

**Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Přírodovědecká fakulta**



Bakalářská práce

Význam struskopopílkových odkališť pro psammofilní bezobratlé

Ilona Černá

Vedoucí práce: RNDr. Robert Tropek

V Českých Budějovicích, 2011

Černá, I.: Význam struskopopílkových odkališť pro psammofilní bezobratlé

[Significance of ash-sludge deposits for psammophilous species of invertebrates. Bachelor thesis, in Czech.] 29 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace:

Tato práce byla vytvořena formou grantové žádosti na projekt, který se prozkoumáním vztahu struskopopílkových odkališť a ohrožených druhů bezobratlých napříč několika taxonomickými skupinami.

Annotation:

This thesis was created as a grant application for project funding. The thesis deals with relationship between ash-slug deposits and endangered psammophilous species of invertebrate fauna.

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

V Českých Budějovicích dne 15.12.2011

Ilona Černá

Shrnutí projektu

V posledních desetiletích je evropská ochrana přírody nucena čelit několika závažným a vzájemně provázaným problémům. Jsou jimi změna využití krajiny a homogenizace krajiny, fragmentace přírodních stanovišť a v jejich důsledku úbytek biodiverzity, který se i přes velkou snahu státní ochrany přírody i různých iniciativ nedaří zastavit. Zvláště významný je úbytek druhů raných sukcesních stádií, jako jsou stepi, písčiny a pravidelně pasené trávníky.

Do popředí zájmu ekologické veřejnosti se v poslední době dostávají člověkem vytvořená stanoviště, jako jsou výsypky po těžbě uhlí a rud, kamenolomy, pískovny nebo třeba silniční násypy. Na mnoha z nich byly nalezeny organismy, které se v běžné krajině již nevyskytují. Na různých typech antropogenních stanovišť byla prokázána druhová diverzita neobvyklá z okolní krajiny.

Mezi nejohroženější patří rostliny a živočichové vázaní na písčiny. Tento biotop padl za oběť zalesňování, vysokému spadu dusíku a nedostatku disturbancí, které jsou jeho přirozenou součástí. V dnešní evropské krajině je nahrazován těžebními písky a zdá se, že podobný charakter stanoviště mají i struskopopílková odkaliště, která však ještě nebyla systematicky studována.

Tento projekt by měl přinést hlubší poznání těchto, zdá se, unikátních biotopů, o kterých existují zatím jen kusé záznamy, dokumentující faunu odkališť. I ty však naznačují její mimořádnou bohatost. Popílek je však kontroverzním materiálem, který kvůli své prašnosti vyžaduje rychlou rekultivaci. Prokázání environmentální hodnoty struskopopílkových odkališť by mohlo změnit pohled na rekultivace těchto stanovišť, směrem k zachování biologické rozmanitosti, jako se tomu už děje u některých dalších typů antropogenních stanovišť.

Poděkování:

Ráda bych poděkovala svému školiteli RNDr. Robertu Tropkovi za neocenitelné rady a trpělivost s vedením práce. Velký dík patří také Mgr. Zdeňku Fricovi, Ph.D., za ochotu a pomoc při psaní práce a také mým přátelům a rodině za podporu po celou dobu studia.

Obsah

1	Současný stav poznání.....	1
1.1	Vývoj středoevropské krajiny.....	1
1.2	Písčiny.....	2
1.3	Antropogenní stanoviště.....	4
1.4	Struskopopílková odkaliště.....	8
2	Pilotní studie.....	12
3	Cíle projektu.....	15
4	Hypotézy.....	15
5	Metody výzkumu.....	15
5.1	Studované lokality.....	15
5.2	Studované skupiny.....	16
5.3	Metody sběru materiálu.....	16
5.4	Zpracování dat a prezentace výsledků.....	17
6	Hlavní řešitelé projektu.....	17
6.1	Spolupracující subjekty.....	17
7	Rozpočet.....	18
8	Časový harmonogram.....	19
9	Závěry projektu.....	20
10	Literatura.....	21

1 Současný stav poznání

1.1 Vývoj středoevropské krajiny

Středoevropská krajina je člověkem a jeho činností ovlivňovaná už několik tisíc let (Bouma a kol. 1998; Ložek 1973). S postupným odstraňováním přirozených disturbančních procesů (např. vybitím velkých herbivorů, potlačováním gradací hmyzích herbivorů a patogenů, omezením požárů a systematickým odstraňováním následků větrných kalamit) se stal člověk hlavním činitelem udržujícím svým hospodařením mozaiku bezlesých stanovišť. Tím zajistil zachování biotopů řady druhů vázaných na bezlesí (Vera 2000).

Posledních 200 let se ale náš způsob využití krajiny značně změnil a to řadě druhů způsobuje nemalé problémy a u mnoha z nich vede až k jejich vymírání (Konvička a kol. 2005; Warren a Büttner 2008). Zásadní změny začaly s průmyslovou revolucí v 19. století a nabraly na intenzitě po 2. světové válce (Bouma a kol. 1998; Konvička a kol. 2005, Hendrickx a kol. 2007). S technickým pokrokem a zefektivňováním zemědělské produkce se začaly opouštět tradiční způsoby hospodaření v krajině, původní struktura krajiny téměř zanikla. Síť polí, luk a pastvin s různou měrou a způsoby hospodaření, spolu s místy momentálně ponechanými ladem, vystřídaly lány monokultur několika málo druhů plodin. Pro stanoviště ponechaná volně žijícím živočichům a rostlinám často nezbylo místo nebo se stala izolovanými (Konvička a kol. 2005).

Klíčovým faktorem pro udržení populací je zachování propojené sítě biotopů (Hanski 1998). Při izolaci populací a nedostatečných populačních hustotách je snížena míra migrace, což vede k imbreedingu, genetické degradaci a k postupnému kolapsu populací (Bhattacharya a kol. 2003; Hanski 1998). Z těchto důvodů způsobují fragmentace stanovišť a homogenizace krajiny vážné ohrožení zvláště druhům méně mobilním a/nebo úzce specializovaným na určité prostředí (Ekroos a kol. 2010). Ani běžné druhy kulturní krajiny nezůstaly ušetřeny. V posledních 100 letech u nás vyhnulo asi 15 % druhů hmyzu, 15-50 % našich druhů hmyzu (v závislosti na skupině hmyzu, ale i na stavu prozkoumanosti této skupiny) je dle červeného seznamu ohrožených živočichů kriticky ohroženo (Čížek a kol. 2009, dle údajů z Farkač a kol. 2005). A nejde jen o vzácné druhy, jen za posledních 10 let se snížila početnost běžných motýlů středoevropské kulturní krajiny o třetinu (Van Swaay a Van Strien 2005).

Rozloha člověkem pozměněné krajiny stále roste, v roce 2008 neslo známky lidského vlivu 75 % krajiny nepokryté ledem (Ellis a Ramankutty 2008). Celosvětově se hovoří o alarmujícím úbytku biologické rozmanitosti. Na vině jsou již zmíněná intenzifikace zemědělství, homogenizace krajiny a změna jejího využití (Carvell 2002), eutrofizace, znečištění, postupná degradace, fragmentace a nakonec zánik stanovišť volně žijících organismů (Primack a kol. 2011). Nenávratně zničeno bylo víc jak 21 % přírodních stanovišť, u některých typů ale toto procento přesahuje 50 % (Hoekstra a kol. 2005, Primack a kol. 2011). Většinu neurbanizované krajiny Evropy pokrývají agrikultury (Hendrickx a kol. 2007). Ohrožení biodiverzity způsobuje také ohrožení klíčových interakcí a ekosystémových služeb jako jsou opylování a dekompozice (Ghazoul 2005; Potts a kol. 2009).

1.2 Písčiny

1.2.1 Historie písčin

Ve středoevropské krajině chybí zejména raně sukcesní stanoviště s nedostatkem živin, jedním z nejvíce postižených evropských stanovišť jsou vnitrozemské písčiny. Tento dříve poměrně běžný biotop dnes již téměř vymizel jak u nás (Konvička a kol. 2005), tak i v celé západní a střední Evropě (Riksen a kol. 2006, Koster 2009, Exeler a kol. 2009). Během posledního glaciálu převažovaly v Evropě podmínky studených a suchých sprašových stepí a vznikaly rozsáhlé eolické depozity v evropském písečném pásu, které se rozkládaly v nížinách severozápadní a střední Evropy k východu až po ruskopolskou hranici (Koster 2009). Z tohoto období pocházejí i písčiny na našem území. Vedle těch eolických se u nás vyskytují i písčiny fluviální, vázané převážně na terasy velkých řek, zejména Labe, Vltavy a Moravy. Dnešní písčiny jsou téměř vždy čtvrtohorního původu, starší písky jsou vzácné, většinou se vyskytují v podloží spraší (Ložek 1973).

Písčin však stále ubývá. Již od 19. století byla většina evropských dun systematicky zalesňována, hlavně borovicí lesní (*Pinus silvestris*) (Riksen a kol. 2006, Koster 2009). Tím se výrazně zmenšila rozloha dun, snížila se erozivní schopnost větru a ještě více se

urychlilo přirozené zarůstání dřívě holých písčin. Míra rozvoje vegetace závisela na geomorfologickém vývoji, velikosti území a lidské aktivitě. (Riksen a kol. 2006) Od šedesátých let sukcesí podporuje ještě zvýšená depozice dusíku. Prakticky úplné opuštění pastvy i téměř jakéhokoliv dalšího využívání neúrodných písčin již jen dokončilo nejen zánik téměř všech dřívě otevřených dun, ale i ztrátu křehké rovnováhy mezi různými ekotopy a tím i ztrátu mnoha dalších druhů na písčiny úzce vázaných (Riksen a kol. 2006). Zbývající stanoviště s odkrytým pískem se zachovala zejména díky disturbancím v podobě těžby dřeva na písčitém podloží, vodní a větrné erozi. Zvyšující se eutrofizace ze vzdušného spadu a zejména absence jakýchkoliv disturbancí však způsobily, že už ani naše nejlepší rezervace zaměřené na ochranu písčitých biotopů neplní svou původní funkci ochrany společenstev vátých písků (Bogusch a Straka 2011).

1.2.2 Ekologie písčin

Společenstva žijící na písčích jsou druhově poměrně chudá, avšak s vysoce specializovanou faunou, která se musela adaptovat na extrémní podmínky písčin. Písek je jemnozrný, mechanicky nestabilní substrát, s tendencí k vysychání (Pollet a Grootaert 1996, Riksen a kol. 2008). Typický je velký rozdíl mezi denními a nočními teplotami a strmé gradienty živin a vlhkosti (Hochkirch et al. 2008; Exeler et al. 2009). pH je v případech vnitrozemských písčin mírně kyselé (Fanta a Prach 2011).

Většina obyvatel vátých písků úzce přizpůsobena na život na holém substrátu s vysokou mírou eroze a disturbancí (Hochkirch a kol. 2008; Exeler a kol. 2009; Konvička a kol. 2005). Na stres z prostředí si vyvinuli četné adaptace, kompetice je nízká. Časté je využívání různých mikrostanovišť v rámci jedné lokality v různých fázích vývoje nebo jen v různě teplých dnech (Bonte a kol. 2000). Většina psammofilních druhů je známa jen z otevřených písčin a na jiných přírodních stanovištích se vůbec nevyskytuje (Hochkirch a kol. 2008; Exeler a kol. 2009). Některým z nich však poskytla útočiště stanoviště vytvořená člověkem (Konvička a kol. 2005).

1.3 Antropogenní stanoviště

Jak už bylo zmíněno v předchozích dvou kapitolách, ve středoevropské krajině chybí oligotrofní stanoviště a raně sukcesní stadia. Náhradou přirozených biotopů se v řadě případů stala antropogenní stanoviště (Beneš a kol. 2003; Krauss a kol. 2009). Tato stanoviště jsou neodmyslitelnou součástí dnešní krajiny jako důsledek lidské činnosti. Často se vyznačují extrémními abiotickými podmínkami, silně heterogenním povrhu a četnými narušenými plochami v raně sukcesních stadiích (Schulz a Wiegleb 2000; Novák a Prach 2003; Riksen a kol. 2008). A právě tyto podmínky se v běžné krajině stávají čím dál vzácnějšími (Thomas a kol. 1994; Hoekstra a kol. 2005).

1.3.1 Jednotlivé typy antropogenních stanovišť

V následujících odstavcích budou shrnuty dosavadní poznatky o vybraných typech antropogenních stanovišť, zejména s důrazem na bezobratlou faunu. Údaje se týkají stanovišť ponechaných spontánní nebo usměrněné sukcesí.

1.3.2 Výsypky

Plošně nejrozsáhlejším antropogenním biotopem na našem území jsou výsypky po těžbě uhlí, v menší míře i jiných nerostných surovin. Už při sypání materiálu výsypek pomocí zakladačů vzniká silně členitý povrch, který je dobrým základem vzniku mozaiky stanovišť. Sukcese běží v závislosti na klimatické oblasti, kde se výsypka nachází a také na mikro- a mezoreliéfu - od zvodněných depresí, kde vznikají tůně a mokřady, po xerothermní trávníky na výslunných částech výsypky (Prach a kol. 2010). V pozdějších stadiích sukcese se na výsypkách vyskytují biotopy připomínající kulturní lesostep nebo při vyšší účasti dřevin směřuje vývoj k lesu (Prach a kol. 2008).

Výsypky jsou významné pro řadu skupin živočichů. Žahadlovým blanokřídlým nahrazují výsypky nejteplejší biotopy, žije zde řada druhů písku a spraší (např. kutík hladký (*Lindeniuss laevis*), kutilka červenonohá (*Ammophila heydeni*), dlouhoretka krátkokřídlá (*Bembix tarsata*)) (Bogusch a Straka 2011). Motýlí fauna je také bohatá, výsypky nahrazují jak xerothermní stepi (např. pro zranitelného soumráčníka skořicového (*Spialia sertorius*) a modráška hnědoskvrnného (*Polyommatus daphnis*)) a lesostepní enklávy, tak i mokřadní

biotopy, hostící např. kriticky ohroženého hnědáka chrastavcového (*Euphydryas aurinia*) (Tropek a kol. 2011). Stejně biotopy jsou využívány vzácnými brouky (např. svižník písčinný (*Cicindela arenaria viennensis*), ohrožený nosatec *Mecaspis alternans*, zranitelní svižník německý, kovařík *Quasimus minutissimus* nebo nosatec *Trachyphloeus alternans* (Řehounek a kol. 2011)) a pavouků (např. ohrožené pavučenka kulonohá (*Erigonoplus globipes*) a pavučenka půvabná (*Mioxena blanda*) (Tropek a Řezáč 2011)). Tůň slouží jako útočiště vodnímu hmyzu (např. kriticky ohrožená šídlatka kroužkovaná (*Sympecma aedisca*) (Chochel 2004)) a obojživelníkům (např. čolek velký (*Triturus cristatus*), č. obecný (*Lissotriton vulgaris*), kuňka obecná (*Bombina bombina*) (Vojar 2006)). Výsypky mohou sloužit i jako biotop suchozemských plžů, zvláště pokud je horní vrstva skrývkového materiálu bohatá na vápenaté uloženiny (Pech a Juříčková 2011).

1.3.3 Kamenolomy

Fauna a flóra lomů závisí na více faktorech. Mezi zásadní patří chemické složení těžené horniny, velikost lomu a doba od ukončení těžby, a klimatická oblast, ve které se kamenolom nachází. Holá dna a etáže lomů zarůstají vegetací velmi pomalu, dlouhou dobu se uplatňují druhy snášející extrémní podmínky, jako jsou např. hledíček nejmenší (*Microrrhinum minus*), písečnice douškolistá (*Arenaria serpyllifolia*) nebo rozchodník bílý (*Sedum album*). Odvaly jsou kolonizovány rychleji, na sušších místech převládnu trávy, na vlhčích mírně ruderální vegetace, nejvlhčí místa poměrně rychle zarůstají dřevinami (Prach a kol. 2008). Hodnotná stanoviště vznikají zvláště v případech, kdy jsou v blízkosti lomu zachovány stepní biotopy (Novák a Konvička 2005). V pozdějších stadiích sukcese převládají lesostepní společenstva, někde se může uplatňovat les, ve vyšších polohách s účastí smrku ztepilého (*Picea abies*), v nižších polohách hrozí invaze akátu. Zvláště na extrémnějších, málo úživných stanovištích se často vyskytují stanoviště s dlouhodobě blokovanou sukcesí (Prach a kol. 2008).

Kamenolomy hostí zejména teplomilná společenstva bezobratlých. Díky malé úživnosti a velké prosychavosti substrátu poskytují náhradní stanoviště pavoukům skalních stepí (např. ohrožená skálovka drobná (*Haplodrassus minor*), zranitelné skákavka dvousečná (*Sitticus penicillatus*) a skálovka dalmatská (*Haplodrassus dalmatensis*), stepník rudý (*Eresus kollari*) (Tropek a Řezáč 2011)), tyto biotopy využívá i řada ohrožených motýlů (např.

kriticky ohrožený okáč metlicový (*Hipparchia semele*), soumračník podobný (*Pyrgus armoricanus*) nebo ohrožený modrásek obecný (*Plebejus idas*) a donedávna i kriticky ohrožený okáč skalní (*Chazara briseis*) (Tropek a kol. 2011) a také rovnokřídlý hmyz (např. kriticky ohrožená saranče německá (*Oedipoda germanica*) (Holuša 2009)). Stěny vápencových lomů jsou biotopem vzácných plžů (např. ohrožené ovsenky skalní (*Chondrina avenacea*) a zranitelné ovsenky žebernaté (*Chondrina clienta*) (Pech a Juříčková 2011). Zatopené lomy slouží vodnímu hmyzu (např. ohrožené vážce hnědoskvrnné (*Orthetrum brunneum*) (Dolný a Pavlík 2005) nebo ohroženému brouku vodomilovi *Laccobius simulatrix* (Trávníček a kol. 2008)).

1.3.4 Pískovny a štěrkopískovny

Rozvoj společenstev pískoven závisí do značné míry na hladině spodní vody. Na suchých i vlhkých stanovištích se zpočátku sukcese uplatňují jednoleté rostliny, doprovázené v menší míře vytrvalými. Na suchých stanovištích nacházíme druhy jako jetel rolní (*Trifolium arvense*), turanka kanadská (*Conyza canadensis*) nebo bělolist nejmenší (*Filago minima*), na vlhkých a litorálních roste psárka plavá (*Alopecurus aequalis*) a sítna cibulkatá (*Juncus bulbosus*). Na suchých stanovištích se také můžeme setkat s vegetací otevřených trávníků nebo s ruderalními druhy. Přibližně po 10 letech převládnou na všech typech stanovišť vytrvalé širokolisté byliny a trávy. Ve srovnání s ostatními antropogenními stanovišti je poměrně rychlý nástup dřevin. Výsledkem sukcese je téměř vždy les, s výjimkou nejteplejších a nejsušších lokalit, kde výsledné stádium připomíná lesostep. Na oligotrofních stanovištích pískoven je možné se díky snížené konkurenci produktivních širokolistých bylin a trav setkat i se vzácnými druhy rostlin (Prach a kol. 2008).

V pískovnách časté mělké i hlubší oligotrofní tůně se staly těžištěm výskytu některých vodních měkkýšů (např. kriticky ohrožený svinutec tenký (*Anisus vorticulus*), ohrožený terčovník kýlnatý (*Planorbis carinatus*)), osidlují je larvy ohrožených druhů vážek (např. kriticky ohrožených vážky běloústé (*Leucorrhinia albifrons*) a šidélka huňatého (*Coenagrion scitulum*) (Hesoun a Dolný 2011)) a vodních brouků (např. kriticky ohrožený vodomil *Hydrophilus aterrimus*) (Boukal 2011)). Jejich břehy osidlují druhy otevřených písčín, jako je např. z běžné krajiny rychle mizící pavouk slíd'ák břehový (*Arctosa cinerea*) (Tropek a Řezáč 2011), mokřadní i xerotermofilní druhy rovnokřídých (např. marše Bolívarova (*Tetrix bolivari*) a marše Ceperova (*Tetrix ceperoi*), obě vzácné a

teplomilné, s těžištěm svého výskytu na antropogenních stanovištích (Kočárek 2011)). Nedocenitelný význam mají pískovny, zvláště ty nezastíněné a s nízkým zapojením vegetace, pro žahadlové blanokřídlé. Vyskytují se zde např. regionálně vymizelá zlatěnka kroužkovaná (*Chrysis cingulicornis*), kriticky ohrožená zlatěnka zelená (*Hedychridium zelleri*), ohrožení rejdlík *Miscophus spurius*, stopčík tlustonohý (*Mimesa crassipes*), hrabalka večerní (*Agenioideus usurarius*), hrabalka stepní (*Tachyagetes filicornis*). Rozsáhlé pískovny mohou, co se týče kvality biotopu, konkurovat nejlepším jihomoravským stepím (Bogusch a Straka 2011). Velký význam mají také jako hnízdiště břehule říční (*Riparia riparia*) v roce 2009 hnízdilo 57 % břehulí ve stěnách pískoven (Heneberg 2009).

Všechna tato stanoviště však čelí legislativní povinnosti být rekultivována (horní zákon č. 44/1988 Sb., vyhl. č. 104/1988 Sb., zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu, zákon č. 289/1995 Sb. o lesích). Rekultivace probíhá na většině stanovišť podobně. Nejprve jsou zahlazeny terénní nerovnosti, zvodnělé sníženiny jsou zavezeny nebo odvodněny a na zarovnaný povrch je navezena vrstva živinami bohaté ornice. Následuje vysázení stromků v hustém sponu nebo vysetí komerční travní směsi. Výsledkem rekultivace je většinou druhově velmi chudá louka nebo stejnověký porost původních či nepůvodních dřevin, často monokulturní. Z původního zpestření krajinného rázu a refugia pro ohrožené druhy se z antropogenního stanoviště stane fádní agrocenóza, hostící pouze několik běžných, biotopově nespécializovaných druhů (Prach a kol. 2010, Tropek a kol. 2010, Řehouňková a kol. 2010).

Jak zde bylo ukázáno, některá člověkem vytvořená stanoviště hrají v dnešní krajině nezastupitelnou roli přírodních enkláv obklopených homogenní zemědělskou krajinou, kde přežívají ohrožené druhy živočichů a rostlin, mizející z okolní krajiny. V předchozích odstavcích jsou uvedeny jen některé skupiny a některá antropogenní stanoviště. Podrobný souhrn poznatků o antropogenních stanovištích u nás jsou k dispozici ve sbornících (viz Tropek a Řehounek (eds.) 2011; Řehounek a kol. 2010). U dalších antropogenních stanovišť jejich potenciál pro ochranu přírody dosud systematicky studován nebyl. Náš projekt se proto zaměří na jedno z nich – na struskopopílková odkaliště.

1.4 Struskopopílková odkaliště

Struskopopílková odkaliště, složiště nebo úložiště popílku (terminologie se liší podle způsobu ukládání popílku, pro zjednodušení bude dále používán termín struskopopílkové odkaliště) jsou skládky popílku a dalších produktů spalování uhlí v tepelných elektrárnách a teplárnách (Fečko a kol. 2003). Odkaliště jsou většinou situována do bezprostředního okolí elektráren a tepláren, tzn. většinou do blízkosti vodních toků a zástavby, často na okrajích větších měst (Rauch a kol. 2010). V České republice máme 26 velkých tepelných elektráren (s instalovaným výkonem vyšším než 100 MW) (web 1), tepláren jsou na našem území desítky (web 2). U téměř každého z těchto objektů se nachází odkaliště, častěji několik.

1.4.1 Popílek

Popílek je nejjemnější (0,1 μm – 1 mm) frakcí vznikající při spalovacích procesech v tepelných elektrárnách a teplárnách. Při spalování odchází spolu s plynnými složkami a je zachycován v mechanických odlučovačích. Složení popílku je proměnlivé podle množství a druhu minerálů obsažených v uhlí a ostatních spalovaných materiálech a podle stupně jejich přeměny (Fečko a kol. 2003). Popílek často obsahuje těžké kovy a jiné toxické látky, pH může být kyselé i bazické. Z hlediska chemického složení se v případě kyselého pH většinou jedná o popílek bez větších hygienických a environmentálních rizik, alkalické popílků určité riziko představovat mohou (Dik 2011). Prašnost je však rizikovým faktorem u všech typů popílků (Smith a kol. 2006).

Popílek má široké použití ve stavebnictví, v některých zemích je popílek využíván i v zemědělství k zvýšení úživnosti půd (Fečko a kol. 2003). Jeho kvalita, obsah toxických prvků a to, v jakých jsou vázány sloučeninách a zda jsou v chemicky stabilních formách, závisí na složení spalovaného materiálu a typu spalovacího procesu (Asokan a kol. 2005). V roce 1999 se v ČR vyprodukovalo 10 milionů tun popílku, stejné množství ve Velké Británii, v USA 89 mil.tun. Asi 10 % z tohoto množství se každoročně využije ve stavebnictví nebo při rekultivacích jiných antropogenních stanovišť, zbytek se skládkuje. U některých typů popílku se uvažuje o jejich využití k získávání kovů (Fečko a kol. 2003).

1.4.2 Ukládání popílku

Popílek je ukládán buď hydraulickým plavením tzv. hydrosměsi do odkalovacích nádrží, nebo je skládkován za sucha. Skládá se buď čistý popílek nebo tzv. stabilizát – směs popílku, vody a energosádrovce (vedlejší produkt odsíření) (Fečko a kol. 2003). Vysoká prašnost se jeví jako problém zejména kvůli mechanickému poškození vnitřních orgánů nejjemnější frakcí popílku, která ale často uniká už z odlučovačů (Smith a kol. 2006, Fečko a kol. 2003). Rizika kontaminace spodní vody nejsou významné, neboť všechna voda, odtékající z odkalovacích nádrží je jímána a přečišťována (Putilov and Putilova 2010). Problematická může být bioakumulace těžkých kovů, která může potenciálně ohrozit zdraví vyšších predátorů (Coeurdassier a kol. 2010). Obojživelníkům nezpůsobuje popílek, pokud se na odkališti vyskytují jen po určitou část sezóny, žádná větší zdravotní rizika, neboť jsou schopni těžké kovy z těla vyloučit (Ward a kol. 2009).

1.4.3 Rekultivační přístupy na odkalištích

Zákon ukládá provozovateli po ukončení ukládání popílku odkaliště rekultivovat. Už v průběhu provozu odkaliště bývá na popílek pokládána síťovina nebo geotextilie ke snížení prašnosti. K zabránění erozi a stabilizaci popílku je vhodné ustavení vegetačního krytu. V současné době se nabízí tři možné přístupy k rekultivaci. Technická rekultivace, která spočívá zejména v překrytí popílku orníci a v následném osetí travní směsí nebo osazení stromy (Rauch a kol. 2010). Rozvoj vegetace bývá podpořen aplikací průmyslových hnojiv, kejdy nebo eutrofizovaných vod. Druhou možností je tzv. biotechnologický přístup – moderní trend vedoucí k ukládání odpadů a jejich rychlé stabilizaci pomocí biotechnologií. Popílek je obohacen odpadními produkty obsahujícími vysoké koncentrace uhlíku, dusíku a fosforu (papírenských kalů, stabilizovaných kalů z čistíren odpadních vod), které zlepšují fyzikální vlastnosti popílku - jeho pórovitost a schopnost zadržovat vodu - tak i mikrobiální aktivitu na tomto substrátu. Studuje se také možnost dosazení rostlin ošetřených bakteriemi nebo mykorrhizami poskytujícími rostlině lepší ochranu v nepříznivých podmínkách odkališť. Tato možnost není ale prakticky využívána. O dopadu ani jednoho z těchto způsobů rekultivace na společenstva odkališť a jejich ochranný význam se dosud neví prakticky nic (Rauch a kol. 2010). Třetí možností je spontánní nebo usměrněná sukcese.

1.4.4 Sukcese na odkalištích

Odkaliště jsou od počátku svého sukcesního vývoje značně extrémními stanovišti. Největšími problémy pro ustavení vegetačního krytu jsou nedostatek živin, obsah toxických prvků, extrémní pH, salinita a fyzikální vlastnosti (zadržování vody, pórovitost). Kvůli těmto vlastnostem substrátu běží sukcese zpočátku pomalu. Jejím průběhem se zabývali Kovář a Vaňková (2004), kteří přinesli zatím nejkompexnější výzkum 18 odkališť z různých oblastí České republiky. Na počátku sukcese se zde uplatňují zejména klonální expanzivní druhy, snášející extrémní podmínky – jako např. třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*), rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*) a některé druhy invazní např. ostropes trubil (*Onopordum acanthium*), šrucha zelná (*Portulaca oleracea*) (Vojtíšek 2010). Rozvoj vegetace je významně podpořen po uchycení prvních pionýrských dřevin a vytvoření vrstvy opadu (Rauch a kol. 2009).

1.4.5 Fauna odkališť

Fauna odkališť ještě systematicky studována nebyla, různé nálezy (viz níže) však naznačují, že odkaliště mohou hostit ohroženou faunu bezobratlých, což pro žahadlové blanokřídle potvrzují i data z naší pilotní studie (viz další kapitola). Jejich možný význam naznačuje také nápadná podobnost některých environmentálních vlastností s písčinami a zároveň i s některými dalšími již zmiňovanými antropogenními stanovišti, jako jsou pórovitost a nestabilita substrátu, tendence k vysychání a nedostatek živin. Tmavá barva popílku způsobuje vysoké teploty povrchu za slunečných dnů a tím i velké rozdíly denních a nočních teplot (Vaňková a Kovář 2004).

Z významných nálezů na odkalištích je třeba zmínit zjištění 40 % našich druhů zlatěnek (Hymenoptera: Chrysidoidea) na odkališti v Nových Hodějovicích u Českých Budějovic. Významné jsou nálezy regionálně vyhynulých *Chrysis graelsii sybarita* a *Chrysis iris*, kriticky ohrožené *Chrysis chryso stigma* a dalších 7 druhů zařazených mezi ohrožené a 6 druhů zranitelných. Zlatěnky, coby specializovaní parazité, slouží jako významná bioindikační skupina, neboť při změně podmínek prostředí mizí z lokality výrazně dřív než jejich hostitelé (Halada 2010). Tyto biotopy jsou významné i pro řadu dalších druhů v zemi nebo v písku hnízdicích žahadlových blanokřídlych (např. kriticky

ohrožená hrabalka *Anoplius alpinobalticus*, kriticky ohrožený stopčík pobřežní (*Mimumesa littoralis*), ohrožené čalounice jetelová (*Megachile leachella*) a nomáda lysá (*Nomada roberjeotiana*) (Bogusch a Straka 2011)). Při pilotní studii byly na odkalištích v Opatovicích a Chvaleticích mimo jiné nalezeny 4 druhy považované za regionálně vyhynulé – hrabalky *Arachnospila westerlundi*, *Evagetes littoralis*, včely *Halictus smaragdulus* a *Nomada stigma* a kutilka *Nysson hrubanti* (nepublikovaná data). Odkaliště jsou také, spolu s některými dalšími antropogenními stanovišti, těžištěm výskytu svižníka písčinného (*Cicindela arenaria viennensis*), který u nás prakticky vyhynul a žije už téměř výhradně na odkalištích (Kletečka a kol. 2006). Na Kadaňsku a Pardubicku byl na odkalištích zjištěn kriticky ohrožený okáč metlicový (*Hipparchia semele*) (Čížek a kol. 2010, Tropek a kol. 2011). Také některé druhy vzácných pavouků (kriticky ohrožená pavučinka písečná (*Mecynargus foveatus*), ohrožený slíďák vřesovištní (*Alopecosa fabrilis*), téměř ohrožená snovačka běloskvrnná (*Steatoda albomaculata*), téměř ohrožená pavučinka výčnelková (*Metobactrus prominulus*), zranitelný slíďák písečný (*Arctosa perita*), zranitelná mikarie duhová (*Micaria dives*)) byly nalezeny na odkalištích (Dolanský 1999, Tropek a Řezáč 2011). Odkalovací nádrže slouží často jako náhrada oligotrofních jezírek pro obojživelníky a vodní bezobratlé, zimoviště nebo zastávka při tahu běžných i vzácnějších druhů vodních ptáků.

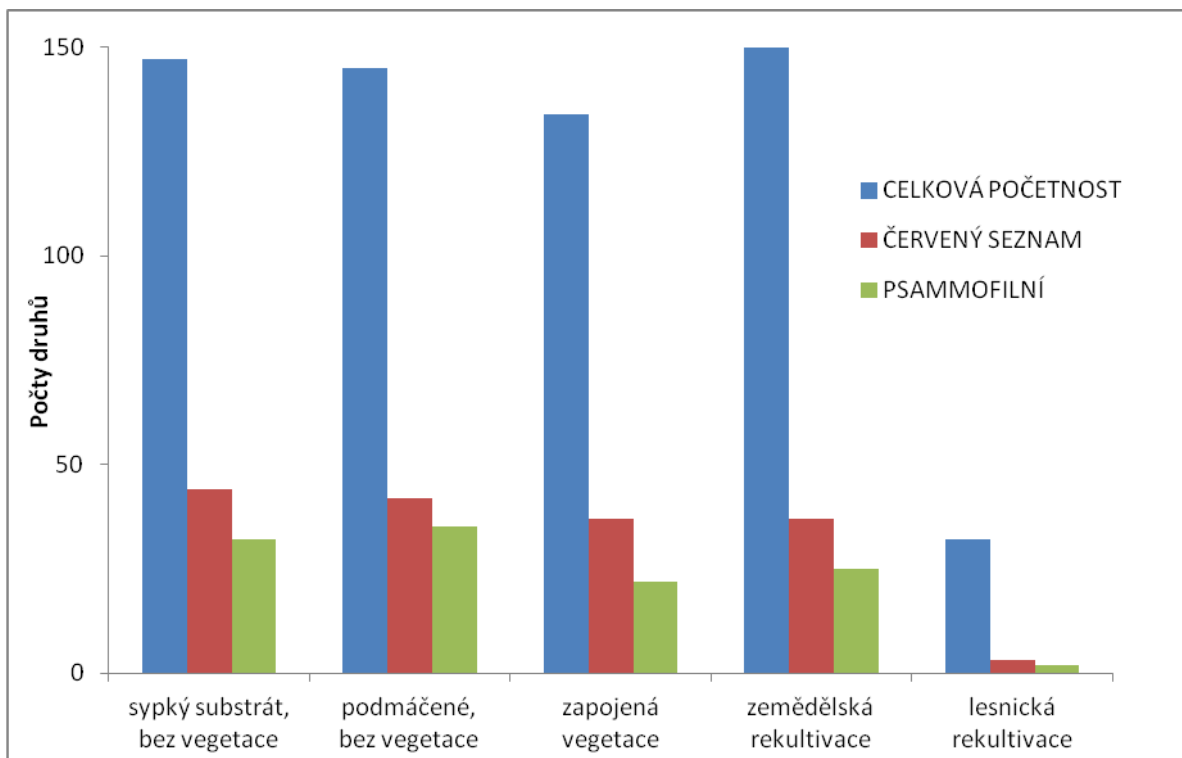
Komplexní pohled na faunu odkališť z pohledu více skupin bezobratlých by měl odhalit náš projekt.

2 Pilotní studie

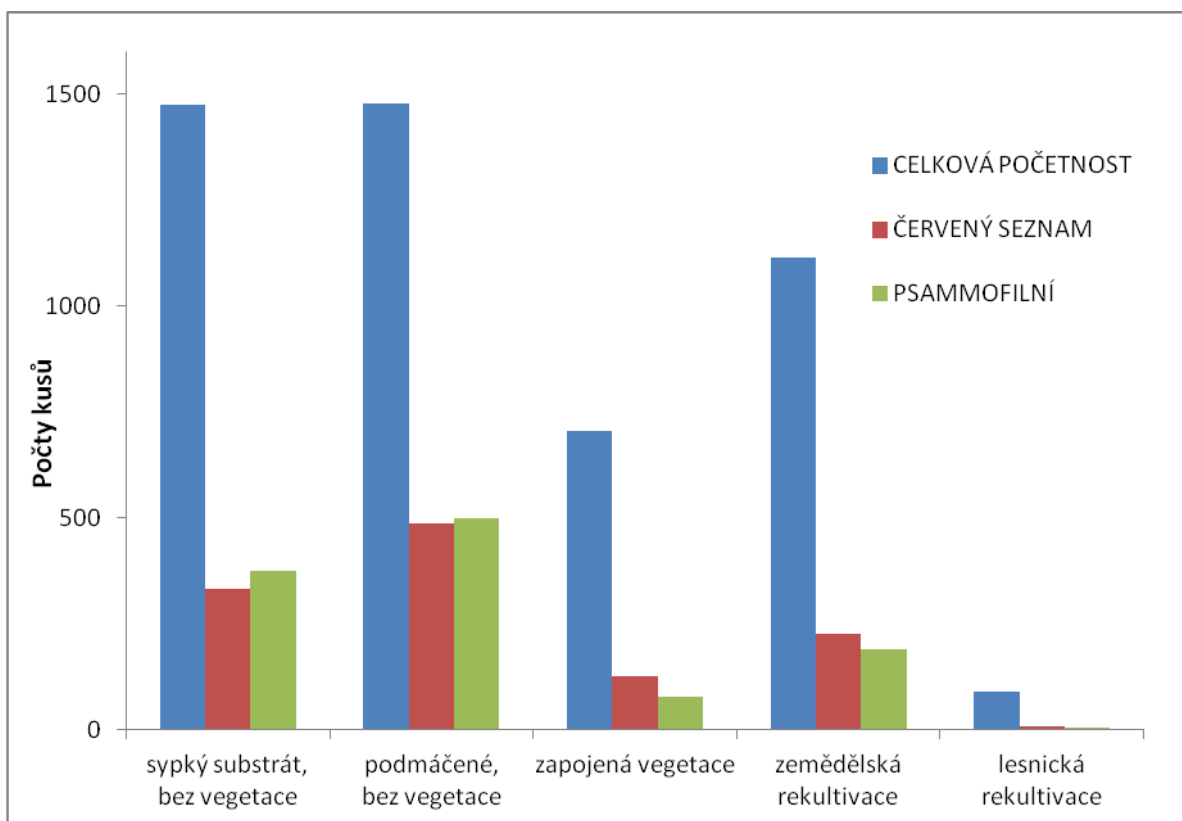
Pro zjištění hodnoty složišť popílku pro žahadlové blanokřídle (Hymenoptera: Aculeata) byla v roce 2009 provedena pilotní studie na složištích popílku Opatovice a Chvaletice. Blanokřídli byli sbíráni čtyřikrát za sezónu tak, aby byla co nejlépe pokryta fenologie celé skupiny a tak bylo zachyceno co nejširší spektrum druhů. Všechn materiál byl standardizovaně sbírán pomocí žlutých misek naplněných vodou s kapkou detergentu, exponovaných vždy dva po sobě následující slunečné dny (1.-3.5., 13.-15.6., 1.-3.7., 30.7.-1.8.). Misky byly pokládány na každém složišti popílku na pět typů stanovišť, plochy s velmi nízkým vegetačním pokryvem (<10%) a sypkým substrátem, plochy s velmi nízkým vegetačním pokryvem (<10%) a podmáčeným zpevněným substrátem, plochy se zapojenou vegetací (>80%) a suchým substrátem, plochy rekultivované zemědělsky (zavezením ornici a vysetím travní směsi) a plochy rekultivované lesnický (zavezením ornici a vysázením stromů). Každé stanoviště bylo na každém ze studovaných složišť zastoupeno třikrát. Na každém jednotlivém stanovišti bylo položeno 9 misek (tzn. 135 misek na odkaliště) ve čtvercích 3x3 m v metrových rozestupech.

Jedná se o první podrobnou studii bezobratlých na tomto typu stanovišť. Celkem bylo zaznamenáno 4865 jedinců náležících k 267 druhům žahadlových blanokřídlych, z toho 73 druhů je zahrnuto v Červeném seznamu ohrožených druhů pro Českou republiku (Straka 2005 a,b,c): 4 považované za regionálně vyhynulé, 15 kriticky ohrožených, 22 ohrožených, 32 zranitelných. Dále bylo zaznamenáno 45 druhů úzce vázaných na zachovalé písčiny, zejména váté písky. Počet druhů v Červeném seznamu odpovídá 26,3 % z celkového počtu, mezi pískomilné spadá skoro 17 % druhů. Z výsledků je patrná jedinečnost složišť popílku jako biotopu pro žahadlové blanokřídle. Vysoký podíl druhů vázaných na váté písky naznačuje, že jsou složiště pro blanokřídle náhradním stanovištěm za tento mizející biotop.

Protože jde o pilotní studii, nebyla zatím data podrobněji analyzována, po získání komplexnějších dat bude analyzován nejen ochránářský potenciál složišť popílku pro různé skupiny bezobratlých, ale i význam různých typů stanovišť, což bude interpretovatelné pro rekultivační praxi (to bude společně s dalšími analýzami součástí diplomové práce autorky).



Obr.1: Celkové počty druhů žahadlových blanokřídlých na jednotlivých typech biotopů strusko-popílkových odkališť Chvaletice a Opatovice. Detailnější popis biotopů viz výše.



Obr.2: Celkové počty kusů žahadlových blanokřídlých na složitých popílku Chvaletice a Opatovice na jednotlivých typech biotopů. Detailnější popis biotopů viz výše.

Výsledky pro žahadlové blanokřídlé odpovídají podobné studii zaměřené na antropogenní stanoviště, provedené na lomech v Českém krasu (Tropek a kol. 2010b).

3 Cíle projektu

- Provést první systematický a podrobný průzkum struskopopílkových odkališť z hlediska několika skupin bezobratlých živočichů.
- Zhodnotit potenciál struskopopílkových odkališť pro ohrožené druhy (zejména) pískomilných živočichů.
- Navrhnout vhodné způsoby ochrany těch biotopů, které budou shledány jako cenné.

4 Hypotézy

- Struskopopílkových odkaliště slouží jako refugia ohrožených pískomilných druhů živočichů.
- Rekultivované plochy nejsou vhodným biotopem pro ohrožené pískomilné druhy.

5 Metody výzkumu

5.1 Studované lokality

Pro zjištění ochranné hodnoty strusko-popílkových odkališť jsme vybrali čtyři lokality. Dvě ležící v teplé oblasti Polabí s historickým výskytem relativně četných písčín (elektrárny Opatovice nad Labem a Chvaletice), dvě v západních Čechách, v podhůří Krušných hor v oblasti relativně chladné, historicky i recentně bez rozsáhlejších písčín (elektrárny Tušimice a Prunéřov).

V Opatovicích už probíhal výzkum v 90. letech, zaměřený však byl zejména na vyšší rostliny (Vaňková a Kovář 2004), houby (Holec 2004) a mechy a lišejníky (Palice a Soldán 2004). Z Opatovic a Chvaletic pochází i naše data z pilotní studie. Další dvě lokality zatím systematicky studovány nebyly a jsou z nich jen kusé údaje z náhodných sběrů.

5.2 Studované skupiny

Projekt bude zaměřen na studium biodiverzity na čtyř ekologicky rozdílných skupin bezobratlých živočichů – žahadlové blanokřídle (Hymenoptera: Aculeata), pestřenky (Diptera: Syrphidae), noční motýly (Lepidoptera) a pavouky (Araneae). Jedná se o dobře prozkoumané skupiny, s dostatečnými znalostmi o jejich rozšíření a stupni ohrožení, běžně používané k hodnocení stavu prostředí. Značná rozdílnost ekologie a životních strategií studovaných skupin zajistí komplexní pohled na význam struskopopílkových odkališť pro bezobratlé živočichy.

5.3 Metody sběru materiálu

Na každé lokalitě se zaměříme na pět typů stanovišť charakterizujících stanovištní diverzitu odkališť i běžně aplikované způsoby jejich rekultivace - plochy s velmi nízkým vegetačním krytem (<10 %) a sypkým substrátem, plochy s velmi nízkým vegetačním krytem (<10 %) a podmáčeným zpevněným substrátem, plochy se zapojenou vegetací (>80 %) a suchým substrátem, plochy rekultivované zemědělsky (zavezením ornice a vysetím travní směsi) a plochy rekultivované lesnický (zavezením ornice a vysázením stromů). Materiál bude v rámci každého ze studovaných odkališť sbírán na třech náhodně vybraných plochách, v rámci možností rovnoměrně rozmístěných na celé ploše odkaliště. Všechna studovaná odkaliště jsme již navštívili a studijní plochy byly předběžně vybrány (v Opatovicích a Chvaleticích jsme provedli i pilotní studii).

Na každé studované ploše bude vytyčen čtverec 3x3 m, v němž bude materiál sbírán několika různými standardizovanými metodami: pomocí žlutých misek (9 misek na plochu), zemních pastí (3 pasti na plochu) a přenosných světelných lapačů (1 lapač na plochu). Žluté misky i zemní pasti budou exponovány vždy týden, pětkrát za sezónu (květen – září) pro pokrytí sezónních změn ve společenstvech studovaných skupin (žahadloví blanokřídle, pestřenky, pavouci). Světelné lapače budou exponovány vždy na jednu noc v měsíčních intervalech od dubna do září (noční motýli). Vedle typu biotopu budou zaznamenávány i další parametry prostředí, které mohou mít potenciálně vliv na studované skupiny (např. množství a počet druhů kvetoucích rostlin v bezprostředním

okolí, počasí v průběhu vystavení pastí, vzdálenost od vodní plochy, vzdálenost od okraje odkaliště).

Všechny sběry budou uloženy v lihu a v laboratoři z nich budou vybráni všichni jedinci cílových skupin živočichů a determinováni do druhů.

5.4 Zpracování dat a prezentace výsledků

Analýzy dat se zaměří zejména na biodiverzitu studovaných skupin a distribuci jednotlivých druhů v rámci odkališť s důrazem na ohrožené (*sensu* Farkač a kol. 2005), psamofilní a xerothermofilní druhy. U každé studované skupiny bude hodnocena ochranná hodnota odkališť, jednotlivých typů stanovišť a různých běžně užívaných způsobů rekultivace.

Výsledky budou prezentovány v odborných a popularizačních časopisech a na mezinárodní konferenci. V případě prokázání biologické hodnoty složišť popílku budou navržena vhodná managementová opatření k zlepšení rekultivační praxe v ČR.

6 Hlavní řešitelé projektu

Ilona Černá

RNDr. Robert Tropek

6.1 Spolupracující subjekty

ČEZ, a. s., Elektrárny Tušimice

ČEZ, a. s., Elektrárny Prunéřov

ČEZ, a. s., Elektrárna Chvaletice

Elektrárny Opatovice, a.s.

Michal Zapletal – determinace nočních motýlů

Mgr. Jakub Straka, Ph.D. – determinace blanokřídlých

Filip Tichánek – determinace pestřenek, sběr materiálu

7 Rozpočet

Věcné prostředky

Provozní náklady:

Materiál na výrobu pastí (kelímky, misky, barva.).....	4 000
Materiál na zpracování, konzervaci a uložení sběrů (smrtící a konzervační chemikálie, nádoby k uložení jednotlivých sběrů, entomologické krabice).....	25 000
Přenosné lapače.....	50 000
Kancelářské potřeby a další drobný materiál.....	1 000
Odborná literatura.....	8 000

Služby :

Determinace bezobratlých.....	40 000
Ostatní služby (poštovné, tisk, kopírování, MVS).....	3 000

Cestovní náklady:

Cestovné.....	65 000
Účast na mezinárodní konferenci.....	25 000

Věcné prostředky celkem225 000 Kč

Mzdové náklady

Mzda řešitelů:

Úvazek 50%, pro hlavního řešitele	129 000
Úvazek 25%, pro spoluřešitele.....	65 000

Sociální a zdravotní pojištění.....68 000

Ostatní osobní náklady

Pomoc se sběrem materiálu a jeho rozřizení, výroba pastí.....45 000

Mzdové náklady celkem.....307 000 Kč

Celkové náklady na projekt.....528 000 Kč

8 Časový harmonogram

	Únor - březen 2012	Duben 2012	Květen - září 2012	Říjen - leden 2013	Únor - březen 2013	Duben - červenec 2013
Vyřízení povolení						
Světelné lapače						
Zemní pasti, misky						
Rozřizení materiálu, determinace						
Zpracování dat						
Publikace a prezentace výsledků						

9 Závěry projektu

Význam struskopopílkových odkališť byl zatím prokázán pro teplomilnou skupinu žahadlových blanokřídlých na odkalištích ve východních Čechách – oblasti relativně teplé, s historickým i současným výskytem písčin. Tento projekt si klade za cíl odpovědět na otázky zda jsou odkaliště významným biotopem i jiných skupin bezobratlých, a zda je výskyt vzácných druhů bezobratlých na těchto stanovištích vázán jen na nejteplejší oblasti nebo je na nich nezávislý. Použití čtyř dobře prozkoumaných skupin bezobratlých umožní generalizaci výsledků pro bezobratlou faunu.

10 Literatura

Asokan P., Saxena M., Asolekar S.R. (2005): *Coal combustion residues - environmental implications and recycling potentials.* Resources conservation and recycling 43: 239-262.

Beneš J., Kepka P. & Konvička M. (2003): *Limestone Quarries as Refuges for European Xerophilous Butterflies.* Conservation Biology 17: 1058–1069.

Bhattacharya M., Primack R. B., Gerwein J. (2003): *Are roads and railroads barriers to bumblebee movement in a temperate suburban conservation area?* Biological conservation 109: 37-45.

Bogusch P., Straka J. (2011): *Žahadloví blanokřídli.* In: Tropek R, Řehounek J (eds.): *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management.* Calla. České Budějovice. 156 s.

Bonte D., Maelfait J.P., Hoffmann M. (2000): *Seasonal and diurnal migration patterns of the spider (Araneae) fauna of coastal grey dunes.* Ekologia-Bratislava 19: 5-16.

Bouma J., Varallyay G., Batjes N.H. (1998): *Principal land use changes anticipated in Europe.* Agriculture, Ecosystems and Environment 67: 103-119.

Carvell C. (2002): *Habitat use and conservation of bumblebees (Bombus spp.) under different grassland management regimes.* Biological Conservation 103: 33–49.

Coeurdassier M., Scheifler R. Mench M., Crini N., Vangronsveld J., de Vaufleury A. (2010): *Arsenic transfer and impacts on snails exposed to stabilized and untreated As-contaminated soils.* Environmental Pollution 158: 2078-2083.

Čížek L., Konvička M., Beneš J., Fric Z. (2009): *Zpráva o stavu Země: Odhmyzeno.* Vesmír 88: 386-389.

Čížek O., Tropek R., Kadlec T., Šamata J. (2010): *Zhodnocení stavu populace kriticky ohroženého okáče metlicového (Hipparchia semele) na odkališti Elektrárny Tušimice.* Msc. depon KÚ Ústeckého kraje, Ústí nad Labem, 4 s.

Dik E.P., Soboleva A.N., Smirnova O.A. (2011) : *Environmental Hazard Classes of Ashes and Slags from Thermal Power Stations.* Thermal Engineering 58: 506–512.

Dolanský J., Kasal P., Antuš M., Růžička V. & Holec M. (1999): *Příspěvek k poznání arachnofauny východního Polabí.* Práce a studie 6: 107–116.

Dolný A. a Pavlík P. (2005): *Fauna vážek (Insecta: Odonata) vápencového lomu Kotouč ve Štramberku (Podbeskydský bioregion, Česká republika).* Časopis Slezského Muzea Opava 54: 15–24. In: Hesoun a Dolný (2011): *Vážky.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.) *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management,* s. 53-64.

Ekroos J, Heliola J, Kuussaari M (2010) *Homogenization of lepidopteran communities in intensively cultivated agricultural landscapes.* Journal of Applied Ecology 4:459–467.

Ellis E.C., Ramankutty N. (2008): *Putting people on the map: anthropogenic biomes of the world.* Frontiers in Ecology and the Environment 6:439–447.

Exeler N., Kratochwil A., Hochkirch A. (2009): *Restoration of riverine inland sand dune complexes: implications for the conservation of wild bees.* Journal of Applied Ecology 46:1097-1105.

Farkač J., Král D., Škorpík M. (eds.) (2005): *Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. List of threatened species in the Czech Republic. Invertebrates.* Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 760 s.

Fečko P., Kušnierová M., Lyčková B., Čablík V., Farkašová A. (2003): *Popílky*. VŠ Báňská, Technická univerzita Ostrava, 187 s.

Ghazoul J. (2005): *Buzziness as usual? Questioning the global pollination crisis*. Trends Ecological Evolution 20:367–373.

Halada M. (2010): *Teplárenské odkaliště Hodějovice. Inventarizační průzkum zlatěnkovitých (Hymenoptera: Chrysididae)*. Calla, České Budějovice, nepublikovaný manuskript, 7 s.

Hanski I. (1998): *Metapopulation dynamics*. Nature. 396: 41–49.

Hendrickx F., Maelfait J.-P., Van Wingerden W., Schweiger O., Speelmans M., Aviron S., Augenstein I., Billeter R., Bailey D., Bukacek R., Burel F., Diekötter T., Dirksen J., Herzog F., Liira J., Roubalova M., Vandomme V., Bugter R. (2007): *How landscape structure, land-use intensity and habitat diversity affect components of total arthropod diversity in agricultural landscapes*. Journal of Applied Ecology 44: 340 – 351

Heneberg P. (2009): *Analýza hnízdní populace břehule říční v Jihočeském kraji v r. 2009*. Ms. Calla. České Budějovice.

Hesoun P., Dolný A. (2011): *Vážky*. In: Tropek R., Řehounek J. (eds.): *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*. 53-64.

Hochkirch A, Gartner AC, Brandt T (2008) *Effects of forest-dune ecotone management on the endangered heath grasshopper, Chorthippus vagans (Orthoptera: Acrididae)*. Bulletin Entomological Results 98: 449-456.

Hoekstra J. M., Boucher T. M., Ricketts T., Roberts C. (2005): *Confronting a biome crisis: global disparities of habitat loss and protection*. Ecological Letters 8: 23-29

Holec J. (2004): Diversity and ecology of macrofungi on the abandoned sedimentation basins near Chvaletice and Opatovice. In: Kovář P. (ed.) (2004): *Natural recovery of human-made deposits in landscape: biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems*. Academia. Praha.

Holuša J., Marhoul P., Štěpánová L. & Kočárek P. (2009): *The occurrence of the Red-winged Grasshopper Oedipoda germanica in the Czech Republic (Orthoptera:Acridiidae)*. Acta Musei Moraviae, Scientiae biologicae 94: 15–21

Chochel M. (2004): *Zajímavé entomologické poznatky se zaměřením na vážky z průzkumů výsypky u Jirkova na Chomutovsku*. In: Hanel L. (ed.): *Vážky 2004*. Sborník referátů VII. celostátního semináře odonatologů v Krušných horách. ZO ČSOP Vlašim, s. 83–90.

Kletečka Z., Blížek J., Grycz F. (2006): *První nálezy svižníka Cicindela arenaria viennensis (Coleoptera: Carabidae) v jižních Čechách*. Sborník Jihočeského Muzea v Českých Budějovicích, Přírodní vědy 46: 177–180.

Kočárek P. (2011): *Rovnokřídlí* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.): *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*, s. 65-74.

Konvička M., Beneš J., Čížek L. (2005): *Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: Ochrana a management*. Sagittaria. Olomouc. 128 s.

Kovář P. (ed.) (2004) *Natural recovery of human-made deposits in landscape: biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems*. Academia. Praha.

Krauss J, Alfert T, Steffan-Dewenter J. (2009): *Habitat area but not habitat age determines wild bee richness in limestone quarries*. Journal of Applied Ecology 46:194-202.

Ložek V. (1973): *Příroda ve čtvrtohorách*, Academia, Praha.

Novák J., Konvička M. (2006): *Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries.* Ecological Engineering. 26:113–122.

Novák, J. , Prach, K. (2003): *Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale.* Applied Vegetation Science 6: 111-116.

Palice Z., Soldán Z. (2004): *Lichen and bryophyte species diversity on toxic substrates in the abandoned sedimentation basins of Chvaletice and Bukovina.* In: Kovář P. (ed.) (2004) *Natural recovery of human-made deposits in landscape: biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems.* Academia. Praha.

Pech P., Juříčková L. (2011): *Suchozemští plži.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.) *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management.* s. 27-38

Pollet M., Grootaert P. (1996): *An estimation of the natural value of dune habitats using Empidoidea (Diptera).* Biodiversity and conservation 5: 859-880.

Potts S.G., Woodcock B.A., Roberts S.P.M., Tscheulin T., Pilgrim E.S., Brown V. K., Tallwin J. R. (2009): *Enhancing pollinator biodiversity in intensive grasslands.* Journal of Applied Ecology 46:369–379.

Prach K. (ed.), Bejček V., Bogusch P., Dvořáková H., Kabrna M., Koutecká V., Lepšová A., Mudrák O., Polášek Z., Příkryl I., Tropek R., Volf O., Zavadil V. (2010): *Výsypky.* In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.) *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi,* s.133-153.

Prach K., Bastl M., Konvalinková P., Kovář P., Novák J., Pyšek P., Řehouňková K., Sádlo J. (2008): *Sukcese vegetace na antropogenních stanovištích v České republice – přehled dominantních druhů a stadií.* Příroda 26: 5–26.

Primack R.B., Kindlman P., Jersáková J. (2011): *Biologické principy ochrany přírody.* Portál. Praha.

Putilov V.Y., Putilova I.V. (2010): *Problems of Handling Ashes and Slags Produced at Russian Thermal Power Stations: Barriers, Possibilities, and Ways of Solving Them.* Thermal Engineering, 57: 617–621.

Rauch O., Kovář P., Tropek R., Řehounek J., Kubelka V., Lepšová A., Volf O., Zavadil V. (2010): *Odkaliště.* In: Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. (eds.) *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*, s. 133-153.

Riksen M, Ketner-Oostra R, van Turnhout C., Nijssen M., Goossens D., Jungerius P.D. Spaan W. (2006): *Will we lose the last active inland drift sands of Western Europe? The origin and development of the inland drift-sand ecotype in the Netherlands.* Landscape Ecology 21:431–447.

Riksen M., Spaana W., Stroosnijdera L. (2008): *How to use wind erosion to restore and maintain the inland drift-sand ecotype in the Netherlands?* Journal for Nature Conservation 16:26-43.

Řehounek R., Grycz F., Křivan V., Horák J. (2011): *Suchozemští brouci.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.) *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*, s. 103-118.

Řehouneková K., Řehounek J. (eds.), Beran L., Bogusch P., Blížek J., Boukal M., Grycz F., Hátle M., Hlásek J., Heneberg P., Hesoun P., Konvička M., Lepšová A., Matějček T., Rektoris L., Stárka L., Zavadil V. (2010): *Pískovny a štěrkopískovny.* In: Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. (eds.) *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi.* 63-88

Schulz F., Wiegleb G. (2000): *Development options of natural habitats in a post-mining landscape.* Land Degradation and Development 11: 99-110.

Smith K. R., Veranth J. M., Kodavanti P., Aust A. E., Pinkerton K. E. (2006): *Acute pulmonary and systemic effects of inhaled coal fly ash in rats: comparison to ambient environmental particles.* Toxicological Sciences 93: 390–399.

Thomas J.A., Morris M.G., Hambler C. (1994): *Patterns, mechanisms and rates of extinction among invertebrates in the United-Kingdom.* Royal Society Philosophical Transactions Biological Sciences 344: 47-54.

Trávníček D., Boukal M., Hamet A., Vancl Z., Cséfalvay R., Vašíčková K. (2008): *Vodní brouci CHKO Moravský Kras.* – Acta Musealia 2008/1–2, 8: 34 –58 In: Boukal M. (2011): *Vodní brouci.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.) *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*, s. 95-102.

Tropek R., Kadlec T., Beneš J. (2011): *Denní motýli.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.): *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*, s. 119-132.

Tropek R., Kadlec T., Karešová P., Spitzer L., Kočárek P., Malenovský P., Baňář P., Tuf I.H., Hejda M., Konvička M. (2010b): *Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants.* Journal of Applied Ecology 47:139-147.

Tropek R., Řezáč M. (2010): *Pavouci.* In: Tropek R., Řehounek J. (eds.) *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management*, s. 39-52.

Tropek R., Tichý L., Prach K., Řehounek J., Bogusch P., Heneberg P., Chuman T., Konvička M., Lepšová A., Novák J., Stárka J., Zavadil V. (2010): *Kamenolomy.* In: Řehounek J., Řehouneková K., Prach K. (eds.) *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*, s. 37-62.

Van Swaay C. A. M. & Van Strien A. J. (2005): Konferenční příspěvek. In Kühn et. al.: *Studies on the ecology and conservation of butterflies in Europe, Vol. 1: General Concepts and Case Studies* In: Konvička M, Beneš J, Čížek L (2005): *Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: Ochrana a management*. Sagittaria, Olomouc.

Vaňková J., Kovář P. (2004): *Plant species diversity in the biotopes of unreclaimed industrial deposits as artificial islands in the landscape*. In: Kovář P. (ed.) (2004): *Natural recovery of human-made deposits in landscape: biotic interactions and ore/ash-slag artificial ecosystems*. Academia. Praha.

Vera F. A. M. (2000): *Grazing Ecology and Forest History*, CABI, Wallingford.

Vojar J. (2006): *Colonization of post-mining landscapes by Amphibians: a review*. *Scientia Agriculturae Bohemica* 37: 35–40.

Vojtíšek P. (2010): *Jsou deponie průmyslových substrátů stanovišti pro ohrožené či invazní druhy?* – Ms. [Dipl. práce, Přírodovědecká fakulta UK, Praha].

Ward C., Hassan S., Mendonc M. (2009): *Accumulation and Depuration of Trace Metals in Southern Toads, Bufo terrestris, Exposed to Coal Combustion Waste*. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 56:268–275

Warren S.D., Buttner R. (2008): *Active military training areas as refugia for disturbance-dependent endangered insects*. *Journal of Insect Conservation* 12:671-676.

Zákony:

Zákon č. 44/1988 Sb. o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon).

Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu.

Zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění některých zákonů (lesní zákon).

Internetové zdroje (aktuální ke dni 30.11.2011) :

Web 1 – Wikipedie - tepelné elektrárny v ČR

http://cs.wikipedia.org/wiki/Seznam_tepeln%C3%BDch_elektr%C3%A1ren_v_%C4%8Cesk%C3%A9_republice

Web 2 – teplárny v ČR

<http://www.tscr.cz/?lang=cz&pg=0212>