oběma typy mnohem výraznější (21 fytofágů : 8 predátorů).



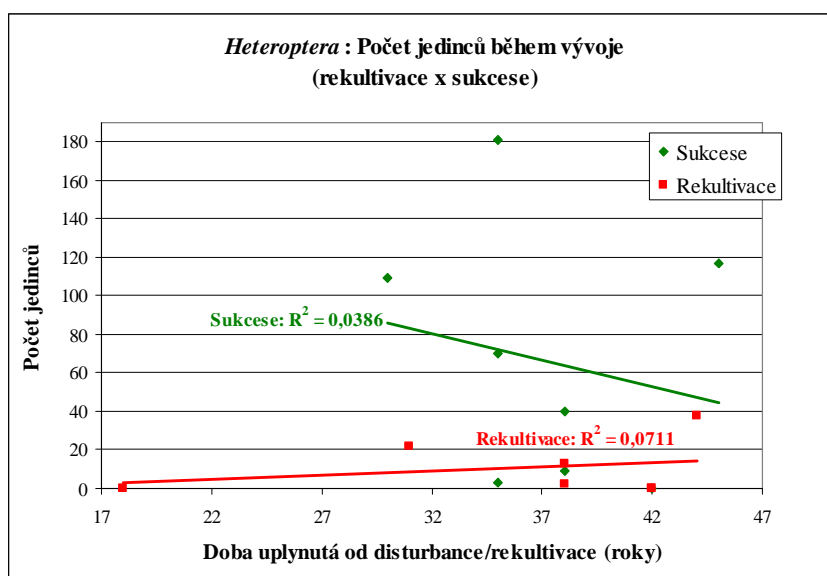
Obr. 30 Rozdělení řádu *Heteroptera* dle potravních nároků v závislosti na typu managementu.

Rozdělení ploštic podle strategie přezimování prokázalo na plochách ponechaných spontánní sukcesi vyšší aktivitu ploštic než na technicky a biologicky rekultivovaných částech výsypek (Obrázek 31). Na sukcesních plochách byl také zjištěn relativně vyšší výskyt druhů přečkávající zimní období ve fázi insemínovaných samic (ve vztahu k druhům přezimujícím ve formě vajíček) - 44 %, oproti 34,7 % druhům přezimujících jako dospělci na rekultivovaných plochách.

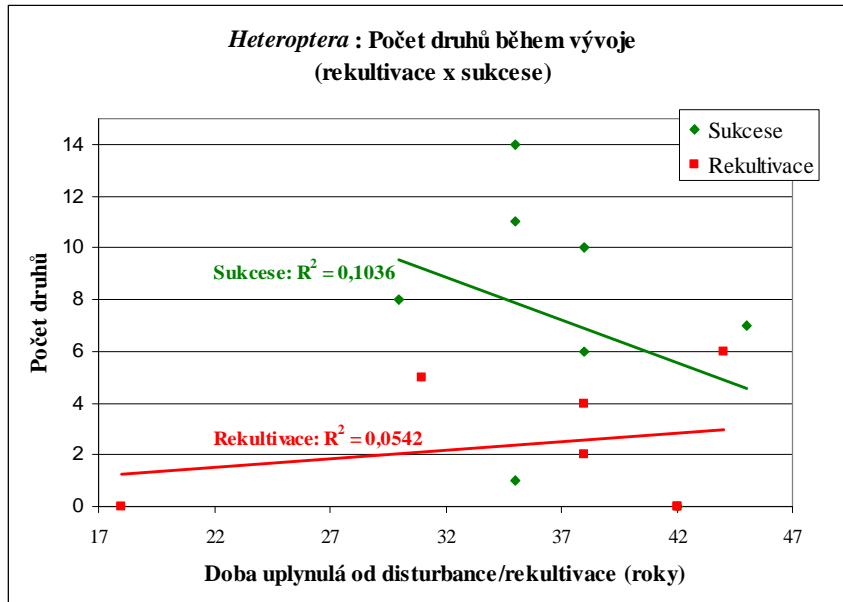


Obr. 31 Rozdělení druhů řádu *Heteroptera* dle strategie přezimování (vajíčka x dospělci) v závislosti na typu managementu.

Během sukcese společenstva ploštic ubývá v lesních formacích druhů i jedinců na sukcesních plochách a mírně přibývá na rekultivovaných plochách. Přesto ale jsou mladší i starší plochy pod vlivem přirozené sukcese bohatší na druhy i početnější na exempláře ploštic (Obrázky 32 a 33).



Obr. 32 Počet jedinců ploštic během vývoje výsypky po disturbance či rekultivaci.



Obr. 33 Počet druhů ploštic během vývoje výsypky po disturbance či rekultivaci.

Efekt environmentálních faktorů na rozmístění ploštic v ordinačním prostoru byl testován metodou RDA (délka gradientu = 3,116). Ani jeden z faktorů nevyšel jako průkazný ($F < 2,604$, $p > 0,005$). Faktor rekultivace/sukcese, také nebyl prokázán ($F = 1,512$, $p = 0,186$).

6 DISKUSE

Jedním z hlavních cílů práce bylo zhodnotit, které způsoby obnovy ploch narušených těžbou hnědého uhlí a za jakých mikrostanovištních podmínek mají nejpříznivější vliv na strukturu a diverzitu společenstev bezobratlých. Byly porovnávány starší výsyvky (25 – 45 let), které byly rekultivovány lesnickým způsobem, s výsyvkami ponechanými samovolné sukcesi vedoucí k lesním formacím.

6.1 Epigeon a bezobratlí s vegetace

Z **porovnání managementu** výsypkových ploch vyplývá, že **druhová pestrost** (index diverzity) u epigeonu ze zemních pastí i bezobratlých získaných smýkáním je vyšší na plochách ponechaných samovolnému vývoji. Tyto výsledky jsou v souladu s předchozími studiemi na některých skupinách živočichů (Bejček & Šťastný, 1984; Galán, 1997; Vojar, 2000) a rostlin (Hodačová & Prach, 2003). Na sukcesních plochách bylo u obou skupin v průměrném vzorku zaznamenáno více druhů i jedinců oproti plochám, které byly rekultivovány lesnickým způsobem. Zajímavým zjištěním je, že na plochách rekultivovaných aktivovalo menší množství taxonomických skupin než na samovolně se vyvíjejících stanovištích: např. 55 % všech zachycených jedinců náleželo mezi korýše (*Crustacea*) a to zejména na nejmladších studijních lokalitách. To, že v prvních fázích vývoje je přítomno méně druhů dosahujících značné dominance a až s časem se početnosti jednotlivých taxonů vyrovnávají, potvrzují i jiní autoři (např. Vojar, 2006).

Změny během vývoje lze charakterizovat postupným snižováním množství jedinců i taxonů epigeických bezobratlých s dobou uplynulou od poslední disturbance či od provedení biologické rekultivace. Diverzita a početnost různých skupin bezobratlých kulminuje v různých fázích sukcese. Tento stav lze vysvětlit úbytkem druhů, které jsou vázány na extrémnější stanovištní podmínky – více viz kap. 6.2. Všechny epigeické skupiny bezobratlých přítomné na podobných, těžbou přímo nenarušených sousedních lesních ekosystémech, mohou být po 20 letech vývoje nalezeny ve významné početnosti a druhovém bohatství také ve společenstvech posttěžební krajiny (Hejkal, 1985; Kielhorn & Kepling, 1999; Mrzljak & Wiegler, 2000).

U bezobratlých s vegetace se naopak na sukcesních plochách projevuje trend vzrůstu jedinců i druhů od ukončení antropogenního působení. Na plochách rekultivovaných se struktura společenstva s nárůstem věku výsypky nezvyšuje, ale zůstává na přibližně stejné úrovni.

Na rekultivovaných plochách se urychluje vývoj díky lidskému zásahu, s dalším vývojem se pak množství druhů významně nezvyšuje. Důvodem může být větší diferenciaci rostlinných společenstev na spontánně se vyvíjejících plochách (obohacení o druhy polostinné – lesní), než je tomu u rekultivovaných ploch. Při rekultivaci a následné pěstební péči o vysázené dřeviny bývají obvykle rozsekány kořenové systémy dominantního a silně konkurenčního druhu třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), čímž dojde k jejímu vegetativnímu namnožení. Porosty třtiny pak vytvářejí kompaktní pokryv a blokují další vývoj vegetace (Prach, 2003), která patří mezi důležité faktory determinující výskyt bezobratlých (viz níže).

Mikrobiotopové charakteristiky se ukázaly být významnějšími faktory ovlivňujícími společenstva bezobratlých než způsob obnovy (rekultivace *versus* sukcese). Jako nejdůležitější faktor negativně působící na bezobratlé ze zemních pastí (epigeon) se jeví nepříznivé chladnější mikroklima, které je dáno zejména orientací svahů na sever a expozicí vůči převládajícím větrům. Příznivější mikroklimatické podmínky neměly na distribuci bezobratlých tak výrazný vliv. Odlišný vztah bezobratlých k orientaci vůči světovým stranám dokládají Hawkins & Cross (1982), podle nichž severně orientované výsypky podporují více druhů bezobratlých než jižní svahy. Toto však zjistili na iniciálních stádiích sukcese, kdy jsou plochy ještě méně zarostlé vegetací a jsou silně přehřívány, zatímco na námi studovaných plochách starších sukcesních stádií s lesními formacemi jsou mikroklimatické poměry již mírnější.

Hlavní proměnnou determinující výskyt bezobratlých na vegetaci byla pokryvnost bylinného patra (korelovaná s výškou bylinného patra). Tento faktor je zřejmě určující s ohledem na převahu fytofágních druhů ve společenstvu bezobratlých zjišťovaných metodou smýkání s vegetace. Eyre et al. (2003) vyhodnotili také vlhkostní režim a pokryvnost rostlin jako nejsilnější faktory ovlivňující epigeon a fytofágy na vegetaci. Huusela-Veistela & Vasarainen (2000) považují abundanci a druhovou bohatost kobylek za parametry více závislé na struktuře vegetace než na samotném druhovém bohatství rostlin.

Naopak Andersen & Sparling (1997) dokazují, že druhová bohatost mravenců pozitivně koreluje s obsahem půdní mikrobiální biomasy víc než s počtem rostlinných druhů. Autoři demonstrují, že na těžbou narušených místech existuje silný vztah mezi nadzemní aktivitou mravenců a podzemními dekompozičními procesy.

6.2 Modelové skupiny

Při srovnání **druhové pestrosti obou typů managementu** se sukcesní plochy jeví jako bohatší co do množství druhů a jedinců u obou modelových skupin, tj. střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) a ploštic (*Heteroptera*).

U obou modelových skupin, které byly determinovány na úroveň druhů, byl většinou zjištěn výskyt zcela běžných druhů. Z čeledi střevlíkovitých se na sukcesních plochách nejvíce vyskytovali střevlíček černý (*Pterostichus niger*), prskavec větší (*Brachinus crepitans*) a střevlík hajní (*Carabus nemoralis*). Oproti rekultivovaným lokalitám nebyly na sukcesních zaznamenány tři druhy. Na druhou stranu se na sukcesních plochách objevovaly další čtyři druhy, které na rekultivovaných plochách chyběly, což je důležité zjištění aplikovatelné pro praxi (viz kap. 6.3.). Stejně jako na sukcesích i na rekultivovaných plochách byl v největší početnosti zachycen střevlíček černý a střevlík hajní a dále střevlík zahradní (*Carabus hortensis*).

Z řádu ploštic byly na sukcesních plochách nejpočetněji zastoupeny druhy: ploštička březová (*Kleidocerys resedae*), klopuška (*Stenodema laevigatum*) a lovčice (*Nabis pseudoferus*). Tyto druhy byly zároveň nejhojnější i na rekultivacích, avšak dalších 18 druhů vyskytujících se na sukcesních plochách nebylo na rekultivacích vůbec přítomno.

Vývoj trendů počtu jedinců a druhů v závislosti na stáří výsyvky ukazuje u čeledi Carabidae snížení počtu druhů a naopak zvýšení počtu jedinců s věkem výsyvky jak u sukcesních tak u rekultivovaných ploch. Úbytek druhů během sukcese, respektive nižší počet druhů v pozdějších stadiích sukcese, koresponduje se zjištěním mnoha jiných prací. Nejvyšší denzitu střevlíkovitých shledali Topp et al. (2001) i Neumann (1971) na výsyvkách tři roky opuštěných, Hejkal (1985) zaznamenal na mosteckých výsyvkách nejvíce druhů střevlíků mezi 4. až 6. rokem sukcese. Tendenci poklesu druhové bohatosti a diverzity se stářím výsyvky zmiňují také Hawkins & Cross (1982). Diverzita střevlíkovitých je průkazně vyšší na sukcesně mladších lokalitách (Purtauf et al. 2004), kde převažují druhy, které buď tolerují extrémnější mikroklimatické podmínky např. díky noční aktivitě nebo vývinu s larvální dormancí (Hejkal, 1985).

Úbytek druhů v průběhu ekologické sukcese je kromě změny abiotických podmínek dán také top-down efektem druhů pozdějších sukcesních stádiích (zejm. predátorů) na pionýrské druhy (Andersen & Sparlink, 1997). To rozebírá také Hejkal (1985), který vztahuje nižší početnost střevlíků na starších výsypkách k vyšší hustotě vegetace, která více vyhovuje jiným skupinám predátorů, např. stonožkám (*Chilopoda*) a drabčíkovitým broukům (*Staphylinidae*), kteří jsou k životu v hustší vegetaci lépe adaptováni zejména strukturou těla a způsobem pohybu.

U řádu ploštic ubývá s dobou od ukončení zásadního antropogenního působení na sukcesních plochách počet druhů i exemplářů. U rovnokřídlého hmyzu popisují Picaud & Petit (2007) kulminaci v době 3,5 – 5,5 let po disturbanci a poté také dochází ke snižování počtu druhů i jedinců, avšak u různých skupin bezobratlých s vegetace se pravděpodobně struktura společenstev mění odlišně.

Např. Zurbrügg & Frank (2006) zaznamenali nárůst druhové diverzity ploštic během sukcese společenstev či Holl (1996) zjistila, že bohatství a abundance denních můr vzrůstaly s časem od zahájení rekultivace, zatímco bohatství a abundance motýlů klesaly. Na rekultivovaných bylo v této studii zaznamenáno přibývání druhů i jedinců.

Výskyt střevlíkovitých byl po zhodnocení **mikrostanovištních faktorů** nejvíce závislý na dominanci břízy bělokoré (*Betula pendula*) v porostu a příznivě působily také vlhčí stanovištní poměry. Neprojevila se však provázanost s managementovými opatřeními na plochách (sukcese x rekultivace). Frekvence výskytu ploštic nekorelovala s žádným z testovaných environmentálních faktorů, ani s kategorií sukcese/rekultivace.

Rozdělení modelových skupin do funkčních skupin

Druhy čeledi střevlíkovitých brouků byly využity k hodnocení *stavu zachovalosti prostředí a kvality stanovišť*. Na žádné z lokalit nebyl objeven druh spadající do skupiny reliktních druhů, jejichž výskyt by měl garantovat kvalitnější prostředí. To je logické, neboť těžbou byly přerušeny veškeré historické spojitosti lokalit. Ve společenstvu dominovaly druhy adaptabilní doplněné o druhy eurytopní, které nemají žádné specifické nároky na kvalitu prostředí. Zastoupení obou skupin se na plochách s různým typem managementu příliš nelišilo (rekultivace: adaptabilní 70,8 %, eurytopní 29,2 %, sukcese: adaptabilní 66,2 %, eurytopní 33,8 %). Převaha střevlíků ze skupiny adaptabilnějších druhů naznačuje, že prostředí narušené těžbou (sukcese i rekultivace) se přibližuje k přirozenému stavu.

Rozdělení střeplíků dle *nároků na stanoviště* ukazuje na rekultivovaných plochách převahu druhů vázaných na stanoviště polosuchá, druhou početnější skupinu představují jedinci vázaní na vlhčí stanovištní poměry a v menší míře jsou zastoupeny druhy suchých biotopů. Na plochách ponechaných samovolnému vývoji se toto rozdělení liší. Převahu zde mají druhy vlhčích biotopů, následují druhy sušších stanovišť a v menší míře zde byl zaznamenán výskyt druhů stanovišť polosuchých. Tato asociace druhů s typem krajiny (mikrohabitatové preference) pravděpodobně zprostředkovaně odráží odlišné mikroklima na lesnických rekultivacích a plochách ponechaných samovolnému vývoji daným vertikální a horizontální architekturou porostů. Sukcesní plochy totiž zahrnují jak husté části porostu, kde je díky zastínění vlhčeji, tak i rozvolněné a více osluněné části (tyto dva extrémy se místy pozvolně prolínají), kdežto rekultivované plochy jsou obvykle velmi monotónní (jednotný spon, mnohdy i jednotné druhové složení), a většinou představují střední polohu hustoty porostu či husté až neprostupné lesy, které jsou ostře ohraničeny.

Významné je nalezení některých vzácnějších teplomilných druhů na extrémních sukcesních plochách, které ale mohou být na ostatní bezobratlé chudší (např. na plochách s vyšší příměsí uhlí či řidší vegetací kvůli nízkému pH a kamenitému substrátu). Antropogenní proto-půdy kromě odlišného chemismu a pomalejšího formování vegetace (Wiegleb & Felinks, 2001) na takových stanovištích dosahují v teplých měsících také extrémních přízemních teplot, které se mohou vyšplhat až k 70° C (Hejkal, 1985). Eyre et al. 2003 zjistili na antropogenně narušených plochách 46 druhů brouků (z celkového počtu 182), kteří jsou vzácní na národní úrovni. Počet těchto řídce se vyskytujících druhů byl také častěji spojen se suššími místy.

V rámci nerekulitovaných ploch byla zaznamenána vyšší aktivita ploštic než na biologicky rekultivovaných posttěžebních místech. U řádu ploštic se srovnávání funkčních skupin orientovalo na třídění druhů do *potravních guild*. Fytofágní druhy¹ i počet jedinců na sukcesních výsypkách značně převládaly oproti predátorům (21 druhů fytofágních : 8 druhů predátorů). Na rekultivovaných plochách je taktéž početní převaha jedinců fytofágních, ovšem poměr v zastoupení obou skupin na úrovni druhů je vyrovnaný (5 : 5). Také Longcore (2003) zaznamenal méně jedinců náležejících mezi predátory na rekultivovaných plochách.

¹ Zachycené fytofágní druhy bývají vázány zejména na bylinnou vegetaci (např. *Poaceae*, *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Cyperaceae*), ze stromů pak zejména na břízy (*Betula sp.*) a olše (*Alnus sp.*)

Větší výskyt jedinců vyšších trofických úrovní by mohlo indikovat na spontánně se vyvíjejících lokalitách prostředí ve stavu bližším přírodním ekosystémům s provázanějšími potravními vazbami, což potvrzuje např. u predátorů Majer (1989), nebo u detritovorních organismů vázaných na plochy s významnějším obsahem organického materiálu (Pimentel & Warneke, 1989). Na rekultivovaných plochách bývají dominantní všežravci či fytofágové (Kielhorn et al., 1999). Na sukcesích plochách byla ale také ve srovnání s rekultivacemi zjištěna vyšší abundance fytofágních druhů ploštic. To může být způsobeno pestřejším složením a strukturou přirozeně se vyvíjejících rostlinných společenstev.

Při dělení dle *strategie přezimování* byl zjištěn relativně vyšší výskyt druhů přečkávajících zimní období ve fázi inseminovaných samic (ve vztahu k druhům přezimujícím ve formě vajíček) na spontánně se vyvíjejících plochách (44 % na sukcesi x 34,7 % na rekultivacích). Diapauza se vyskytuje častěji ve fázi vajíček. Vyšší zastoupení oplodněných samic přečkávajících zimní období na sukcesních plochách může indikovat lepší či rozmanitější úkrytové podmínky pro přezimování (více organické hmoty jako odumřelých větví, kůry stromů nebo kamenů). Zurbrügg & Frank (2006) zařadili mezi ploštice přezimující jako dospělci více jedinců a druhů také na plochách s managementem přírodě bližším, kde mohou ploštice najít příznivější podmínky pro výživu a reprodukci.

6.3 Porovnání managementových opatření a význam pro ochranu přírody

Rozsáhlé plochy výsypek po těžbě hnědého uhlí bývají nejčastěji technicky rekultivovány a nejčastěji zalesněny nebo využívány jako zemědělské půdy. Výsledky studia bezobratlých lze však zestručnit tvrzením, že sukcesní plochy nabízejí prostor pro rozvoj bohatších a pestřejších společenstev než plochy po provedení rekultivace a zalesnění. Longcore (2003) ve své práci taktéž poznamenává, že společenstva bezobratlých jsou na rekultivovaných místech méně pestrá a pozměněná v porovnání s přirozenými stanovišti. Přírodní ekosystémy, jejichž součástí jsou výsledkem přírodní selekce, jsou stálější a odolnější (Ewel, 1999). Mnohadruhové systémy (více pestrá flóra a fauna) jsou schopny zlepšit také půdní vlastnosti efektivněji než méně pestré systémy (Topp et al., 2001).

Větší bohatost biocenóz vzniklých samovolným vývojem prokazují také výsledky výzkumů rostlinných společenstev. Prach (2006) determinoval na nerekulivovaných plochách Mostecká dvakrát více druhů než na rekultivovaných výsypkách.

Spontánní sukcese v mnoha případech vede k poměrně pestrým porostům, které dobře plní estetické, protierozní a další ekologické funkce.

Porosty na výsypkách po cca 20 – 30 letech vývoje dosahují maximální pokryvnosti vegetace a dále se mění jen málo (Wiegleb & Felinks, 2003). Úrovně typické pro podobné těžbou nenarušené ekosystémy dosahuje v té době také abundance a aktivita živočichů (Hüttl & Weber, 2001; Holl, 1996).

Posttěžební krajiny jsou známé pro unikátní biotopy (Hüttl & Weber, 2001). Narušená místa s extrémními podmínkami, kde probíhá pomalejší sukcese, mohou sloužit jako refugia pro ohrožené či málo běžné druhy organismů (Prach, 2003). Na tato postindustriální stanoviště typů lomů a výsypek byly řidčeji se vyskytující druhy zatlačeni z intenzívně obdělávané zemědělské krajiny (Konvička & Beneš, 2005). Brändle et al. (2000) studoval druhovou bohatost epigeonu na dvou výsypkách po těžbě hnědého uhlí v Německu a ze 75 zaznamenaných druhů jich náleželo 10 k regionálně ohroženým. Vysoký počet ohrožených nebo specializovaných druhů našli v případě pavouků na výsypkách také Mrzljak & Wiegleb (2000).

Výsypky mohou nahradit především xerothermní stanoviště, jež ve volné krajině nenávratně zanikla (Konvička & Beneš, 2005). Mikroklimatické podmínky jižních svahů nebo suchých návrší výsypek převyšující okolní terén o desítky metrů velmi připomínají výslunné svahy a vrcholy menších kopců Českého středohoří s třetihorními eruptivy.

Fyzikální vlastnosti jílu (tvořících převážnou část výsypek na Mostecku) znemožňují vsakování povrchové a vzlínání spodní vody, což je jeden z dalších důvodů, proč místy vývoj vegetace může směřovat ke vzniku klimaxové stepi (Sládek, 1990).

7 ZÁVĚR

- Při studiu rekultivovaných a spontánně se vyvíjejících lesních porostů na výsypkách po těžbě hnědého uhlí na Mostecku bylo zachyceno 15 459 jedinců bezobratlých. Zjištěno bylo celkem 34 taxonů pohybujících se zejména na zemském povrchu, 28 taxonů aktivujících na vegetaci. U modelových skupin bylo rozlišeno 31 druhů střevlíkovitých brouků (*Carabidae*) a 33 druhů ploštic (*Heteroptera*).
- Z porovnání managementu výsypkových ploch (rekultivace x spontánní sukcese) vyplývá, že druhová pestrost (index diverzity, počet druhů i jedinců) u epigeonu ze zemních pastí i bezobratlých získaných smýkáním je vyšší na plochách ponechaných samovolnému vývoji. Jedinci i druhy modelových skupin se také vyskytují více na plochách sukcesních než-li rekultivovaných.
- Množství druhů i taxonů epigeických bezobratlých na plochách se od poslední disturbance či od provedení biologické rekultivace postupně snižovalo. U čeledi *Carabidae* se projevuje snížení počtu druhů a naopak zvýšení počtu jedinců se stářím výsypky. Druhy reliktní nebyly zaznamenány, ale bylo prokázáno, že ve společenstvu střevlíkovitých dominují druhy adaptabilní, značící přírodnější charakter obnovujících se biotopů. Zastoupení adaptabilních a eurytopních skupin střevlíkovitých se na plochách s různým typem managementu příliš neliší. Srovnáním na základě rozdělení střevlíkovitých dle nároků na stanoviště můžeme zhodnotit převahu druhů vlhkých a suchých biotopů na plochách sukcesních (vyšší výskyt vzácnějších druhů) a naopak druhů polosuchých na plochách rekultivovaných (spíše běžné druhy).
- U bezobratlých s vegetace se naopak na sukcesních plochách projevuje trend vzrůstu jedinců i druhů od ukončení antropogenního působení, odrážející zvyšování rozmanitosti rostlinných společenstev. Na plochách rekultivovaných se struktura společenstva s nárůstem věku výsypky nezvyšuje, ale zůstává na přibližně stejné úrovni. U ploštic na sukcesních plochách ubývá počet druhů i jedinců a mírně přibývá na rekultivovaných plochách. Výsledky ukazují převahu fytofágních druhů ploštic oproti predátorům na plochách sukcesních. Na rekultivovaných plochách je taktéž převaha druhů fytofágních, ovšem poměr v zastoupení obou skupin není tak velký jako u sukcesí (více predátorů na sukcesích).

Byl zjištěn relativně vyšší výskyt druhů přečkávající zimní období ve fázi inseminovaných samic, které oproti druhů přezimujícím ve formě vajíček vyžadují lepší úkrytové podmínky (odumřelá organická hmota) a kvalitnější potravní zdroje, na samovolně se vyvíjejících plochách.

- Mikrobiotopové charakteristiky se ukázaly být významnějšími faktory ovlivňujícími společenstva bezobratlých než způsob obnovy studijních posttěžebních ploch (rekultivace *versus* sukcese). Hlavní proměnnou determinující prostorovou distribuci epigeonu byl faktor nepříznivé mikroklíma (dané severní orientací svahů a expozicí vůči převládajícím větrům), u bezobratlých s vegetace faktor popisující pokryvnost bylinného patra. Testováním environmentálních faktorů se jako nejsilnější charakteristika prostředí ovlivňující výskyt střevlíkovitých prokázala bříza bělokorá (*Betula pendula*) dominující v porostu a efekt vlhkosti půdního prostředí. U ploštic nebyl ani jeden z faktorů průkazný.
- Z výsledků práce lze vyvodit některá doporučení pro ochranu přírody těžbou narušených míst. Ve srovnání s rekultivacemi je sukcese levnou metodou obnovy, která se na základě výsledků této práce prokazuje jako hodnotnější nejen z hlediska podpory druhové pestrosti lesních společenstev. Měla by se tedy začlenit do rekultivační praxe jako rovnocenný způsob obnovy posttěžební krajiny z důvodu zvýšení regionální pestrosti biologické (podpora biotopů pro vzácné a řídké se vyskytující druhy) ale i krajinně-estetické.

8 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Adis, J.:** Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zool. Anz. (Jena)*, 1978, Vol. 202, s. 177 – 184
- Andersen, A. N. – Sparing, G. P.:** Ants as Indicators of Restoration Success: Relationship with Soil Microbial Biomass in the Australian Seasonal Tropics. *Restoration Ecology*, 1997, 5: s. 109 – 114.
- Andrén, H.:** Corvid density and nest predation in relationship to forest fragmentation: A landscape perspective. *Ecology*, 1992, Vol. 73, s. 794 – 804.
- Anonymus:** *Luční společenstva – indikátory živin v krajině* [online]. Vystaveno 2006 [cit. 23. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.daphne.cz/indikacezivin/metodika.shtml>
- Anonymus (a):** *Rekultivace území dotčeného těžbou hnědého uhlí* [online]. Czech Coal [cit. 9. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.czechcoal.cz/cs/ur/zprava/2007/ur261.html>
- Anonymus (b):** *Ploštice* [online]. Vystaveno 29. 2. 2008 [cit. 1. 3. 2008]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Plo%C5%A1tice>
- Anonymus (c):** *Historie hornictví: Severočeská hnědouhelná pánev* [online] [cit. 12. 1. 2008]. Dostupné z: <http://www.hornictvi.info/histhor/lokality/shd/shd.htm>
- Begon, M. et al.:** *Ekologie: jedinci, populace a společenstva*. 1. vydání. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, 1997. 949 s. ISBN 80-7067-695-7
- Bejček, V.:** Sukcese společenstev drobných savců na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. In: *Celoštatná zoologická konferencia "Společenský význam zoologických výzkumov při tvorbe a ochrane životného prostredia"*. Bratislava, 1981, Vol. 24 – 28, s. 212 - 219
- Bejček, V. – Šťastný, K.:** The succession of bird communities on spoil banks after surface brown coal mining. *Ekologie Polska*, 1984, Vol. 32, No. 2, s. 245 – 259
- Bejček, V. - Šťastný, K.:** *Fauna Tušimická*. 1 vydání. Praha: Grada Publishing, 1999. 71 s. ISBN 80-7169-875-X
- Bejček, V. - Šťastný, K.:** *Fauna Bílinská*. 1 vydání. Praha: Grada Publishing, 2000. 155 s. ISBN 80-7169-695-1
- Biolib:** *Biolib* [online] 1999 – 2008 [cit. 19. 1. 2008]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/>
- Brandford, A. H. – Cross, E. A.:** Patterns of Refaunation of Reclaimed Strip Mine Spoils by Nonterricolous Arthropods. *Environmental Entomology*, 1982, Vol. 11, s. 762 – 775
- Brändle, M. – Durka, W. – Altmöos, M.:** Diversity of surface dwelling beetle assemblages in open-cast lignite mines in Central Germany. *Biodiversity and Conservation*, 2000, 9: 1297 – 1311.

- Brožík, J.:** *Úvod do studia pedologie, meliorací zemědělských půd a rekultivací území postižených těžbou nerostných surovin (učební text)*. Litvínov: Schola Humanitas, 1997. 122 s.
- Culek, M.:** *Biogeografické členění České republiky*. Praha: Enigma, 1996.
- Dangerfield, J. M. et al.:** Patterns of invertebrate biodiversity across a natural edge. *Austral Ecology*, 2003, Vol. 28, s. 227 – 236
- Davis, A. L. V. et al.:** Convergence between dung beetle assemblages of a post-mining vegetational chronosequence and unmined dune forest. *Restoration Ecology*, 2003, Vol. 11, No. 1, s. 29 – 42
- Demek, J. et al.:** *Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny*. 1. vydání. Praha: Academia, 1987. 584 s.
- Dostál, V.:** *Sukcese* [online]. Vystaveno 26. 10. 2005 [cit. 30. 1. 2008]. Dostupné z: <http://www.priroda.cz/clanky.php?detail=484>
- Eyre, M. D. – Zuff, M. L. – Woodward, J. C.:** Beetles (Coleoptera) on brownfield sites in England: An important conservation resource? *Journal of Insect Conservation*, 2003, 7: 223 – 231.
- Fauvel, G.:** Diversity of Heteroptera in agroecosystems: Role of sustainability and bioindication. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 1999, Vol. 74, s. 275 - 303
- Galán, P.:** Colonization of spoil benches of an opencast lignite mine in northwest Spain by amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 1997, Vol. 79, s. 187 – 195
- Hawkins, B. A. – Cross, E. A.:** Patterns of Refaunation of Reclaimed Strip Mine Spoils by Nonterricolous Arthropods. *Environmental Entomology*, 1982, Vol. 11, No. 3, pp. 762 - 775
- Hejkal, J.:** The development of a carabid fauna (Coleoptera, Carabidae) on spoil banks under conditions of primary succession. *Acta ent. Bohemoslovaca*, 1985, Vol. 82, No. 5, s. 321 – 346
- Hodačová, D. – Prach, K.:** Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology*, 2003, Vol. 11, No. 3, pp. 1-7
- Holl, K. D.:** The effect of surface coal mine reclamation on diurnal lepidopteran conservation. *Journal of Applied Ecology*, 1996, 33: 225 – 236.
- Hughes, R. D.:** *Living Insects*. London: Collins, 1974. 304 s. ISBN 0002114372
- Huusela-Veistola, E. – Vasarainen, A.:** Plant succession in perennial grass strips and effects on the diversity of leafhoppers (Homoptera, Auchenorrhyncha). *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 2000, 80: 101 – 112.

- Hůrka, K. – Veselý, P. – Farkač, J.:** Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. *In Klapalekiana*, 1996, No 32, s. 15 - 26
- Hůrka, K.:** *Carabidae České a Slovenské republiky*. 1. vydání. Zlín: Kabourek ed., 1996. 565 s. ISBN 80-901466-2-7
- Hůrka, K.:** *Wikipedie: Střevlíkovití* [online]. Vystaveno 17. 2. 2008 [cit. 24. 2. 2008]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/St%C5%99evl%C3%ADkovit%C3%AD>.
- Hüttl, R. F. – Bradshaw, A.:** Ecology of Post-Mining Landscapes. *Restoration Ecology*, 2001, Vol. 9, No. 4, pp. 339 – 340.
- Hüttl, R. F. – Weber, E.:** Forest ecosystem development in post-mining landscapes: a case study of the Lusatian lignite district, *Naturwissenschaften*, 2001, 88: 322 – 329.
- Hüttl, R. F. – Gerwin, W.:** Landscape end ecosystem development after disturbance by mining. *Ecological Engineering*, 2005, Vol. 24, s. 1-3.
- Chobot, K. – Řezáč, M. – Boháč, J.:** Epigeické skupiny bezobratlých a jejich indikační schopnosti. *In Ukazatele změn biodiverzity*. Vačkař, D. 1. vydání. Praha: Academia, 2005. 300 s.
- Jansen, A.:** Terrestrial Invertebrate Community Structure as an Indicator of the Success of a Tropical Rainforest Restoration Project. *Restoration Ecology*, 1997, Vol. 5, No. 2, s. 115 – 124.
- Jonáš, F. – Peroutková, K.:** *Kultivace a rekultivace (učební text předmětu rekultivace)*. Praha: Katedra biotechnických úprav krajiny LF, 1997. 189 s.
- Katedra botaniky PŘF UK:** *Biologické principy ochrany přírody* [online]. 2005 [cit. 17. 2. 2006]. Dostupné z: <http://botany.natur.cuni.cz/cz/studium/bioochrana.rtf>
- Kielhorn, K. H. – Keplin, B. – Hüttl, R. F.:** Ground beetle communities on reclaimed mine spoil: Effects of organic matter application and revegetation. *Plant and Soil*, 1999, Vol. 213, s. 117 – 125.
- Kolektiv autorů:** *Chráněná území ČR Ústecko, svazek I.*, Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 1999.
- Konvička, M. – Beneš, J.:** *Denní motýli*. [online]. Vystaveno 2005 [cit. 2. 2. 2008]. Dostupné z: www.usbe.cas.cz/cervenakniha/texty/tax_skupiny/konvickabenes_motyli.pdf
- Krebs, C. J.:** *Ecological Methodology*. 2nd edition. California: Menlo Park, 2000
- Kubižňák, K. – Dlabalová, P. – Boršiová, J.:** *Plán sanace a rekultivace, MUS, a. s. pro období 2000 – 2005, pasportizace*. Dep. Báňské projekty Teplice, a. s., 1999, Arch. č. ZR-6-03409

- Longcore, T.:** Terrestrial Arthropods as Indicator of Ecological Restoration Success in Coastal Sage Scrub (California, U.S.A.). *Restoration Ecology*, 2003, 11: 397 – 407.
- Lukešová, A.:** Soil algae in brown coal and lignite post-mining areas in central Europe (Czech Republic and Germany). *Restoration Ecology*, 2001, Vol. 9, No. 4, s. 341 – 350
- Majer, J. D. (Ed.):** *Animals in primary succession. The role of fauna in reclaimed land.* Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, 1989.
- Minx, A. - Haniš, J. - Navrátil, P. - Gabzdil, J. - Jurásek, A. - Soukup, F., Liška, J. - Čermák, P. - Mauer, O. - Prášek, J.:** Metodika pro jednotný a optimální způsob zajištění biologických rekultivací složišť VEP ČEZ, a.s., ÚHÚL: Hradec Králové, 2003.
- Míchal, I.:** *Ekologická stabilita*. 1. vydání. Brno: Veronica, 1994. 275 s. ISBN: 80-85368-22-6
- Mrzljak, J. a Wiegleb, G.:** Spider colonization of former brown coal mining areas – time or structure dependent? *Landscape and Urban Planning*, 2000, 51: 131 - 146
- Neuhäuslová, Z. et al.:** *Mapa potenciální přirozené vegetace české republiky*. 1. vydání. Praha: Akademie věd České republiky, 1998. 341 s.
- Neumann, U.:** Die Sukzession der Bodenfauna (Carabidae (Coleoptera), Diplopoda und Isopoda) in den fortlich rekultivierten gebieten des rhenischen braunkohlenreviers. *Pedobiologia*, 1971, Vol. 11, s. 193 - 226
- Nichols, O. G. – Nichols, F. M.:** Long-Term Trends in Faunal Recolonization After Bauxite Mining in the Jarrah Forest of Southwestern Australia. *Restoration Ecology*, 2003, Vol. 11, pp. 261-272
- Odum, E. P.:** *Základy ekologie*. Praha: Academia, 1977.
- Ondráček, V. – Čermák, P. – Řehoř, M.:** Meliorace výsypkových zemin před zalesněním. *Zpravodaj Hnědé uhlí*, 2002, Vol. 4, s. 50 - 55
- Parker, T. V.:** The Scale of Successional Models and Restoration Objectives. *Restoration Ecology*, 1997, Vol. 5, No. 4, s. 301-306
- Parmenter, R. R. – MacMahon, J. A.:** Faunal community development on disturbed lands: an indicator of reclamation success. In: *Evaluating Reclamation Success: The Ecological Consideration – Proceedings of a Symposium*. U.S.D.A. *Forest service*. Northeastern Forest Experiment Station, 1992, Gen Tech Rep. NE-164. pp 73 - 89
- Pecina, P. – Vilímová, J.:** Ploštice. In *Hmyz – chov, morfologie*. Kovařík F. a kol. 1. vydání. Jihlava: Madagaskar, 2000. s. 177 – 186.
- Pechlát, J.:** Ploštice (*Heteroptera*) [online]. Vystaveno 2005 [cit. 1. 3. 2008]. Dostupné z: <http://www.hmyz.net/17ploštice.htm>

- Picaud, F. – Petit, D. P.:** Primary succession of Orthoptera on mine tailings: role of vegetation. *Ann. Soc. entomol. Fr.*, 2007, 43 (1), s. 69-79
- Pik, A. J. – Dangerfield, J. M. – Bramble, R. A. – Angus, C. – Nipperess, D. A.:** The use of Invertebrates to detect small scale habitat heterogeneity and its application to restoration practices. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2002, Vol. 75, s. 179 - 199
- Pimentel, D. – Warneke, A.:** Ecological effects of manure, sewage sludge and other organic wastes on arthropod populations. *Agr. Zool.*, 1989, Rev. 3: 1-30.
- Pokorný V.:** *Atlas brouků*. Litomyšl: Paseka, 2002. 141 str.
- Pokorný, V. – Šifner, F.:** *Atlas hmyzu*. Litomyšl: Paseka, 2004. 163 str.
- Prach, K.:** Succession of Vegetation on Dumps from Strip Coal Mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobot. Phytotax.*, Praha, 1987, 22: s. 339-354.
- Prach, K. - Pyšek, P. – Bastl, M.:** Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres. *Applied Vegetation Science*, 2001, Vol. 4, s. 83-88
- Prach, K. et al.:** The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science*, 2001, Vol. 4, s. 111 – 114.
- Prach, K.:** Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science*, 2003, Vol. 6, s. 125-129.
- Prach, K.:** Příroda pracuje zadarmo. Technické nebo přírodní rekultivace? *Vesmír*, 2006, 272 – 277.
- Purtauf, T. – Dauber, J. – Wolters, V.:** Carabid communities in the spatio-temporal mosaic of a rural landscape. *Landscape, and Urban Planning*, 2004, 67: 185 – 193.
- Rainio, J. – Niemelä, J.:** Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) as bioindicators. *Biodiversity and Conservation*, 2003, Vol. 12, s. 487 – 506.
- Rathke, D. – Bröring, U.:** Colonization of post-mining landscapes by shrews and rodents (Mammalia: Rodentia, Soricomorpha), *Ecological Engineering*, 2005, Vol. 24, s. 149 – 156.
- Ruiz-Jaen, M. C. – Aide, T. M.:** Restoration Success: How Is It Being Measured? *Restoration Ecology*, 2005, Vol. 13, No. 3, s. 569-557.
- Růžička, J.:** Metody studia suchozemský bezobratlých. In *Metody studia ekosystémů*. Bejček, V. – Šťastný, K. a kol. 1 vydání. Praha: Lesnická práce, 2001. 110 s.
- Skalický, V.:** Regionálně fytogeografické členění. In: *Hejný S. & Slovák B. (Eds.): Květena České socialistické republiky 1*, Praha: Academia, 1998. s. 103 – 121.

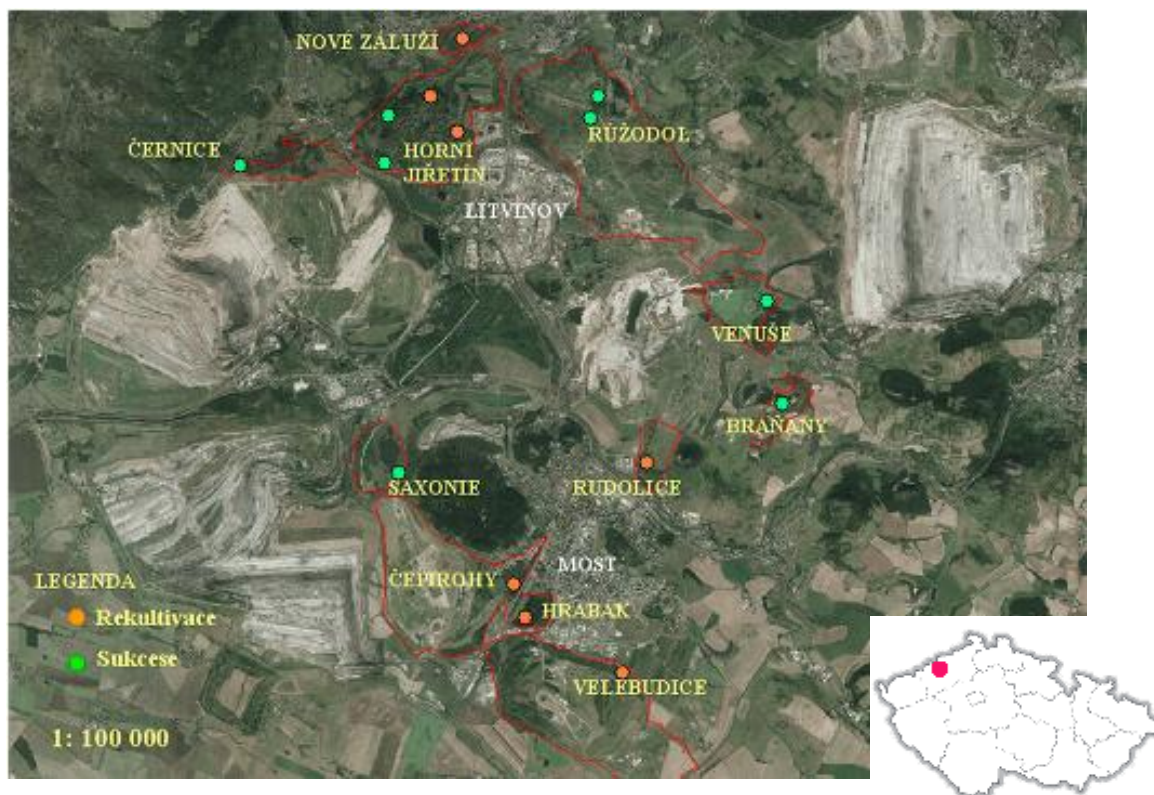
- Sklenička, P. – Příkryl, I. – Svobodová, I. – Lhota, T.:** Non-productive principles of landscape rehabilitation after long-term opencast mining in north-west Bohemia. *The Journal of The South African Institute of Mining and Metallurgy*, 2004, Vol. 104, s. 83 - 88.
- Sládek, J.:** Možnosti pronikání květeny Českého středohoří do nové krajiny výsypek nadložních hornin u Mostu. *Sborník okresního muzea v Mostě. Řada přírodovědná*, 1990, 11-12 1989/1990: 7 – 12.
- Slavíková, J.:** *Ekologie rostlin*. 1 vydání. Praha: SPN, 1986. 366 s.
- Šálek, M. - Růžička, J. – Mandák, B.:** *Ekologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. 121 s. ISBN 80-86386-68-6
- Štýs, S. et al.:** Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Praha: SNTL, 1981. 678 s.
- Štýs, S.:** Zelené proměny černého severu. 1 vydání. Praha: Bílý slon, 1995. 46 s. ISBN 80-901291-8-8.
- Štýs, S.:** *Zelené plíce černého severu*. 1 vydání. Praha: Bílý slon, 1996. 63 s. ISBN 80-902063-1-X.
- Štýs, S.:** Rekultivace Severočeského hnědouhelného revíru v proměnách času. *Zpravodaj Hnědé uhlí*, 2001, Vol. 4, s. 5 – 29.
- Tajovský, K.:** Colonization of Colliery Spoil Heaps by Millipedes (Diplopoda) and Terrestrial Isopods (Oniscidea) in the Sokolov Region, Czech Republic. *Restoration Ecology*, 2001, Vol. 9, No. 4, pp. 365-369.
- Ter Braak, C. J. F. – Šmilauer, P.:** CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for Canonical Community Ordination (Version 4.5). Ithaca, NY: Microcomputer Power, 2002.
- Tolasz, R.:** *Atlas podnebí Česka*. 1. vydání. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2007. 255 s. ISBN 978-80-86690-26-1
- Topp, W. – Simon, M. – Kautz, G. – Dworschak, U. – Nicolini, F. – Prückner, S.:** Soil fauna of a reclaimed lignite open-cast mine of the Rhineland: Improvement of soil quality by surface pattern. *Ecological Engineering*, 2001, 7: 307 – 322.
- Usher, M. B.:** Natural Communities of Plant and Animals in Disused Quarries. *Journal of Environmental Management*, 1979, Vol. 8, pp. 223 – 236
- Vojar, J.:** Sukcese obojživelníků na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Živa*, 2000, Vol. 1, s. 41 – 43.

- Vojar J.:** Colonization of post-mining landscapes by amphibians: A review. *Scientia Agriculturae Bohemica*, 2006, 37: 35 – 40.
- Votýpka, J.:** *Věčné proměny Podkrušnohoří* [online]. Vystaveno Univerzita Karlova v Praze [cit. 9. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.svobodomyslni.cz/sbornik9.php>
- Wiegleb, G. – Felinks, B.:** Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscape of lower Lusatia, Germany. *Applied Vegetation Science*, 2003, 4: 5 – 18.
- Wheater, C. P. – Cullen, W. R.:** The Flora and Invertebrate Fauna of Abandoned Limestone Quarries in Derbyshire, United Kingdom. *Restoration Ecology*, 1997, Vol. 5, No. 1, s. 77 – 84.
- Zelený, V. - Ondráček, Č.:** *Rostliny Tušimicka*. 1 vydání. Praha: Grada Publishing, 2000. 87 s. ISBN 80-247-0001-8
- Zurbrügg, C. – Frank, T.:** Factors influencing bug diversity (Insecta: Heteroptera) in semi-natural habitats. *Biodiversity and Conservation*, 2006, Vol. 15, s. 275 – 294.

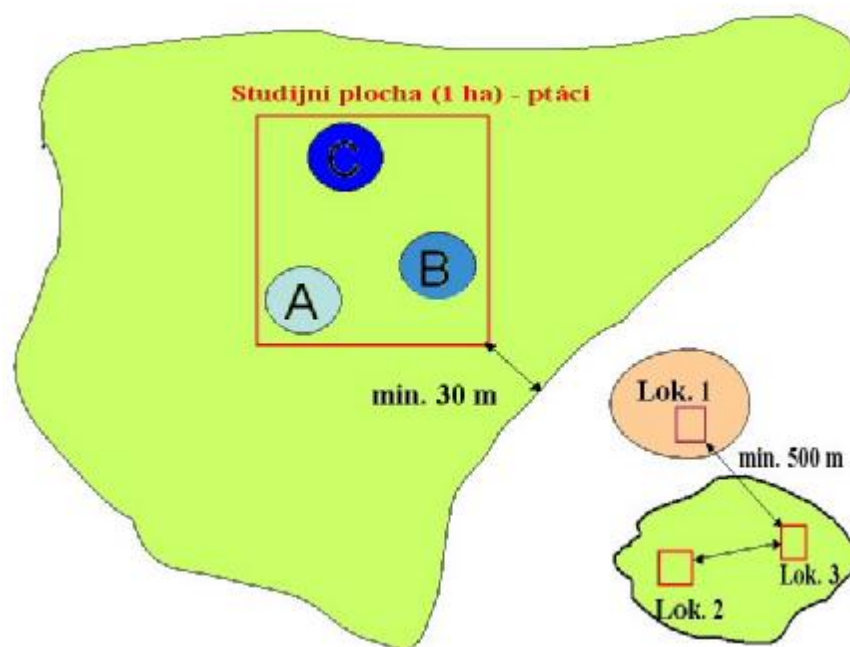
9 PŘÍLOHY

9.1 Obrázková příloha

Obr. 1 Studijní plochy



Obr. 2 Design experimentu



A – mikrobiotop A (polootevřený les), B – mikrobiotop B (uzavřený les bez keřů),
C – mikrobiotop C (hustý porost s keřovým patrem)

Obr. 3 Rekultivace: mikrobiotop A – polootevřený les



Obr. 4 Rekultivace: mikrobiotop B – uzavřený les bez keřů



Obr. 5 Rekvltivace: mikrobiotop C – hustý porost s keřovým patrem



Obr. 6 Sukcese: mikrobiotop A – pootevřený les



Obr. 7 Sukcese: mikrobiotop B – uzavřený les bez keřů



Obr. 8 Sukcese: mikrobiotop C – hustý porost.



9.2 Popisná část

Dělení čeledi *Carabidae* dle šíře ekologické valence a vázanosti k biotopu (Hůrka et al., 1996)

Skupina R

Do skupiny patří druhy s nejužší ekologickou valencí, mající v současnosti namnoze charakter reliktnů. Jedná se vesměs o vzácné a ohrožené druhy přirozených, nepříliš poškozených ekosystémů, jako jsou tyrfobionti, halobionti, psamofilní, lithofilní a kavernikolní druhy, druhy sutí, skalních stepí a stepí, druhy vřesovišť, klimaxových lesů všech typů, pramenišť, bažin a močálů, přirozených břehů vod a druhy niv, dále druhy s arктоalpinním a boreomeontánním rozšířením. Tato skupina zahrnuje v ČR 174 druhů a poddruhů, což je 33,1 % všech taxonů. (Hůrka et al., 1996)

Skupina A

K této skupině patří adaptabilnější druhy, osídlující více nebo méně přirozené, nebo přirozenému stavu blízké habitaty. Vyskytující se i na druhotných, dobře regenerovaných biotopech, zvláště v blízkosti původních ploch. Tato nejpočetnější skupina zahrnuje především typické druhy lesních porostů, i umělých, pobřežní druhy stojatých i tekoucích vod, druhy lučin, pastvin i jiných travních porostů typu paraklimaxů. Patří k ní 259 druhů a poddruhů uváděných z ČR, což činí 49,2 % všech taxonů. (Hůrka et al., 1996)

Skupina E

Tuto skupinu tvoří eurytopní druhy, které nemají často žádné zvláštní nároky na charakter a kvalitu prostředí, druhy nestabilních, měnících se habitatů, stejně jako druhy, které obývají silně antropogenně ovlivněnou, tedy poškozenou krajinu. Zahrnuje i expansivní druhy, šířící se v současné době na těchto nestabilních habitatech a rozšiřující svůj areál, stejně jako expansivní druhy, které v současné době ustupují, i nestálé migranty. Zařadili jsme do ní 93 druhů a poddruhů, což je 17,7 % druhů a poddruhů České republiky. (Hůrka et al., 1996)

9.3 Příloha s tabulkami

Tab. 2 Rozdělení *Carabidae* dle šíře ekologické valence a vázanosti k biotopu (Hürka et al., 1996)

Druh	Skupina	Sukcese	Rekultivace	Sukcese	Rrekultivace
		Jedinci		Past'okusy	
<i>Amara communis</i>	A	3	1	0,200	0,048
<i>Amara makolskii</i>	A	1	0	0,067	0,000
<i>Abax paralelipipedus</i>	A	1	3	0,067	0,143
<i>Carabus convexus</i>	A	4	2	0,267	0,095
<i>Carabus coriaceus</i>	A	2	5	0,133	0,238
<i>Calathus eratus</i>	A	14	1	0,933	0,048
<i>Carabus hortensis</i>	A	1	27	0,067	1,286
<i>Carabus intricatus</i>	A	0	0	0,000	0,000
<i>Carabus nemoralis</i>	A	39	29	2,600	1,381
<i>Licinus depressus</i>	A	1	14	0,067	0,667
<i>Notiophilus biguttatus</i>	A	1	0	0,067	0,000
<i>Notiophilus germinyi</i>	A	2	0	0,133	0,000
<i>Oxypselaphus obscurus</i>	A	2	0	0,133	0,000
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	A	8	4	0,533	0,190
<i>Pterostichus macer</i>	A	4	5	0,267	0,238
<i>Pterostichus niger</i>	A	110	54	7,333	2,571
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	A	3	3	0,200	0,143
		196	148	13,067	7,048
<i>Amara convexior</i>	E	1	3	0,067	0,143
<i>Amara similata</i>	E	0	1	0,000	0,048
<i>Brachinus crepitans</i>	E	41	15	2,733	0,714
<i>Calathus fuscipes</i>	E	22	2	1,467	0,095
<i>Carabus granulatus</i>	E	3	6	0,200	0,286
<i>Harpalus rubripes</i>	E	2	2	0,133	0,095
<i>Leistus ferrugineus</i>	E	1	1	0,067	0,048
<i>Microlestes minutulus</i>	E	0	0	0,000	0,000
<i>Notiophilus palustris</i>	E	0	1	0,000	0,048
<i>Ophonus schaubergerianus</i>	E	0	1	0,000	0,048
<i>Poecilus cupreus</i>	E	2	0	0,133	0,000
<i>Pterostichus melanarius</i>	E	18	22	1,200	1,048
<i>Poecilus versicolor</i>	E	1	0	0,067	0,000
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	E	9	7	0,600	0,333
		100	61	6,667	2,905

Tab. 3 Rozdělení druhů čeledi *Carabidae* dle nároků na stanoviště

Čeďed' <i>Carabidae</i> Druh	Stanoviště	
	Vlhkost	Světél. poměry
<i>Amara convexior</i>	suchá	indiferentní
<i>Amara makolskii</i>	suchá	indiferentní
<i>Brachinus crepitans</i>	suchá	slunná
<i>Carabus convexus</i>	suchá	slunná
<i>Calathus eratus</i>	suchá	slunná
<i>Calathus fuscipes</i>	suchá	slunná
<i>Harpalus rubripes</i>	suchá	slunná
<i>Licinus depressus</i>	suchá	slunná
<i>Leistus ferrugineus</i>	suchá	indiferentní
<i>Microlestes minutulus</i>	suchá	indiferentní
<i>Ophonus schaubergerianus</i>	suchá	slunná
<i>Panagaeus bipustulatus</i>	suchá	slunná
<i>Poecilus cupreus</i>	suchá	slunná
<i>Pseudoophonus rufipes</i>	suchá	slunná
<i>Pterostichus macer</i>	suchá	slunná
<i>Amara communis</i>	polosuchá	slunná
<i>Amara similata</i>	polosuchá	slunná
<i>Carabus coriaceus</i>	polosuchá	stín
<i>Carabus hortensis</i>	polosuchá	stín
<i>Carabus nemoralis</i>	polosuchá	stín
<i>Notiophilus biguttatus</i>	polosuchá	stín
<i>Notiophilus germinyi</i>	polosuchá	stín
<i>Pterostichus melanarius</i>	polosuchá	slunná
<i>Poecilus versicolor</i>	polosuchá	slunná
<i>Abax paralelipipedus</i>	vlhká	stín
<i>Carabus granulatus</i>	vlhká	indiferentní
<i>Notiophilus palustris</i>	vlhká	stín
<i>Oxytelaphus obscurus</i>	vlhká	stín
<i>Pterostichus niger</i>	vlhká	indiferentní
<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>	vlhká	stín

**Tab. 4 Rozdělení řádu *Heteroptera* dle potravních nároků
(Kment ústní sdělení, 27.2.2008)**

Druh	Potrava	Počet jedinců	
		Sukcese	Rekultivace
<i>Adelphocoris lineolatus</i>	fytofág	2	0
<i>Coreus marginatus</i>	fytofág	1	1
<i>Elasmucha grisea</i>	fytofág	3	0
<i>Eurydema oleraceum</i>	fytofág	1	0
<i>Graphosoma lineatum</i>	fytofág	1	0
<i>Himacerus apterus</i>	fytofág	1	0
<i>Himacerus mirmicoides</i>	fytofág	6	0
<i>Kleidocerys resedae</i>	fytofág	304	37
<i>Lygus pratensis</i>	fytofág	1	0
<i>Myrmus miriformis</i>	fytofág	1	0
<i>Nabis brevis</i>	fytofág	7	0
<i>Nabis limbatus</i>	fytofág	11	0
<i>Orius (Heterorius) sp.</i>	fytofág	1	0
<i>Orthops sp.</i>	fytofág	0	1
<i>Peritrechus geniculatus</i>	fytofág	1	0
<i>Phytocoris austriacus</i>	fytofág	4	3
<i>Rhopalus parumpunctatus</i>	fytofág	1	0
<i>Scolopostethus thomsoni</i>	fytofág	1	0
<i>Stenodema calacaratum</i>	fytofág	1	0
<i>Stictopleurus punctatonervosus</i>	fytofág	1	0
<i>Stygnocoris cimbricus</i>	fytofág	2	1
<i>Tingis ampliata</i>	fytofág	1	0
		352	43
<i>Aelia acuminata</i>	predátor	16	2
<i>Carpocoris sp.</i>	predátor	1	0
<i>Dictyla echii</i>	predátor	0	1
<i>Nabis pseudoferus</i>	predátor	46	11
<i>Palomena prasina</i>	predátor	5	0
<i>Pyrrhocoris apterus</i>	predátor	0	2
<i>Rhopalus subrufus</i>	predátor	1	0
<i>Stagnomus bipunctatus</i>	predátor	1	0
<i>Stenodema laevigatum</i>	predátor	104	15
<i>Stenotus binotatus</i>	predátor	2	0
		176	31

Tab. 6 Rozdělení společenstva epigeonu do skupin (zkratky Tab. 7)

Skupiny	Taxony - počty jedinců (R/S)														
Brouci															
<i>(Coleoptera)</i>	CAR	COC	COL_L	CURC	DERM	ELAT	GEOT	HIST	CHRY	LIOD	LUC	SCAR	SILPH	STAPH	Suma
Sukcese	350	3	26	20	1	13	88	6	3	30	0	28	376	465	1409
Rekultivace	315	2	19	7	1	11	0	8	1	13	1	141	138	401	1058
Ostatní hmyz															
<i>(Insecta)</i>	ACRI	APHI	AUCH	BLAT	BRA	COLB	FORF	HET	HYM	LEP	PAN	TETT	Suma		
Sukcese	2	4	20	6	554	260	66	11	2377	12	6	4	3322		
Rekultivace	3	0	3	37	286	95	56	66	1009	1	0	5	1561		
Korýši															
<i>(Crustacea)</i>	ARM	DIPL	CHIL	ONIS	Suma										
Sukcese	435	47	19	561	1062										
Rekultivace	3189	114	0	523	3826										
Klepítkatci															
<i>(Chelicerata)</i>	AR	ACAR	OPIL	TROMB	Suma										
Sukcese	392	5	111	166	674										
Rekultivace	445	3	65	18	531										

Tab. 7 Použité zkratky Epigeon

Zkratka	Latinský název	Český název
ACAR	<i>Acarina</i>	roztoci
ACRI	<i>Acrididae</i>	sarančovití
APHI	<i>Aphididae</i>	mšicovití
AR	<i>Araneae</i>	pavouci
ARM	<i>Armadillidiidae</i>	svinkovití
AUCH	<i>Auchenorrhincha</i>	kříši
BLAT	<i>Blattodea</i>	švábi
BRA	<i>Brachycera</i>	krátkoroží
CAR	<i>Carabidae</i>	střevlíkovití
COC	<i>Coccinellidae</i>	sluněčkovití
COL_L	<i>Coleoptera larvae</i>	larvy brouků
COLB	<i>Collembola</i>	chvostokoci
CURC	<i>Curculionidae</i>	nosatci
DERM	<i>Dermestidae</i>	kožojedovití
DIPL	<i>Diplopoda</i>	mnohonožky
ELAT	<i>Elateridae</i>	kovaříkovití
FORF	<i>Forficulidae</i>	škvorovití
GEOT	<i>Geotrupidae</i>	chrobákovití
HET	<i>Heteroptera</i>	ploštice
HIST	<i>Histeridae</i>	mršníkovití
HYM	<i>Hymenoptera</i>	blanokřídlí
CHIL	<i>Chilopoda</i>	stonožky
CHRY	<i>Chrysomelidae</i>	mandelinkovití
LEP	<i>Lepidoptera</i>	motýli
LIOD	<i>Leiodidae</i>	lanýžovníkovití
LUC	<i>Lucanidae</i>	roháčovití
ONIS	<i>Oniscidea</i>	stínkovití
OPIL	<i>Opiliona</i>	sekáči
PAN	<i>Panorpidae</i>	srpicovití
SCAR	<i>Scarabaeidae</i>	vrubounovití
SILPH	<i>Silphidae</i>	mrchožroutovití
STAPH	<i>Staphylinidae</i>	drabčkovití
TET	<i>Tetrigoniidae</i>	kobyلكovití
TROMB	<i>Trombidiidae</i>	

Tab. 8 Použité zkratky – čeled' Carabidae

Zkratka	Latinský název druhu
A_com	<i>Amara communis</i>
A_conv	<i>Amara convexior</i>
A_macul	<i>Amara makolskii</i>
A_paral	<i>Abax paralelipipedus</i>
A_simil	<i>Amara similata</i>
B_crep	<i>Brachinus crepitans</i>
C_conv	<i>Carabus convexus</i>
C_cor	<i>Carabus coriaceus</i>
C_erat	<i>Calathus eratus</i>
C_fus	<i>Calathus fuscipes</i>
C_gra	<i>Carabus granulatus</i>
C_hort	<i>Carabus hortensis</i>
C_intr	<i>Carabus intricatus</i>
C_nem	<i>Carabus nemoralis</i>
H_rub	<i>Harpalus rubripes</i>
L_dep	<i>Licinus depressus</i>
L_ferr	<i>Leistus ferrugineus</i>
M_min	<i>Microlestes minutulus</i>
N_big	<i>Notiophilus biguttatus</i>
N_germ	<i>Notiophilus germinyi</i>
N_pal	<i>Notiophilus palustris</i>
O_schrau	<i>Ophonus schaubergerianus</i>
Ox_obs	<i>Oxypselaphus obscurus</i>
P_bicus	<i>Panagaeus bipustulatus</i>
P_cup	<i>Poecilus cupreus</i>
P_mac	<i>Pterostichus macer</i>
P_mel	<i>Pterostichus melanarius</i>
P_nig	<i>Pterostichus niger</i>
P_obl	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i>
P_ruf	<i>Pseudoophonus rufipes</i>
P_vers	<i>Poecilus versicolor</i>

Tab. 9 Rozdělení společenstva bezobratlých s vegetace do skupin (zkratky Tab. 10)

Skupiny	Taxony - počty jedinců (rekultivace/sukcese)												
Brouci													
<i>(Coleoptera)</i>	CAR	COCC	CURC	ELAT	CHRY SOM	KATER	PHAL	STAPH	Suma				
Sukcese	7	12	24	5	30	1	3	1	82				
Rekultivace	3	4	5	2	7	1	0	1	22				
Ostatní bezobratlí													
<i>(Invertebrata)</i>	ACRI	APHI	AUCH	DIPL	FORF	HIPP	CHRY SOP	LAR	LEP	NEUR	ODON	TETT	Suma
Sukcese	6	40	56	1	2	15	6	18	18	9	1	0	172
Rekultivace	1	3	22	0	2	1	0	1	2	1	1	0	34
Klepítkatci													
<i>(Chelicerata)</i>	ACAR	AR	OPIL	TROMB	Suma								
Sukcese	7	185	15	7	214								
Rekultivace	1	69	4	0	74								
Dvoukřídli													
<i>(Diptera)</i>	BRA	NEM	Suma										
Sukcese	470	2	472										
Rekultivace	143	1	144										
Blanokřídli													
<i>(Hymenoptera)</i>	HYM												
Sukcese	123												
Rekultivace	75												
Ploštice													
<i>(Heteroptera)</i>	HET												
Sukcese	405												
Rekultivace	99												

Tab. 10 Použité zkratky Bezobratlí s vegetace

Zkratka	Latinský název	Český název
ACAR	<i>Acarina</i>	roztoči
ACRI	<i>Acrididae</i>	sarančovití
APHI	<i>Aphidiinae</i>	mšicomarovití
AR	<i>Araneae</i>	pavouci
AUCH	<i>Auchenorrhyncha</i>	křísi
BRA	<i>Brachycera</i>	krátkorozí
CAR	<i>Carabidae</i>	střevlíkovití
COC	<i>Coccinellidae</i>	sluněčkovití
CURC	<i>Curculionidae</i>	nosatcovití
DIPL	<i>Diplopoda</i>	mnohonožky
ELAT	<i>Elateridae</i>	kovařkovití
FORF	<i>Forficulidae</i>	škvorovití
HET	<i>Heteroptera</i>	ploštice
HIPP	<i>Hippoboscidae</i>	klošovití
HYM	<i>Hymenoptera</i>	blanokřídlí
CHRYSOM	<i>Chrysomelidae</i>	mandelinkovití
CHRYSOPA	<i>Chrysopidae</i>	zlatoočkovití
KATER	<i>Kateretidae</i>	
LAR	<i>Larvae</i>	larvy
LEP	<i>Lepidoptera</i>	motýli
NEM	<i>Nematocera</i>	dlouhorozí
NEUR	<i>Neuroptera</i>	sít'okřídlí
ODON	<i>Odonata</i>	vážky
OPIL	<i>Opilionida</i>	sekáči
STAPH	<i>Staphylinidae</i>	drabčíkovití
TROMB	<i>Trombidiidae</i>	

Tab. 11 Použité zkratky řád *Heteroptera*

Zkratka	Latinský název druhu
Ad_lin	<i>Adelphocoris lineolatus</i>
Ael_ac	<i>Aelia acuminata</i>
Carp	<i>Carpocoris sp.</i>
Cor_mar	<i>Coreus marginatus</i>
Dic_ech	<i>Dictyla echii</i>
Elas_gr	<i>Elasmucha grisea</i>
Eur_ole	<i>Eurydema oleraceum</i>
Graph_lin	<i>Graphosoma lineatum</i>
Him_apt	<i>Himacerus apterus</i>
Him_mirm	<i>Himacerus mirmicoides</i>
Kleid_res	<i>Kleidocerys resedae</i>
Lyg_pra	<i>Lygus pratensis</i>
Myrm_mir	<i>Myrmus miriformis</i>
Nab_bre	<i>Nabis brevis</i>
Nab_lim	<i>Nabis limbatus</i>
Nab_pseud	<i>Nabis pseudoferus</i>
Orius	<i>Orius (Heterorius) sp.</i>
Orthops	<i>Orthops sp.</i>
Pal_pras	<i>Palomena prasina</i>
Perit_gen	<i>Peritrechus geniculatus</i>
Phyt_aus	<i>Phytocoris austriacus</i>
Pyrr_ap	<i>Pyrrhocoris apterus</i>
Rhop_par	<i>Rhopalus parumpunctatus</i>
Rhop_sub	<i>Rhopalus subrufus</i>
Scol_thom	<i>Scolopostethus thomsoni</i>
Stag_bip	<i>Stagnomus bipunctatus</i>
Sten_cal	<i>Stenodema calacaratum</i>
Sten_leav	<i>Stenodema laevigatum</i>
Stenot_bin	<i>Stenotus binotatus</i>
Stict_punc	<i>Stictopleurus punctatonervosus</i>
Styg_cimb	<i>Stygnocoris cimbricus</i>
Ting_amp	<i>Tingis ampliata</i>