

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA  
V PRAZE**

Fakulta životního prostředí

**Katedra ekologie**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vlastnosti reprodukčních biotopů a biodiverzita  
obojživelníků na sukcesních a technicky rekultivovaných  
vysypkách Mostecka**

Characteristics of reproduction habitats and amphibian biodiversity on  
spontaneous and technically reclaimed spoil banks in Most region

**Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Vojar, Ph.D.**

**Autor práce: Bc. Daniela Smolová**

**Praha 2011**



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Katedra: ekologie

Fakulta životního prostředí  
Školní rok: 2009/2010

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: **Daniela Smolová**  
obor: **Ochrana přírody**

Název tématu:

**Vlastnosti reprodukčních biotopů a biodiverzita obojživelníků na sukcesních a technicky rekultivovaných výsypkách Mostecka**

Název tématu v anglickém jazyce:

**Characteristics of reproduction habitats and amphibian biodiversity on spontaneous and technically reclaimed spoil banks in Most region**

### Zásady pro vypracování:

Řada člověkem silně ovlivněných biotopů (včetně výsypek) představuje pro mnohé rostliny a živočichy (včetně obojživelníků) vhodné prostředí. Výsledky studií u vyšších rostlin, motýlů a jiných bezobratlých, ptáků aj. dokazují, že biologická hodnota těchto území je významně ovlivněna způsobem rekultivace. Systematické studium a porovnání sukcesních a rekultivovaných ploch z hlediska biodiverzity obojživelníků stále chybí.

### Cíle diplomové práce

- 1) Literární rešerše věnovaná srovnání sukcesních a rekultivovaných post-těžebních území (různé taxony + podrobněji obojživelníci), rozsah zhruba pět stran.
- 2) Porovnání vlastností reprodukčních biotopů – vodních ploch (např. jejich počet, rozloha) na rekultivovaných a nerekulitovaných výsypkách Mostecka. Modelové území Mostecko + Teplicko, nejméně 10 výsypek, popis vlastností prostředí všech vodních ploch na dané výsypce.
- 3) Srovnání biodiverzity obojživelníků na výsypkách dle způsobu rekultivace a jejich stáří (při zohlednění biotopových charakteristik). Výběr 10 výsypek (5 sukcese a 5 rekultivace) různého stáří, podrobné mapování obojživelníků (presence x absence, u vybraných druhů i početnost) na nejméně 10 lokalitách každé výsypky, nejméně 100 lokalit, statistické zpracování dat (R, Canoco for Windows).
- 4) Vytvoření manuskriptu článku do časopisu s IF (Restoration Ecology či obdobného zaměření).



Rozsah grafických prací: dle potřeby

Rozsah průvodní zprávy: cca 20 až 30 stran + manuskript článku

Seznam odborné literatury:


**Bejček V., Tyrner P. 1980:** Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most basin (north-western Bohemia). *Folia Zoologica*, 29: 67 - 77. **Galán P. 1997:** Colonization of spoil benches of an opencast lignite mine in Northwest Spain by amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 79: 187 – 195. **Hendrychová M. 2008:** Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies. *Journal of Landscape Studies* 1: 63-78. **Hendrychová, M., Šálek, M., Červenková, A. 2008:** Invertebrate communities in man-made and spontaneously developed forests on spoil heaps after coal mining. *Journal of Landscape Studies* 1: 169 – 187. **Hodačová D., Prach K. 2003:** Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 11: 1-7. **Novák, J. & Konvicka, M. (2006)** Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering*, 26, 113–122. **Pižl V., Frouz J., Tajovský K., Starý J., Lukešová A., Nováková A., Balík V., Háněl L., Materna J., Holec M. 2001:** Sukcese půdních biot na výsypkách – srovnání rekultivovaných a nerektivovaných ploch. In: Sanace a rekultivace krajiny po těžbě uhlí. Sborník abstraktů mezinárodní konference, 14. - 18. května 2001, Severočeské doly a.s., Teplice: 4-9. **Tropek, R., Kadlec, T., Karesova, P., Spitzer, P., Kočárek, P., Malenovský, I. Banar, P., Tuf, I. H., Hejda, M., Konvicka, M. 2010:** Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47: 139-147. **Van Andel, J. & J. Aronson (Eds.) (2006).** *Restoration Ecology: The New Frontier.* Blackwell Science, Oxford, UK. **Vojar, J. 2000:** Sukcese obojživelníků na výsypkách. *Živa* 48: 41-43. **Zavadil, V., Sádlo, J., Vojar, J. in press:** Život v nestabilitě. Biotopy našich obojživelníků a jejich management při současných změnách dlouhodobého vývoje krajiny.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

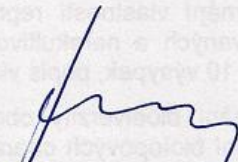
Konzultant diplomové práce: Ing. Jana Doležalová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 14.6.2010

Termín odevzdání diplomové práce: duben 2011

  
 Prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
 Vedoucí katedry



  
 Prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.  
 Děkan

V Praze dne .....

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Vlastnosti reprodukčních biotopů a biodiverzita obojživelníků na sukcesních a technicky rekultivovaných výsypkách Mostecka“ vypracovala samostatně a s použitím odborné literatury uvedené v seznamu, který je součástí této práce.

V Praze dne 21. 4. 2011

Daniela Smolová

### **Poděkování:**

Touto cestou bych chtěla poděkovat Ing. Jiřímu Vojarovi Ph.D. a Ing. Janě Doležalové za vedení mé práce, za poskytnutí materiálů, dobrých rad a také za jejich trpělivost. Ráda bych také poděkovala Ing. Miliči Solskému, Ing. Kamile Šebkové a Bc. Jindřichu Gučíkovi za čas strávený na výsypkách při sběru dat. Děkuji také svým kamarádům, spolužákům a všem, kteří mi během zpracování této diplomové práce jakkoli pomohli. Poděkování patří také mé rodině, která mě ve studiu intenzivně podporuje.

## **Abstrakt**

Výsypky po těžbě hnědého uhlí představují nová rozsáhlá stanoviště, která díky členitému reliéfu nabízejí reprodukční i terestrické biotopy pro řadu organismů včetně obojživelníků. Tato diplomová práce, jejímž základem jsou dva rukopisy vědeckých článků (jeden přijatý ve Sborníku Severočeského muzea v Liberci [RKP 1] a jeden připravený k odeslání do časopisu Ecological Engineering [RKP 2]), se věnuje mapování výskytu obojživelníků na výsypkách v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve a zhodnocuje jejich atraktivitu pro jednotlivé druhy obojživelníků [RKP 1]. Obsahem RKP 2 je porovnání vlastností prostředí vodních i terestrických biotopů rekultivovaných a sukcesních výsypek z hlediska jejich významu pro obojživelníky. Na sukcesních výsypkách je oproti rekultivacím větší celková rozloha vodního prostředí, mnohem vyšší počet vodních ploch, které jsou také méně izolované. Rekultivované výsypky jsou typické většími retenčními nádržemi, jež jsou oproti spontánně vytvářeným nebeským jezírkům na sukcesích hlubší a zastíněnější. Na rekultivovaných plochách se nachází více pro obojživelníky neatraktivního prostředí (orná půda, trvalé travní porosty, nebo neprostupné plochy jako např. zastavěná plocha, železnice, vodní toky). Vlastnosti prostředí na výsypkách ponechaných spontánnímu vývoji se zdají být pro obojživelníky vhodnější než na výsypkách po technické rekultivaci. Porovnání počtu druhů i početnosti populací na sukcesních a rekultivovaných výsypkách bude předmětem mé další práce.

**Klíčová slova:** Obojživelníci, ochrana obojživelníků, výsypky, spontánní sukcese, rekultivace.

## **Abstract**

These brown coal mining spoil heap have become new large sites that, thanks to rugged topography, offer reproductive and terrestrial habitat for many organisms, including amphibians. The basis of this thesis disserts are two manuscripts of scientific articles (one accepted in the Compendium of the North Bohemian Museum in Liberec [RKP 1] and one ready to send to the journal Ecological Engineering [RKP 2]), deal with mapping the occurrence of amphibians in the spoil heap in the North Bohemian brown coal basin and evaluates the attractiveness of the various species of amphibians [RKP 1]. RKP 2 content by comparing the properties of aquatic environments and terrestrial habitats and succession reclaimed spoil heap in terms of their importance for amphibians. The succession spoil heap reclaiming more than the total area of the aquatic environment and a much higher number of water bodies. Reclaimed dumps are typically larger and deeper shaded retention reservoirs compared to spontaneously generated succession of lakes in the spoil heaps. The reclaimed areas are more unattractive environment for amphibians (arable land, permanent grassland, or impermeable environment - built-up area, railway and watercourse). Properties spoil succession environments seem to be more suitable for amphibians than spoil a technical reclamation. Comparison of the number of species and populations of the succession and the reclaimed spoil heap will be the subject of my next work.

**Key words:** Amphibians, spoil banks, spontaneous succession, reclamation

## Obsah

<b>1.Úvod .....</b>	<b>9</b>
<b>2.Rešerše.....</b>	<b>11</b>
2.1Stav ohrožení a příčiny ubývání obojživelníků.....	11
2.2Vznik a rekultivace výsypkových ploch.....	11
2.3Porovnání prostředí sukcesních a rekultivovaných výsypek.....	13
2.4Primární sukcese těžbou dotčených území.....	15
2.5Biologický význam těžbou dotčených území.....	16
2.6Ochrana těžbou dotčených území.....	17
<b>3.Vlastní práce.....</b>	<b>19</b>
3.1RKP 1 – Faunistický přehled (souhrn).....	19
3.2RKP 2 – Vlastnosti sukcesních a rekultivovaných výsypek (souhrn) .....	20
<b>4.Závěr.....</b>	<b>22</b>
<b>5.Použitá literartura:.....</b>	<b>23</b>
<b>6.Přílohy.....</b>	<b>29</b>
6.1Faunistický přehled a zhodnocení výskytů obojživelníků na severočeských výsypkách.....	29
6.2Porovnání vlastností prostředí na rekultivovaných a nerekulitovaných výsypkách severních Čech.....	29



## 1. Úvod

Obojživelníci jsou ekologicky velmi zajímavou (Duellman & Trueb 1994) a zároveň velmi ohroženou skupinou organismů (Alford & Richards 1999, Pounds 2001, Storfer 2003, Stuart et al. 2004). Jsou ohrožováni řadou faktorů (viz níže) včetně destrukcí jejich biotopů a změn v krajině (Alford & Richards 1999, Scribner et al. 2001, Beja & Alcazar 2003, Collins & Storfer 2003, Cushman 2006, Hartel et al. 2009b). Významným zásahem do krajiny bývá velkoplošná těžba nerostných surovin, u nás zejména povrchová těžba hnědého uhlí v severozápadních Čechách (Votýpka 2006, Vráblíková et al. 2008). Post-těžební krajiny, konkrétně lomy a zejména výsypky, bývají v rámci primární sukcese osídlovány řadou organismů (Bejček & Tyrner 1980, Bejček 1979, 1981, Armstrong & Nichols 2000, Nichols & Nichols 2003, Bröring et al. 2005, Rathke & Bröring 2005) včetně obojživelníků (Galán 1997, Vojar 2000). Předchozí studie na jiných taxonech, např. rostlinách (Prach et al. 2001), bezobratlých (Majer & Nichols 1998, Tajovský 2001, Bröring & Wiegler 2005), ptácích (Bejček & Šťastný 1984, Hendrychová et al. 2009) a savcích (Bejček 1982, Bejček & Jirouš 1983) z post-těžebních území dokazují, že zejména nerekulтивované plochy bývají velmi cennými biotopy hostícími celou řadu ochránářsky významných druhů. Nevhodnou rekultivací bývají tato území opětovně poškozena (Konvička 2004, Hendrychová 2008, Řehounek et al. 2010 atd.), což je zbytečné až trestuhodné. Aby byly principy řízené sukcese v rekultivačním procesu více zohledňovány, je třeba argumentovat biologickým významem těchto území na základě seriózního vědeckého výzkumu, zejména ve srovnání s plochami rekultivovanými tradičním způsobem.

Proto je cílem této práce porovnání sukcesních a rekultivovaných ploch jak z hlediska biodiverzity obojživelníků, tak na základě vlastností prostředí vznikajícího na těchto výsypkách. Konkrétními cíli práce jsou:

- 1) Literární rešerše věnovaná srovnání sukcesních a rekultivovaných post-těžebních ploch.
- 2) Porovnání vlastností reprodukčních biotopů – vodních ploch na rekultivovaných a nerekulтивovaných výsypkách SHP.
- 3) Srovnání biodiverzity obojživelníků na výsypkách dle způsobu rekultivace.
- 4) Vytvoření manuskriptu článku do časopisu s IF.

Své diplomové práci, resp. terénním výzkumům obojživelníků na mosteckých výsypkách se věnuji již od roku 2009. Za tuto dobu bylo společně s širokým kolektivem spolupracovníků získáno množství dat, jež bylo již částečně zpracováno a některá data publikována. Na základě doporučení vedoucího práce jsem se rozhodla zpracovat předkládanou práci ve formě podobné tezí práce disertační, kdy po krátkém úvodu ve formě tematické literární rešerše představuji publikované [RKP 1, resp. Příloha 1] či k publikaci připravené texty [RKP 2, resp. Příloha 2]. Práce tedy nemá klasickou strukturu, neobsahuje samostatnou metodiku, výsledky atd., ale tyto části jsou součástí jednotlivých rukopisů. Práce je tvořena krátkým textem (rešerší), který propojuje a tematicky zasazuje již publikované [RKP 1], nebo k publikaci připravené práce [RKP 2] do širšího kontextu již poznaného. Tato netradiční podoba diplomové práce zaručí její následné využití. Publikovaná data jsou totiž mnohem přístupnější pro další zájemce o toto téma a využitelnější jako podklad pro praktickou ochranu obojživelníků.

První článek [RKP 1], „Faunistický přehled a zhodnocení výskytů obojživelníků na severočeských výsypkách“, vyšel ve Sborníku Severočeského muzea Liberec v roce 2010 a shromažďuje více než 1250 faunistických záznamů o devíti druzích obojživelníků na 21 výsypkách v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve. Druhý článek [RKP 2] „Porovnání vlastností prostředí na rekultivovaných a nerekulitovaných výsypkách severních Čech“ bych ráda s kolektivem autorů odeslala po konečných úpravách a přeložení do anglického jazyka do vědeckého časopisu Ecological Engineering. Shrnuje výsledky o porovnání sukcesních a rekultivovaných výsypek z hlediska početnosti a charakteru vodních ploch, charakteru terestrického prostředí a významu pro obojživelníky. |

## **2. Rešerše**

### **2.1 Stav ohrožení a příčiny ubývání obojživelníků**

Obojživelníci patří mezi nejvíce ohrožené druhy živočichů na celém světě (Alford & Richards 1999, Pounds 2001, Storfer 2003, Stuart et al. 2004). Dle Červeného seznamu ohrožených druhů IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources – Mezinárodní organizace pro ochranu přírody a přírodních zdrojů) bylo k roku 2008 známo 6 269 druhů obojživelníků, z toho je přímo ohroženo 1 991 druhů (31,8 %) druhů a 39 druhů již bylo vyhubeno. Celosvětové snižování početnosti populací bylo zaznamenáno zejména v posledních desetiletích (Barinaga 1990, Wake 1991, Alford & Richards 1999, Houlahan et. al 2000, Carey & Alexander 2003, Semlitsch 2003). Globální úbytek početnosti i diverzity obojživelníků je způsoben řadou příčin spojených s rozvojem lidské činnosti a jejím vlivem na životní prostředí (Pounds 2001, Collins & Storfer 2003, Baillie et al. 2004).

Mezi nejzávažnější příčiny úbytku obojživelníků bezpochyby patří destrukce biotopů vhodných pro jejich přežívání (Alford & Richards 1999, Collins & Storfer 2003), dále zhoršená kvalita a změny v prostředí (např. Scribner et al. 2001, Beja & Alcazar 2003, Cushman 2006, Hartel et al. 2009b). Příčin ubývání obojživelníků je však celá řada, často působí nepřímo či synergicky (Collins & Storfer 2003) a jejich hodnocení komplikují pro obojživelníky typické přirozené fluktuace početních stavů (Pechmann et al. 1991, Pechmann 2003). Jedním z významných faktorů, který přispívá k změnám a destrukci krajiny, je těžba nerostných surovin. Zejména v severozápadních Čechách došlo v posledních desetiletích k rozsáhlým změnám v krajině způsobených právě povrchovou těžbou hnědého uhlí (Vráblíková et al. 2008). Mnoho původních biotopů a populací zaniklo a po ukončení těžby zde zůstaly rozsáhlé výsypky a opuštěné lomy (Štýs 1998, Sklenička & Lhota 2002, Vráblíková & Vráblík 2002).

### **2.2 Vznik a rekultivace výsypkových ploch**

V severozápadních Čechách došlo během 20. století v souvislosti s rozvojem těžebního průmyslu k významnému úbytku přírodních či přírodě blízkých biotopů. Oblast Severočeské hnědouhelné pánve (SHP) je největším českým těžebním územím, přičemž 90 % jejího povrchu bylo silně negativně ovlivněno lidskou činností (Štýs & Výborová 1966, Votýpka 2006, Vráblíková et al. 2008). Pro těžbu hnědého uhlí je využíván většinou

povrchový způsob těžby. Z prostoru lomu se při dobývání uhlí vyzvedává i skrývkový materiál, který je ukládán do prostoru vytěženého lomu (vzniká tak vnitřní výsypka) nebo je sypán zakladači do okolní krajiny (tím vzniká vnější výsypka) (Prach 1987).

Nadložní zemina je sypána zakladači do víceméně pravidelných, avšak vertikálně značně členitých tvarů, a tak vzniká systém drobnějších elevací v pásích. Mezi pásy pak zůstávají hlubší deprese, často naplněné srážkovou vodou, tzv. „nebeská jezírka“ (Vojar 2007a, Prach 2010). Kromě nebeských jezírek vznikají ještě další vodní plochy, např. u paty výsypky vytlačováním obrovského tlaku nasypané hmoty, nebo zavodněné příkopy, strouhy a prohlubně od pojezdů těžké techniky, které mohou sloužit jako tzv. „nášlapné kameny“ pro obojživelníky osidlující výsypky z okolní krajiny (Zavadil et al., in press).

Nově vznikající výsypky jsou charakteristické zachovalým členitým reliéfem s výskytem desítek až stovek jezírek rozmanitých tvarů a velikostí, od malých, periodických tůní po několikahektarové, hluboké vodní plochy (Vojar 2007a). Vyšší partie mají naopak spíše xerotermní charakter (Bejček 1982, Zelený 1999). Vývoj vegetace probíhá v takových podmínkách odlišně a vytváří se zde pestrá mozaika různých typů stanovišť (Zelený 1999). Většinou po osmi letech od nasypání je hmota výsypky dostatečně sesednutá a je možné zahájit technické rekultivace (Prach 2010). Při technických rekultivacích je povrch výsypky zpravidla pomocí těžké mechanizace zarovnan a odvodněn melioračními strouhami svedenými do retenčních nádrží (často jediné vodní plochy na rekultivované výsypce). Poté následují biologické rekultivace, při nichž je zarovnaný terén hustě osázen dřevinami. Jindy je zarovnaná plocha využita pro zemědělskou rekultivaci, kdy je navezen organický materiál a ten následně oset travní směsí s vysokým podílem rostlin fixujících dusík (např. vikvovitých) (Prach 2010). V rámci technických rekultivací jsou některé větší vodní plochy ponechávány a některé vodní nádrže jsou nově zakládány (hydrická rekultivace). Většinou mají charakter hlubší nádrže se zpevněným dnem (Zelený 1999, Štýs 2001, Vráblíková et al. 2008, Prach 2010).

Podle Pracha (2010) je v České republice cca 70 výsypek po těžbě uhlí s celkovou rozlohou odhadovanou na 270 km<sup>2</sup>. Tato rozloha však není konečná, lze k ní přičíst možná ještě jednou tak velké plochy těžbou zasažené (zbytkové jámy, manipulační prostory apod.). V oblasti SHP se nachází 21 plošně rozsáhlejších výsypek s různou nabídkou vodních ploch, se zastoupením různých typů terestrických biotopů, obklopených pro obojživelníky různě dostupnými typy území, na nichž byly provedené různé typy rekultivací, nebo byly tyto výsypky ponechány přirozenému vývoji (samovolná sukcese).

Povrchová těžba nerostných surovin významným způsobem ovlivňuje okolní krajinu (Sklenička & Lhota 2002). Původně zemědělská a mokřadní krajina zanikla a byla zcela přeměněna povrchovou těžbou na rozsáhlé lomy a jejich výsypky. Při zakládání rozsáhlých povrchových lomů a tvorbě výsypek zaniká mnoho původních biotopů a populací organismů (Štýs 1998, Vrábliková & Vráblik 2002). Vytváří se krajina nová, která nenapodobuje předešlou krajinu zemědělskou, či jinou, ale slouží současným potřebám. Upravený terén slouží k výstavbě městské infrastruktury, sportovních areálů, akvaparků, lesoparků, golfových hřišť nebo koupališť. Ve zbytkových jámách se plánují velké jezerní plochy (Votýpka 2006). Další možností krajinotvorby je ponechání části výsypky samovolné sukcesi (např. Tichý 2004, Vojar 2007a, Hendrychová 2008). Způsob následné rekultivace tak zásadně ovlivňuje vzhled a charakter území (viz Kap. 2.3), jeho osídlování organismy (Kap. 2.4), a tedy i biologický význam těchto ploch (Kap. 2.5).

### **2.3 Porovnání prostředí sukcesních a rekultivovaných výsypek**

Výsledky kvalitativního porovnání prostředí vznikajícího na sukcesních a rekultivovaných plochách mohou být podkladem pro plánování následných rekultivací lomů a výsypek po těžbě uhlí s ohledem na jejich vhodnost pro organismy. Porovnáním sukcesních a rekultivovaných ploch se zabývali Hendrychová (2008), nebo Hendrychová & Kabrna (2008), dále např. z hlediska podrostní vegetace v lesích Mudrák et al. (2010), účinků půdní bioty Frouz et al. (2006) a Helingerová et al. (2010), nebo výskytu mravenců Holec & Frouz (2005). Problematikou porovnání prostředí na výsypkách z hlediska obojživelníků a konektivity vodních ploch se částečně zabýval Zanini (2006) a Smolová et. al (2010).

Studie, která by porovnávala prostředí sukcesních a rekultivovaných výsypek na základě charakteristik prostředí důležitých pro obojživelníky (vlastnosti vodních a terestrických biotopů, konektivita vhodných biotopů) však stále chybí. Práce [RKP 2] se zabývá tímto tématem na výsypkách SHP. Cílem této práce je získat data o terestrickém a vodním prostředí na technicky rekultivovaných a sukcesních výsypkách (např. počet, rozloha a vlastnosti vodních ploch, převládající typ terestrického prostředí), zjistit do jaké míry se prostředí na těchto dvou odlišných typech stanovišť liší a zda vytváření nových vodních nádrží spolu s již existujícími vodními plochami na rekultivovaných výsypkách dostatečně kompenzují množství vznikajících vodních ploch na sukcesních výsypkách. Tyto parametry prostředí mohou mít zásadní vliv pro obojživelníky osidlující výsypky z okolní krajiny.

Z výsledků studie vyplývá, že na technicky rekultivovaných výsypkách vznikají průkazně větší vodní nádrže než na sukcesních plochách výsypek. Na těch však vzniká průkazně více vodních biotopů a celková rozloha vodních stanovišť na jeden hektar plochy výsypky je také vyšší. Pro obojživelníky je důležitá především nabídka vodních ploch. Rozmanitost vodních biotopů umožňuje reprodukci různým druhům s rozdílnými biotopovými nároky (Baruš & Oliva 1992). V důsledku vzniku většího množství vodních ploch je také počet vodních ploch v okolí do 300 m větší, a proto jsou jezírka na sukcesích výsypkách méně izolovaná než na rekultivovaných. Menší izolovanost jezírek na sukcesních plochách umožňuje obojživelníkům snazší šíření v krajině a vyrovnávání lokálních extinkcí, ke kterým u obojživelníků často dochází (Laan & Verboom 1990, Ficetola & De Bernardi 2004, Petranka et al. 2007). Zvláště u druhů obojživelníků vytvářejících metapopulační struktury je důležité prostředí s výskytem mnoha jezírek rozmanitých velikostí v dostupné vzdálenosti (Marsh 2001, Marsh & Trenham 2001, Green 2003, Ficetola & De Bernardi 2004, Petranka et al. 2007), které se nachází zejména na sukcesních plochách výsypek.

Z charakteristik vodních biotopů na technicky rekultivovaných a sukcesních plochách se průkazně lišily oslunění, hloubka, pokryvnost litorálu a sklon břehů. Zatímco na sukcesních plochách vznikají častěji částečně osluněná, mělká až středně hluboká jezírka s částečnou vegetací a s mírnými až středními sklony břehů, na rekultivovaných výsypkách vznikají častěji zastíněná, hluboká jezírka s částečnou vegetací a mírnými, nebo prudkými sklony břehů. Rozdíly v oslunění pravděpodobně souvisí s následnou lesnickou rekultivací, kdy vzrůstající lesní porosty vysazované v okolí vodních ploch postupně zastiňují vodní plochy, zatímco na sukcesních plochách jsou častější lesostepní formace, které vodní plochy zastiňují pouze částečně. Osluněné plochy si k reprodukci vybírá většina druhů obojživelníků, jelikož zde vývoj snůšek probíhá rychleji (Baruš & Oliva 1992). Na technicky rekultivovaných výsypkách bylo větší zastoupení hlubokých nádrží a nádrží s kolmými břehy, které pro obojživelníky nejsou vhodné. Nedochozí zde k rozvoji litorální vegetace a larvy obojživelníků jsou vystaveni velkému predáčnímu tlaku (Baruš & Oliva 1992). Přesto jsou zde poměrně početné i mělké až středně hluboké nádrže a jezírka s mírným sklonem, které umožňují obojživelníkům dokončit vývoj. Na obou typech výsypek byla zastoupena nejvíce jezírka s částečnou litorální vegetací, a naopak nejméně jezírka bez litorální vegetace, kterou upřednostňuje např. ropucha zelená (*Pseudepidalea viridis*). Pro jiné druhy je však naprosto nevhodná (čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*), čolek velký (*Triturus cristatus*)). Srovnání charakteru terestrického prostředí dle procentuelního zastoupení krajinných typů vyšlo také

průkazně odlišně. Pro obojživelníky neprostupné prostředí (např. zastavěná plocha, železnice, vodní toky), orná půda a trvalé travní porosty jsou průkazně více zastoupeny na rekultivovaných plochách. Stejně tak výsledné hodnoty stupňů ekologické stability (SES) byly průkazně vyšší na plochách bez technické rekultivace a dokládají tak vyšší významnost těchto lokalit.

V oblasti SHP došlo v souvislosti s povrchovou těžbou k velkoplošnému zániku mokřadních stanovišť (Vráblíková et al. 2008). Výsledky naší studie dokládají, že sukcesní plochy mohou tento úbytek kompenzovat lépe, než výsypky po technické rekultivaci. Rozmanitost prostředí včetně vodních ploch na sukcesních výsypkách představuje pro některé vodní a semiakvatické druhy klíčovou roli při osidlování nově vzniklých lokalit (Laan & Verboom 1990, Ficetola & De Bernardi 2004, Petranka et al. 2007). Vedle cílených biologických rekultivací (zarovnání terénu, výsadba lesních porostů a budování vodních nádrží), představují sukcesní plochy daleko úspěšnější a především efektivnější formu vytváření biologicky hodnotných stanovišť (např. Kirmer & Mahn 2001, Wiegleb & Felinks 2001, Pižl 2001, Hodačová & Prach 2003, Holec & Frouz 2005, Hendrychová 2008, Tropek et al. 2010, Řehounek et al. 2010). Na Mostecku stojí technická rekultivace jednoho ha bez následné péče 1,5 mil. Kč (Prach 2010). Samovolná sukcese je bez jakýchkoli nákladů.

#### **2.4 Primární sukcese těžbou dotčených území**

Pro organizmy přežívající v refugiích industriální krajiny představují výsypky nová stanoviště, která osidlují v procesu primární sukcese (Bejček a Tyrner 1980, Prach 1987, Frouz 1999, Prach & Pyšek 2001, Tajovský 2001, Hodačová & Prach 2003, Nichols & Nichols 2003, Sklenička 2004, Bröring et al. 2005, Bröring & Wiegleb 2005, Rathke & Bröring 2005, Majer 2005, Frouz et al. 2006, Hendrychová 2008, Prach & Hobbs 2008, Řehounek et al. 2010). Studie sukcese taxonomických skupin na výsypkách Mostecku byly věnovány především společenstvům rostlin (Prach et al. 2001), bezobratlým (Majer & Nichols 1998, Tajovský 2001, Bröring & Wiegleb 2005), ptákům (Bejček & Tyrner 1980, Bejček & Šťastný 1984) a savcům (Bejček 1982, Bejček & Jirouš 1983). Obojživelníkům se částečně věnovali Bejček & Šťastný (1999 a 2000). Systematické sledování sukcese obojživelníků na výsypkách po těžbě uhlí započal Vojar (1999), na jehož práci navázali další (Doležalová & Mach 2002, Mikešová 2004, Solský 2008, Smolová 2009 a Mildorfová 2009). V zahraničí se studii obojživelníků na výsypkových plochách povrchových hnědouhelných dolů Španělska zabýval Galán (1997).

Opuštěné pískovny, kamenolomy, haldy a výsypky po těžbě uhlí dnes představují významné biotopy pro populace některých ohrožených druhů rostlin a živočichů (Bejček & Tyrner 1980, Bejček 1979, 1981, Armstrong & Nichols 2000, Nichols & Nichols 2003, Bröring et al. 2005, Rathke & Bröring 2005, Řehounek et al. 2010, Tropek et al. 2010). Obojživelníci nejsou výjimkou (Galán 1997, Vojar 2000). Pro řadu druhů obojživelníků jsou disturbované lokality jedněmi z nejvýznamnějších biotopů v naší krajině (Zavadil 2007). Právě takové lokality můžeme najít především na nerekulтивovaných výsypkách v oblasti SHP. Výsypka bez rekultivace se bude v prvních letech jevit pustě a téměř bez života. Z dlouhodobého pohledu je však minimální rychlost nástupu rostlinných společenstev velkou předností takového stanoviště. Díky pomalému vývoji rostlinných společenstev celé území zarůstá a mění vzhled relativně pomalu (Tichý 2004) a delší dobu si tak udržuje svou podobu raně sukcesních stádií. Pro řadu ohrožených druhů, včetně obojživelníků jsou tyto iniciální sukcesní stadia velmi významná (Zavadil 2007). Přirozený vývoj výsypky vede k vyšší rozmanitosti a takové území má pak vyšší biologické hodnoty. Lépe se přizpůsobuje místním podmínkám a jejich změnám, proto se zde vyskytuje méně nepůvodních druhů a více vzácnějších druhů. Přibližuje se tak přirozenému charakteru krajiny (Tichý 2004, Hendrychová 2008). Šíření obojživelníků na tato nově vzniklá stanoviště je podmíněno několika faktory. Kolonizaci nově vzniklých biotopů nejvíce ovlivňuje prostupnost krajiny, přítomnost organismů v okolní krajině a charakter samotné výsypky a biotopů na ní vznikajících (Marsh & Trenham 2001, Ray et al. 2002, Ficetola & De Bernardi 2004, Doležalová 2007). Většina druhů obojživelníků, kteří se vyskytují v okolí výsypek, je schopna osídlit i tyto nově vzniklé lokality (Vojar et al. 2004). Prostupnost krajiny zásadním způsobem ovlivňuje rychlost osídlování nového území i dynamiku populací kolonizujících druhů. Ačkoliv jsou obojživelníci schopni osídlit i zcela izolované výsypky (např. přenosem vajíček na nohou vodního ptactva), dynamika takto vzniklých populací je méně stabilní než u populací, které jsou v kontaktu se zdrojovými areály (Doležalová in litt. 2009).

## **2.5 Biologický význam těžbou dotčených území**

Ve značně industrializované krajině severních Čech představují výsypky potenciální nová útočiště. Většina prací, které se zabývaly významem výsypek pro různé skupiny organismů, hodnotí spontánní sukcesní plochy jako významnější než plochy po rekultivaci (např. Bejček & Jirouš 1983, Bejček & Šťastný 1984, Majer & Nichols 1998, Prach et al. 2001, Tajovský 2001, Bröring & Wiegand 2005). K podobným závěrům dospěl i Tropek et al.



(2010), který sledoval sukcesi ve vápencových lomech. Na nerektifikovaných územích je často druhové bohatství i početnost populací sledovaných druhů vyšší než v jejich okolí (např. Pižl et al. 2001, Hodačová & Prach 2003, Tichý 2004). Pro obojživelníky se jako hlavní důvod nižší početnosti populací ukazuje úbytek vodních ploch při zarovnání terénu během technické rekultivace (např. Vojar 1999, 2007a, Vojar & Doležalová 2003). Obojživelníci úspěšně osídlují především nerektifikované, morfologicky členité výsypky s řadou vodních ploch (Vojar 2000, 2007, Zavadil 2007) a vysokou stanovištní rozmanitostí s výskytem extrémních typů stanovišť (iniciální sukcesní stádia) (Zavadil et al., in press). Vhodný charakter výsypky (vysoká heterogenita vodních ploch i terestrického prostředí) může výrazně přispět ke zvýšení biodiverzity v intenzivně využívané těžební a průmyslové krajině (Pižl et al. 2001, Hodačová & Prach 2003). Chybně plánovaná rekultivace však může zcela zbytečně zničit ojedinělý, nově vznikající prostor pro bohatství rostlin a živočichů (Tichý 2004) a představuje pro většinu druhů zánik jejich populací (Vojar 2007a).

## **2.6 Ochrana těžbou dotčených území**

U populací obojživelníků dochází v posledních desetiletích k celosvětovému poklesu stavů jednotlivých druhů. Možných příčin je několik, ale mezi hlavní patří zánik přirozených biotopů (Alford & Richards 1999, Collins & Storfer 2003). S tím je spojena potřeba efektivního hodnocení skutečného stavu populací těchto živočichů a jejich ochrana. Základem ochrany jakéhokoliv taxonu je mapování výskytu druhů (krátkodobé zaznamenávání výskytu jedinců určitého druhu) nebo dlouhodobé sledování konkrétních populací (monitoring) (Stumpel & van der Voet 1998, Baker & Halliday 1999, Mikátová & Vlašín 2002, Dušek 2006), které může pomoci při identifikaci ohrožení populací (Icochea et al. 2002). Zatímco na celorepublikové úrovni (Moravec 1994) jde o celkový přehled výskytu jednotlivých druhů, výsledky podrobných regionálních a lokálních studií jsou v tomto směru velmi užitečnými. Monitoring výskytu obojživelníků na výsypkách přináší informace o skutečném rozšíření těchto živočichů v post-těžební krajině. Výsledky sledování mohou být také využity pro zhodnocení úspěšnosti biologických rekultivací a určení účinných opatření, která mohou částečně kompenzovat vliv povrchové těžby (určení biologicky vhodných způsobů zakládání výsypek a navrhování rekultivačních úprav (Hodačová & Prach 2003, Doležalová 2007)). RKP 1 je prvním uceleným mapováním obojživelníků v post-těžebních oblastech SHP v České republice. Mapování a informace o významu antropogenních ploch jsou základem

ochrany nejen obojživelníků. Klíčovou roli pro přežívání populací však hraje způsob rekultivace a následná péče o území.

Rekultivace lomů a výsypek patří mezi zákonem stanovené povinnosti a stává se neoddelitelnou součástí těžby nerostných surovin (Tichý 2004). Dle §31 zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění (tzv. horní zákon), je stanovena povinnost organizace zajistit sanaci, která obsahuje i rekultivace. Za sanaci zákon považuje odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur. V poslední době přichází snaha o ponechání částí výsypek spontánní sukcesi, přestože to česká legislativa neumožňuje (Hendrychová & Kabrna 2008). Prvním úspěchem bylo ponechání nepatrné části (zhruba 60 ha z celkové rozlohy 1250 ha) na Radovesické výsypce spontánní sukcesi, zatím však bez oficiálního schválení (Prach 2010). Ponechání alespoň zbytkových částí samovolné sukcesi brání i další zákony jako např. zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění, který udává povinnost návratu pozemků k původním zemědělským nebo lesnickým účelům (Hendrychová & Kabrna 2008).

### 3. Vlastní práce

#### 3.1 RKP 1 – Faunistický přehled (souhrn)

Práce popisuje údaje o výskytu obojživelníků v regionu SHP na výsypkových plochách po těžbě hnědého uhlí. Nachází se zde 21 plošně rozsáhlých výsypek různého stáří, s různým způsobem rekultivace, nebo ponechané samovolné sukcesi. Jedná se o výsypky Prunéřov, Merkur, Březno, vnitřní výsypka Velkolomu Československé armády (VČSA), vnější a vnitřní výsypka dolu Jan Šverma, výsypka Malé Březno, Velebudická výsypka, výsypka Slatinice-Hrabák, Vrbenský, Střimická, Radovesická, Kopistská, Hornojřetínská, Růžodolská a Albrechtická výsypka, výsypka lomu Obránců míru, výsypka Pokrok, Václav, Žichlice, Lochočice a Teplická oblast. Systematický inventarizační průzkum obojživelníků na těchto plochách dosud nebyl proveden, většina nálezů batrachofany pochází z okolí výsypek (např. Voženílek 2000, Zavadil 2002). Pro tuto práci byly shromážděny vlastní údaje autorů, které byly doplněny o publikované i nepublikované faunistické záznamy jiných pozorovatelů (např. Nálezová databáze ochrany přírody Agentury ochrany přírody a krajiny NDOP AOPK ČR, portál Biolib.cz, Národní program MŽP ČR „Ochrana biodiverzity“, bakalářské a diplomové práce, sborníky, výzkumné zprávy). Všechny záznamy byly podrobeny pečlivé revizi a nevěrohodné záznamy byly odstraněny, poté byly nálezy standardním způsobem zaznamenány v elektronické databázi v programu Microsoft Excel. Výsledná databáze a mapky výskytu jednotlivých druhů obojživelníků jsou volně stažitelné na stránkách „<http://amphibia.webnode.cz/vyskyt-objizivelniku-na-vysypkach-mostECKA/>“.

Z výsledků práce vyplývá, že na výsypkových plochách se vyskytuje devět druhů obojživelníků. Nejvíce rozšířeným druhem je eurytopní druh nižších poloh skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) (Král 1992 in Baruš & Oliva, Moravec 1994, Zavadil et al., in press), skokan štíhlý (*Rana dalmatina*) a kuňka obecná (*Bombina bombina*), kteří byli nacházeni spíše na středně starých a starších výsypkách s lesostepním charakterem (viz též Vojar et al. 2006). Na sukcesních plochách středně starých a starších výsypkách se v hojném počtu nachází ropucha obecná (*Bufo bufo*), čolek obecný a čolek velký. K vzácnějším druhům na výsypkách patří skokan hnědý (*Rana temporaria*), ropucha zelená a blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*). Nízký počet nálezů těchto druhů může být zapříčiněn buď skrytým způsobem života (např. blatnice) (Arnold & Ovenden 2002) nebo nevyhovujícím podmínkám, které jim výsypky nabízí. Ropucha zelená upřednostňuje iniciální stádia bez vegetačního

krytu (Příkryl 1999, Vojar 2000), skokan hnědý naopak preferuje střední až pozdní fáze sukcese s lesním porostem a vlhkým mikroklimatem (Rehák 1992, Moravec 1994).

Na základě databáze můžeme stanovit jako nejvíce pozorované výsyvky Hornojřetínskou, Kopistskou, Růžodolskou Alebrechtickou a Radovesickou. Na těchto výsypkách bylo monitorování prováděno nejčastěji a nálezy ukazují tyto výsyvky jako velmi bohaté na výskyt obojživelníků. Naopak z výsypek Prunéřov, Březno, Merkur, VČSA nebo Žichlice nebyla pro databázi získána žádná data. Důvodem může být nepřístupnost výsyvky, nebo že zde monitorování obojživelníků vůbec neproběhlo. S největší pravděpodobností je však příčinou neatraktivita území pro obojživelníky, kterých se zde nejspíš vyskytuje jen málo a proto i zájem pozorovatelů o tato území je malý. Podobné je to v případě výsypek Václav, Slatinice, Lochočice, Pokrok, Malé Březno, Dolu Jana Švermy, Velebudice, Vrbenský výsypce Obránců míru, Střimické výsypce a Teplické oblasti. Na těchto výsypkách sice pozorování proběhlo, ale údajů z monitorování je velmi málo. Intenzita průzkumu jednotlivých výsypek částečně vysvětluje výrazně vyšší počet lokalit na zmíněných sukcesních plochách. Hlavní příčinou je ale vysoká heterogenita s výskytem rozmanitých vodních ploch na těchto sukcesních výsypkách, které jsou nejen pro obojživelníky mnohem atraktivnější. Nerekultivované plochy jsou z hlediska druhové pestrosti významnější i pro vyšší rostliny (Hodačová & Prach 2003) či ptáky (Šálek in litt.). Podle Vojara (2007a) je pro obojživelníky významný každý kousek nerekultivované výsyvky, proto ponechání „zbytkových“ částí samovolné sukcesi tak může výrazně zvýšit přírodovědnou hodnotu průmyslového mosteckého regionu.

### **3.2 RKP 2 – Vlastnosti sukcesních a rekultivovaných výsypek (souhrn)**

Práce se zabývá porovnáním vodního a terestrického prostředí na výsypkách rozdílných dle provedené rekultivace (sukcesní a rekultivované). Porovnány byly samotné výsyvky z hlediska nabídky vodních ploch a dále charakteristiky vodních biotopů, jakožto prostředí pro rozmnožování všech obojživelníků. Proběhlo také porovnání terestrického prostředí z hlediska zastoupení krajinných typů na výsypkách. Mapování proběhlo na 13 rekultivovaných a 6 sukcesních částech 17 plošně rozsáhlých výsypkách v oblasti SHP. Celkově bylo sledováno 946 vodních ploch. Ke každému biotopu byly zaznamenány jeho charakteristiky – rozloha, hloubka, sklon břehů, oslunění, pokryvnost litorálního porostu, charakter terestrického prostředí v okolí do 50 m, provedené rekultivace a souřadnice. V programu ArcGIS 9.2 (ESRI 2007) byl následně určen počet vodních ploch v okolí

do 300 m každého jezírka, u jezírek nad 500 m<sup>2</sup> byla pomocí GIS také vypočtena jejich přesná rozloha. Pro každou výsypku byla dále spočítána její celková rozloha, rozloha všech vodních ploch na hektar výsypky, počet vodních ploch na hektar výsypky a průměrná rozloha vodních ploch. Pomocí vektorizace bylo zjištěno zastoupení osmi krajinných typů prostředí – les, lesostep, TTP, cesta, nepropustná plocha, orná půda, čerstvá technická rekultivace a vodní plocha pro každou výsypku. Poté byl pro každou výsypku (resp. její část) spočítán Stupeň ekologické stability (SES).

Z výsledků vyplývá (testováno pomocí neparametrických Mann-Whitney U-testů v programu Statistica 8 (StatSoft 2008)), že na technicky nerektivovaných výsypkách vzniká průkazně více vodních biotopů. Celková rozloha všech vodních stanovišť vztážená na jeden hektar plochy výsypky je na sukcesních výsypkách vyšší, ačkoliv na technicky rektivovaných výsypkách vznikají větší vodní nádrže. V důsledku vzniku většího množství vodních ploch je také počet vodních ploch v okolí 300 m jezírek na sukcesních výsypkách vyšší. Z biotopových charakteristik jezírek (testováno pomocí  $\chi^2$  testu, podrobnosti v příloženém RKP) bylo na technicky rektivovaných a nerektivovaných výsypkách průkazně rozdílné: oslunění, pokryvnost litorální vegetace, hloubka a sklon břehů.

Terestrické prostředí technicky nerektivovaných a rektivovaných výsypek bylo dle procentuálního zastoupení krajinných typů odlišné (testováno pomocí  $\chi^2$  testu). Porovnání krajinné struktury (zastoupení krajinných typů) na výsypkách v závislosti na provedené rektivaci prokázalo, že krajinný typ „neprostupné prostředí“ je průkazně více zastoupen na rektivovaných výsypkách v porovnání se sukcesními plochami. Průkazně více jsou na rektivovaných výsypkách zastoupeny také plochy orné půdy a kultura trvalého travního porostu. Porovnáním stupňů ekologické stability (testováno pomocí neparametrických Mann-Whitney U-testů) vyšly průkazně vyšší hodnoty na sukcesních plochách výsypek. Z tohoto výsledku vyplývá, že na sukcesních plochách vznikají pro daný ekosystém významnější krajinné prvky.

Tato studie kvantitativně zhodnotila prostředí technicky rektivovaných a sukcesních výsypek a dokládá, že sukcesní plochy mohou úbytek původních mokřadních biotopů kompenzovat lépe v porovnání s běžně prováděnými rektivacemi. Na výsypkách vzniká spontánně prostředí preferované řadou skupin organismů. Výhod sukcesních ploch lze využít při obnově krajiny po těžbě a doplnit jimi hospodářské způsoby rektivací.

#### 4. Závěr

Tato diplomová práce shrnuje údaje o obojživelnících na výsypkách SHP a porovnává výsypky z hlediska provedených rekultivací. Díky množství vznikajících vodních ploch se výsypky ukazují jako velmi vhodná stanoviště právě pro obojživelníky. Podle vlastních výsledků [RKP1] jsou pro obojživelníky nejhodnotnější Hornojiřetínská, Kopistská, Růžodolská a Radovesická výsypka. Na výsypkách se běžně vyskytuje řada obojživelníků, kteří se nacházejí v okolí (skokan skřehotavý, kuňka obecná, skokan štíhlý, ropucha obecná, čolek obecný, nebo čolek velký). Mezi vzácnější druhy na výsypkách patří ropucha zelená, blatnice skvrnitá a skokan hnědý.

Pro výskyt obojživelníků na konkrétní výsypce je důležitá především nabídka vodních ploch. Výsledky porovnání vodního prostředí [RKP2] dokládají, že na sukcesních plochách vzniká větší množství jezírek a je zde vyšší i celková rozloha vodních stanovišť. Tato jezírka jsou menší rozlohy a méně izolovaná v porovnání s vodními plochami po rekultivacích, kde vznikají průkazně větší vodní nádrže. Pro obojživelníky je však mnohem důležitější rozmanitost vodních ploch a jejich dostupná vzdálenost, která jim umožňuje šíření v krajině. Z charakteristik vodních biotopů na technicky rekultivovaných a sukcesních plochách se průkazně lišily oslunění, hloubka, pokryvnost litorálu a sklon břehů. Zatímco na sukcesních plochách vznikají častěji částečně osluněná, mělká jezírka s mírnými sklony břehů, na rekultivovaných výsypkách vznikají častěji zastíněná a hluboká jezírka. Většina obojživelníků však při rozmnožování upřednostňují osluněná a mělká jezírka, kde vývoj snůšek probíhá rychleji a je zde menší predační tlak.

Odlišný je i charakter terestrického prostředí mezi sukcesními plochami a rekultivacemi [RKP2]. Pro obojživelníky neprostupná prostředí a méně vhodná prostředí (zastavěná plocha, železnice, vodní toky, orná půda a trvalé travní porosty) jsou průkazně více zastoupeny na rekultivovaných plochách. Stejně tak výsledné hodnoty stupňů ekologické stability (SES) byly průkazně vyšší na plochách bez technické rekultivace a dokládají tak vyšší významnost těchto lokalit pro ekosystém.

V rámci studie bylo provedeno kvalitativní porovnání vodních i terestrických biotopů obojživelníků na sukcesních a technicky rekultivovaných výsypkách. Z literární rešerše i výsledků rukopisů se zdá být ponechání vybraných ploch výsypek samovolné sukcesi jako vhodnější a daleko levnější alternativa k technické rekultivaci.

## 5. Použitá literatura:

- Alford, R. A., Richards, S. J. 1999:** Global amphibian declines: a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 30: 133-165.
- Armstrong, K. N., Nichols, O. G. 2000:** Long-term trends in avifaunal recolonization of rehabilitated bauxite mines in the jarrah forest of south-western Australia. *Forest Ecology and Management*, 126: 213-225.
- Arnold, E. N., Oviden, D. 2002:** *A Field Guide to the Reptiles and Amphibians of Britain and Europe*. Second Edition. HarperCollinsPublishers, London.
- Baillie, J. E. M., Hilton-Taylor, C., Stuart, S. N. 2004 (eds):** 2004 IUCN Red List of Threatened Species. A Global Species Assessment. IUCN, Gland and Cambridge.
- Baker, J. M. R., Halliday, T. R. 1999:** Amphibian colonization of new ponds in an agricultural landscape. *Herpetological Journal*, 9: 55-63.
- Barinaga, M. 1990:** Where have all the froggies gone? *Science*, 247: 1033-1034.
- Baruš, V., Oliva, O. (eds.) 1992:** Obojživelníci – *Amphibia*. Fauna ČSFR. Academia, Praha, 340 pp.
- Beja, P., Alcazar, R. 2003:** Conservation of Mediterranean temporary ponds under agricultural intensification: an evaluation using amphibians. *Biological Conservation*, 114: 317-326.
- Bejček, V., Tyrner, P. 1980:** Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most basin (north – western Bohemia). *Folia Zoologica*, 29: 67-77.
- Bejček, V. 1979:** Primární sukcese a produktivita drobných savců na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí v Mostecké kotlině (SZ-Čechy). *Rigorosní práce, PřF UK, Praha*, 133 pp.
- Bejček, V. 1981:** Sukcese drobných savců na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. In: *Celoštátní zoologická konference "Společenský význam zoologických výskumov při tvorbe a ochrane životného prostredia"*, Bratislava, 24. – 28. Augusta 1981: 212-219.
- Bejček, V. 1982:** Sukcese společenstev drobných savců v raných vývojových stádiích výsypek v mostecké kotlině. *Sborník Okresního muzea v Mostě, řada přírodovědná*, 4: 61-86.
- Bejček V., Šťastný K. 1999:** *Fauna Tušimicka*. Grada Publishing, spol. s r. o., Praha, 71 pp.
- Bejček V., Šťastný K. 2000:** *Fauna Bílinska*. Grada Publishing, spol. s r. o., Praha, 155 pp.
- Bröring, U., Wiegleb, G. 2005:** Soil zoology II: Colonization, distribution, and abundance of terrestrial Heteroptera in open landscapes of former brown coal mining areas. *Ecological Engineering*, 24: 135-147.
- Bröring, U., Mrzljak, J., Niedringhaus, R., Wiegleb, G. 2005:** Soil zoology I: arthropod communities in open landscapes of former brown coal mining areas. *Ecological Engineering*, 24: 121-133.
- Carey, C., Alexander, M. A. 2003:** Climate change and amphibian declines: is there a link? *Diversity and Distributions*, 9: 111-121.

- Collins, J. P., Storfer, A. 2003:** Global amphibian declines: sorting the hypotheses. *Diversity and Distributions*, 9: 89-98.
- Cushman, S. A. 2006:** Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. *Biological Conservation*, 128: 231-240.
- Doležalová, J. 2007:** Obojživelníci výsypkových ploch Mostecka. Fakulta lesnická a environmentální, ČZU v Praze, 66 pp. Diplomová práce (nepublikováno).
- Doležalová, J., Mach, V. 2002:** Výskyt obojživelníků na vybraných vodních lokalitách Hornojihetínské a Kopistské výsypky. *Sborník Okresního muzea v Mostě, řada přírodovědná*, 24: 75-79.
- Dušek, J. 2006:** Sledování stavu biotopů a druhů z hlediska ochrany přírody. *Ochrana přírody*, 61(6): 187-188.
- ESRI 2007:** ArcGIS 9.2. ESRI, Redlands, California. [Online] <http://www.esri.com/index.html>.
- Ficetola, G. F., De Bernardi, F. 2004:** Amphibians in a human-dominated landscape: the community structure is related to habitat features and isolation. *Biological Conservation*, 119: 219-230.
- Frouz, J., 1999:** Use of soil dwelling Diptera (*Insecta, Diptera*) as bioindicators: a review of ecological requirements and response to disturbance. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 167-186.
- Frouz, J., Elhottová, D., Kuráž, V., Šourková, M. 2006:** Effects of soil macrofauna on other soil biota and soil formation in reclaimed and unreclaimed post mining sites: Results of a field microcosm experiment. *Applied Soil Ecology*, 33: 308-320.
- Galán, P. 1997:** Colonization of spoil benches of an opencast lignite mine in Northwest Spain by amphibians and reptiles. *Biological Conservation*, 79: 187-195.
- Green, D. M. 2003:** The ecology of extinction: population fluctuation and decline in amphibians. *Biological Conservation*, 111: 331-343.
- Hartel, T. Moga, C. I., Öllerer, K., Puky, M. 2009b:** Spatial and temporal distribution of amphibian road mortality with a *Rana dalmatina* and *Bufo bufo* predominance along the middle section of the Târnava Mare basin, Romania. *North-Western Journal of Zoology*, 5(1): 130-141.
- Helingerová, M, Frouz, J, Šantrůčková, H. 2010.** Microbial activity in reclaimed and unreclaimed post-mining sites near Sokolov (Czech Republic). *Ecological Engineering*, 36: 768-776.
- Hendrychová, M. 2008:** Reclamation success in post-mining landscapes in the Czech Republic: A review of pedological and biological studies. *Journal of Landscape Studies*, 1: 63-78.
- Hendrychová, M., Kabrna, M. 2008:** Aplikace rekultivačního výzkumu do praxe – možnost uplatnění spontánní sukcese. *Zprav. Hnědé uhlí*, 4: 2-9.
- Hendrychová, M., Šálek, M., Řehoř, M. 2009:** Ptačí společenstva lesních stanovišť na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. *Sylvia*, 45: 177-189.
- Hodačová, D., Prach, K. 2003:** Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology*, 11: 1-7.



- Holec, M., Frouz, J. 2005:** Ant (*Hymenoptera: Formicidae*) communities in reclaimed and unreclaimed brown coal mining spoil dumps in the Czech Republic. *Pedobiologia*, 49: 345-357.
- Houlahan, J. E., Findlay, C. S., Schmidt, B. R., Meyer, A. H., Kuzmin, S. L. 2000:** Quantitative evidence for global amphibian population declines. *Nature*, 404: 752-755.
- Icochea J., Quispitupac E., Portilla A., Ponce E. 2002:** Framework for assessment and monitoring of amphibians and reptiles in the Lower Urubamba Region, Peru. *Environmental Monitoring and Assessment*, 13: 55-67.
- Kirmer, A., Mahn, E. G. 2001:** Spontaneous and initiated succession on unvegetated slope sites in the former lignite mining area 'Goitsche' (Central Germany). *Applied Vegetation Science*, 4: 19-28.
- Král, B. 1992:** *Rana ridibunda* Pallas, 1771 – Skokan skřehotavý. In: Baruš, V., Oliva, O. (eds) 1992: *Obojživelníci – Amphibia*. Fauna ČSFR. Academia, Praha, 188-199.
- Laan, R., Verboom, B. 1990:** Effects of pool size and isolation on amphibian communities. *Biological Conservation*, 54: 251-262.
- Majer, J. D. 2005:** Ants: Bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. *Environmental Management*, 4: 375-383.
- Majer, J. D., Nichols, O. G. 1998:** Long-term recolonization patterns of ants in Western Australia rehabilitated bauxite mines with reference to their use as indicators of restoration success. *Journal of Applied Ecology*, 35: 161-182.
- Marsh, D. M. 2001:** Fluctuation in amphibian populations: a meta-analysis. *Biological Conservation*, 101: 327-335.
- Marsh, D. M., Trenham, P. C. 2001:** Metapopulation dynamics and amphibian conservation. *Conservation Biology*, 15: 40-49.
- Mikešová, E. 2004:** Společenstva obojživelníků na výsypkových plochách Sokolovska. *Fakulta lesnická a environmentální, ČZU v Praze*, 123 pp. Diplomová práce (nepublikováno).
- Mildorfová, M. 2009:** Fluktuace početnosti skokana štíhlého (*Rana dalmatina*) na Hornojihetínské výsypce. *Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze*, 47 pp. Diplomová práce (nepublikováno).
- Moravec, J. (ed.) 1994:** Atlas rozšíření obojživelníků v České Republice. *Národní muzeum, Praha*, 132 pp.
- Mudrák, O., Frouz, J., Velichová, V. 2010:** Understory vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. *Ecological Engineering*, 36(6): 783-790.
- Nichols, O. G., Nichols, F. M. 2003:** Long-term trends in faunal recolonization after bauxite mining in the jarrah forest of southwestern Australia. *Restoration Ecology*, 11: 261-272.
- Pechmann, J. H. K. 2003:** Natural population fluctuations and human influences: null models and interactions. In: Semlitsch, R. D. (ed.): *Amphibian Conservation*. Smithsonian Books, Washington and London, 85-93.

- Pechmann, J. H., Schott, D. E., Semlitsch, R. D., Caldwell, J. P., Vitt, L. J., Gibbons, J. W. 1991:** Declining amphibian populations: the problem of separating human impacts from natural fluctuations. *Science*, 253: 892-895.
- Petranka, J. W., Harp, E. M., Holbrook, C. T., Hamel, J. A. 2007:** Long-term persistence of amphibian populations in a restored wetland complex. *Biological Conservation*, 138: 371-380.
- Pižl, V. 2001:** Earthworm Succession in Afforested Colliery Spoil Heaps in the Sokolov Region, Czech Republic. *Restoration Ecology*, 9: 359-364.
- Pounds, J. A. 2001:** Climate and amphibian declines. *Nature*, 410: 639-640.
- Prach, K. 2010:** Výsypky. In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.) 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, 15-36.
- Prach, K., Pyšek, P. 2001:** Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: experience from Central Europe. *Ecological Engineering*, 17: 55-62.
- Prach, K. 1987:** Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica*, Praha, 22: 339-354.
- Prach, K., Hobbs, R. J. 2008:** Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology*, 16 (3): 363-366.
- Příkryl, I. 1999:** Nová příležitost v krajině – výsypky hnědouhelných lomů. *Ochrana přírody*, 54(6): 190-192.
- Rathke, D., Bröring, U. 2005:** Colonization of post-mining landscapes by shrews and rodents (*Mammalia: Rodentia, Soricomorpha*). *Ecological Engineering*, 24:149-156.
- Ray, N., Lehmann, A., Joly, P. 2002:** Modeling spatial distribution of amphibian populations: a GIS approach based on habitat matrix permeability. *Biodiversity and Conservation*, 11: 2143-2165.
- Rehák, I. 1992:** *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 – Skokan hnědý. In: Baruš, V., Oliva, O. (eds) 1992: Obojživelníci – *Amphibia*. Fauna ČSFR. Academia, Praha, 217-239.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds) 2010:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. PROTISK, České Budějovice, 178 pp.
- Scribner, K. T., Arntzen, J. W., Cruddace, N., Oldham, R. S., Burke, T. 2001:** Environmental correlates of toad abundance and population genetic diversity. *Biological Conservation*, 98: 201-210.
- Semlitsch, R. D. 2003:** Amphibian Conservation. Smithsonian Books, Washington and London.
- Sklenička, P. (ed.) 2004:** Identifikace, zpřístupnění a ochrana specifických ekosystémů hnědouhelných výsypek v SZ Čechách. Projekt MŽP ČR VaV/640/2/02 [CD-ROM]. MŽP ČR, Praha.
- Sklenička, P., Lhota, T. 2002:** Landscape heterogeneity – a quantitative criterion for landscape reconstruction. *Landscape and Urban Planning*, 58: 147-156.
- Smolová, D. 2009:** Výskyt obojživelníků na severočeských výsypkách. Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze, 59 pp. Bakalářská práce (nepublikováno).

- Smolová, D., Doležalová, J., Vojar, J., Solský, M., Kopecký, O., Gučík, J. 2010:** Faunistický přehled a zhodnocení výskytu obojživelníků na severočeských výsypkách. Sborník Severočeského Muzea, Přírodní vědy, Liberec, 28: 155-163.
- Solský, M. 2008:** Populační dynamika a biotopové preference skokana štihlého (*Rana dalmatina*) na Hornojřetínské výsypce. Fakulta životního prostředí, ČZU v Praze, Praha, 50 pp. Diplomová práce (nepublikováno).
- StatSoft 2008:** STATISTICA, version 8. Statsoft, Tulsa, Oklahoma, USA.
- Storfer, A. 2003:** Amphibian declines: future directions. *Diversity and Distribution*, 9: 151-163.
- Stuart, S. N., Chanson, J. S., Cox, N. A., Young, B. E., Rodrigues, A. S. L., Fischman, D. L., Waller, R. W. 2004:** Status and trends of amphibian declines and extinction worldwide. *Science*, 306: 1783-1786.
- Stumpel, A. H. P., van der Voet, H. 1998:** Characterizing the suitability of new ponds for amphibians. *Amphibia-Reptilia*, 19: 125-142.
- Štýs, S. 1998:** Návraty vypůjčených krajín. Bílý slon, Praha, 47 pp.
- Štýs, S. 2001:** Rozpracované rekultivace k 1. 1. 2001. Ecoconsult Pons, Most, 4 pp.
- Štýs, S., Výborová, A. 1966:** Vegetace výsypek SHR. *Ochrana přírody*, 9: 133-136.
- Tajovský, K. 2001:** Colonization of colliery spoil heaps by millipedes (*Diplopoda*) and terrestrial isopods (Oniscidea) in the Sokolov region, Czech Republic. *Restoration Ecology*, 9: 365-369.
- Tichý, L. 2004:** Rekultivace vápencových lomů. Navážka brání rozmanitosti rostlin. *Vesmír*, 83 (6): 315-317.
- Tropek, R., Kadlec, T., Karesová, P., Spitzer, P., Kočárek, P., Malenovský, I., Banar, P., Tuf, I. H., Hejda, M., Konvička, M. 2010:** Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology*, 47: 139-147.
- Vojar, J. 1999:** Sukcese obojživelníků na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. Lesnická fakulta, ČZU v Praze, 60 pp. Diplomová práce (nepublikováno).
- Vojar, J. 2000:** Sukcese obojživelníků na výsypkách. *Živa*, 48: 41-43.
- Vojar, J. 2006:** Vytvoření centrální databáze výskytů obojživelníků z mapování za rok 2005. Závěrečná zpráva projektu č. 02021006 programu Ochrana biodiverzity. Msc., dep. in Kancelář Ústřední výkonné rady ČSOP, Praha.
- Vojar, J. 2007a:** Ochrana obojživelníků: ohrožení, biologické principy, metody studia, legislativní a praktická ochrana, Český svaz ochránců přírody – ZO Hasina Louny, Praha.
- Vojar, J. 2007b:** Výsypky – nová příležitost pro obojživelníky?. In: Grohmanová L. (ed.): *Ekologie krajiny v ČR – Těžba nerostných surovin a ochrana přírody*. Sborník ze 7. ročníku semináře věnovaného Ekologii krajiny v ČR, konaného 14. - 15. září 2007 v Horce nad Moravou, 2007: 219-223.
- Vojar, J., Doležalová, J. 2003:** Rozšíření skokana skřehotavého (*Rana ridibunda* Pallas, 1771) na výsypkách Ústeckého kraje. *Fauna Bohemiae Septentrionalis*, 28: 143-152.

**Vojar, J., Doležalová, J., Mikešová, E. 2004:** The species diversity of amphibian communities in brown coal mining deposits: use for management valuable habitats. In: Tichá, I. (ed.): Sustain Life – Secure Survival II. Conference proceedings. 22-25 September, Prague, Czech Republic, 194.

**Votýpka, J. 2006:** Věčné proměny Podkrušnohoří. In: Kurc L. (ed.): Sborník Mýty kolem energie a budoucnost energetiky. Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 2006: 79-89.

**Voženílek, P. 2000:** Obojživelníci a plazi bývalého Severočeského kraje za léta 1992 až 2000. Fauna Bohemiae Septentrionalis, 25: 119-163.

**Vráblíková, J., Blažková, M., Farský, M., Jeřábek, M., Seják J., Šoch, M., Dejmal, I., Jirásek, P., Neruda, M., Zahálka, J. 2008:** Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří, I. část, Přírodní a sociálně ekonomické charakteristiky dispartit průmyslové krajiny v Podkrušnohoří. Univerzita Jana Evangelisty Purkyně v Ústí nad Labem, Fakulta životního prostředí, Ústí nad Labem.

**Vráblíková, J., Vráblík, P. 2002:** Obnova funkce krajiny po těžbě uhlí. In: Rožnovský, J., Litschmann, T. (eds): XIV. Česko-slovenská bioklimatologická konference, Lednice na Moravě 2. - 4. září 2002: 647-653.

**Wake, D. B. 1991:** Declining amphibian populations. Science, 253: 860 pp.

**Wiegleb, G., Felinks, B. 2001:** Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscapes of Lower-Lusatia, Germany. Applied Vegetation Science, 4: 5-18.

**Zákon č. 44/1988 Sb.,** o ochraně a využití nerostného bohatství, v platném znění.

**Zákon č. 334/1992 Sb.,** o ochraně zemědělského půdního fondu, v platném znění.

**Zanini, F. 2006:** Amphibian conservation in human shaped environments: landscape dynamics, habitat modeling and metapopulation analyses. Thèse N° 3635, École Polytechnique Fédérale De Lausanne, Siusse.

**Zavadil, V. 2002:** Historický a současný výskyt obojživelníků a plazů v okolí Sokolova s přihlédnutím k jejich možnostem spontánního osídlení nově vzniklých biotopů na výsypkách a k introdukci na výsypky. In: Kolektiv: Příroda 13 – Sborník prací z ochrany přírody. AOPK ČR, 85-105.

**Zavadil, V. 2007:** Je nutný management pro obojživelníky? In: Bryja, J., Zukal, J. (eds): Zoologické dny Brno 2007, Sborník abstraktů z konference 8. - 9. února. Ústav biologie obratlovců AV, Brno: 122-123.

**Zavadil, V., Sádlo, J., Vojar, J. in press:** Biotopy našich obojživelníků a jejich management při současných změnách dlouhodobého vývoje krajiny. AOPK ČR, Praha.

**Zelený, V. 1999:** Rostliny Bílinska. Grada Publishing, Praha, 135 pp.

## **6. Přílohy**

**6.1 Faunistický přehled a zhodnocení výskytů obojživelníků na severočeských výsypkách**

**6.2 Porovnání vlastností prostředí na rekultivovaných a nerektivovaných výsypkách severních Čech**