

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta životního prostředí**

**Bakalářská práce**

**Vedoucí bakalářské práce: Ing. Markéta Hendrychová Ph.D.**

**Vypracoval: Jiří Chládek**

**2016**

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jiří Chládek

Vodní hospodářství

Název práce

**Možnosti využití hnědouhelných odkališť v ochraně přírody**

Název anglicky

**Brown coal combustion by-products deposits potential for nature protection**

---

### Cíle práce

Odkaliště přiléhající ke každé hnědouhelné elektrárně, teplárně, případně větší fabrice, mají negativní vliv na některé složky životního prostředí, ale představují také centrum výskytu vzácných druhů.

Práce by měla přinést přehled výsledků z již prozkoumaných odkališť, ale také využít dostupná ještě nezpracovaná data (odkaliště Ledvice a Počeradý, 2014).

Dále bude navržena metodika vlastního experimentu s cílem zjistit rozdíly ve složení společenstva vybraného taxonu bezobratlých na jednom odkališti v závislosti na (1) stáří plochy (raná vs. starší sukcesní stadia), (2) managementu (rekultivace vs. sukcese) a (3) způsobu ukládání vedlejších energetických produktů (stabilizát vs. popílek, suchá vs. mokrá cesta). Podle metodiky, bude v rámci BP provedena také pilotní studie.

### Metodika

- literární rešerše – význam postindustriálních ploch v ochraně přírody, role odkališť
- návrh designu experimentu
- pilotní studie – sběr a třídění bezobratlých, prezentace alespoň předběžných výsledků diskuse, závěr

**Doporučený rozsah práce**

40

**Klíčová slova**

vedlejší energetické produkty, odkaliště, popílek, ochrana přírody, bezobratlí

**Doporučené zdroje informací**

- Hendrychová M. & Kabrna M. 2008: Aplikace rekultivačního výzkumu do praxe – možnost uplatnění spontánní sukcese. Zpravodaj Hnědé uhlí 4: 2 – 9.
- Řehounek J., Řehouneková K. a Prach, K.(edit): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice, 2010
- SRBA M., TYRNER P. 2003: Výskyt *Bembix tarsata* (Hymenoptera, Sphecidae) v severozápadních Čechách. Sbor. Okres. Muz. v Mostě, ř. přír., 25: 49-51.
- Tropek R., Cerna I., Straka J., Kadlec T., Pech P., Tichánek F. a Sebek P. 2014. Restoration management of fly ash deposits crucially influence their conservaton potential for terrestrial arthropods. Ecological Egnineering 73:45-52.
- Tropek R., Řehounek J. 2012. Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Entomologický ústav AV ČR. Praha.
- WALKER L.W. a DEL MORAL R. 2003: Primary Succession and Ecosystem Rehabilitation. Cambridge University Press. Cambrigde.

**Předběžný termín obhajoby**

2015/16 LS – FŽP

**Vedoucí práce**

Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra biotechnických úprav krajiny

Elektronicky schváleno dne 1. 4. 2015

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 10. 04. 2016

**Prohlášení:**

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně, pod vedením Ing. Markéty Hendrychové Ph.D. a že jsem uvedl všechny použité literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 10. 4. 2016

---

**Poděkování:**

Chtěl bych poděkovat mé vedoucí práce za pomoc s výzkumem, rady a trpělivost s vedením práce. Dále bych rád poděkoval společnosti ČEZ a.s., že umožnila výzkum na svém odkališti Ledvice a technologu provozu Romanu Vöröšovi za informace, ochotu a čas, který se mnou trávil na odkališti. V neposlední řadě bych také rád poděkoval doc. Petru Boguschovi, Ph.D. za přesné určení nasbíraného materiálu.

### **Abstrakt**

Na odkališti hnědouhelné elektrárny Ledvice, nacházející se v Severočeské hnědouhelné pánvi poblíž Bíliny, byl na šesti studijních plochách odlišného stáří a managementu od května do srpna 2015 prováděn sběr žahadlového hmyzu (*Hymenoptera: Aculeata*). Metodou Moerickeho pastí bylo odchyceno 283 jedinců, 70 druhů náležících do devíti čeledí. V Červeném seznamu je uvedeno 10 druhů, tři druhy jsou kriticky ohrožené, tři druhy jsou ohrožené a čtyři druhy zranitelné. Výhradně rekultivované plochy preferovalo pouze 8 druhů (52 jedinců), pouze sukcesní plochy obývalo 23 druhů (132 jedinců) a celkem nerekultivované plochy (sukcesní plochy a plochy bez vegetace) preferovalo 62 druhů (231 jedinců).

### **Abstract**

Six study plots of different age and management located on brown coal combustion by-products from Ledvice power plant were chosen for aculea (wasps and bees) investigation. Data were collected by Moericke pan traps from May to August 2015. In total, 283 individuals of 70 species belonging to 9 families were determined. Ten species listed in Red list (3 species critical endangered, 3 species endangered, 4 species vulnerable). Strictly on reclaimed area was preferred by 8 species (52 individuals), strictly on succession area was found 23 species (132 individuals) and in total on non – reclaimed areas (succession areas + areas without vegetation) was found 62 species (231 individuals).

**Klíčová slova:** vedlejší produkty, odkaliště, popílek, ochrana přírody, bezobratlí

**Keywords:** combustion by-products, deposits, fly ash, nature protection, invertebrates

## Obsah

1. Úvod.....	1
2. Literární rešerše.....	2
2.1 Historie krajiny ve střední Evropě .....	2
2.2 Sukcesní proces .....	3
2.2.1 Primární sukcese.....	3
2.2.2 Sekundární sukcese .....	4
2.2.3 Řízená sukcese.....	4
2.3 Rekultivace .....	4
2.4 Postindustriální stanoviště.....	6
2.4.1 Výsypky .....	6
2.4.2 Pískovny a štěrkopískovny.....	8
2.4.3 Kamenolomy.....	9
2.4.4 Odkaliště .....	11
2.4.4.1 Popílek.....	11
2.4.4.2 Struska.....	12
2.4.4.3 Rekultivace .....	12
2.4.4.4 Ochrana přírody.....	13
2.5 Modelová skupina .....	15
3. Metodika.....	17
3.1 Popis zájmového území .....	17
3.1.1 Klima .....	17
3.1.2 Geologické poměry.....	17
3.1.3 Flora a fauna.....	18
3.2 Studovaná lokalita .....	18
3.3 Design pokusu .....	19
3.4 Metody sběru .....	21
3.5 Zpracování dat.....	22
3.6 Charakteristiky druhů .....	23
3.6.1 Rozšíření daného druhu v České republice .....	23
3.6.2 Biotopové preference .....	23
3.6.3 Hustota vegetace.....	24
3.6.4 Způsob hnízdění.....	24
3.6.5 Potravní vztahy .....	24

4.	Výsledky .....	25
4.1	Biotopové preference .....	30
4.2	Způsob hnízdění.....	32
4.3	Potravní nároky .....	33
4.4	Hustota vegetace .....	35
4.5	Rozšíření nalezených druhů v ČR.....	36
4.5.1	Příroda – ochránářská hodnota nalezených druhů .....	38
5.	Diskuze.....	40
6.	Závěr .....	43
7.	Seznam použité literatury .....	44
8.	Přílohy.....	50
8.1	Příloha č. 1.....	50
8.2	Příloha č. 2.....	51
8.3	Příloha č. 3.....	54
8.4	Příloha č. 4.....	54
8.5	Příloha č. 5.....	55



## **1. Úvod**

Krajina v Evropě už od počátku svého vzniku neustále mění svoji podobu. Nejdříve byly proměny pozvolné. Pomalé změny počasí (doby ledové – meziledové) nebo působení různých herbivorů. Postupně vlivem člověka nabývaly změny na intenzitě. Zvláště industrializace v 19. a 20. století znamenala obrovské změny. Živočišné druhy ztrácely svá původní stanoviště a situaci nepomohla ani nevhodně zvolená koncepce ochrany přírody. Ta, ač byla dobře myšlena, vedla k dalšímu zhoršení životní situace některých druhů. Ty se poté rozdělily do několika skupin, některé vymřely, některé se dokázaly přizpůsobit změnám a některé si dokázaly najít nová stanoviště, která jim vyhovují a jsou schopny na nich prosperovat (Bouma a kol, 2014; Konvička a kol., 2005; Tropek a Řehounek, 2012).

Ačkoli vzal člověk mnoha druhům jejich přirozená stanoviště, tak svojí činností nevědomky vytvořil na mnoha lokalitách vhodné podmínky pro osídlení novými druhy. Mnohým bezobratlým postindustriálními stanoviště často nahrazují pro ně přirozené písčiny, stepi a sprašové stěny. Tuto skutečnost dokazuje mnoho studií a s jejich zvyšujícím se počtem se začíná měnit strategie ochránců přírody. Dříve byly předmětem ochrany pouze původní biotopy. Dnes se začínají chránit i lokality, na kterých žijí vzácné druhy, bez ohledu na původ vzniku. Tomu bohužel nenapomáhá zákon o Ochráně a využití nerostného bohatství (44/1988sb.), dle kterého musí být zhotoven plán na následnou rekultivaci, která musí být provedena po ukončení lidské činnosti. To vede opětovně ke zvýšení rizika ztráty mnoha ohrožených druhů a místo pestrých, mozaikovitých ekosystémů, které sou vyhledávány mnohými druhy, vznikají lokality s nízkou biodiverzitou.

Provedený výzkum na vybraném odkališti, které bylo již z části zrekultivováno, by měl potvrdit přírodu – ochranářský význam postindustriálních stanovišť, která nepodlehla rekultivaci a byla ponechána přírodní sukcesi.

### **Cílem práce je**

- Uvést přehled výsledků již zkoumaných odkališť
- Provést sběr blanokřídlých žahadlovitých a zpracovat získaná data
- Porovnat přírodu – ochranářskou hodnotu jednotlivých lokalit s ohledem na stáří a management.

## **2. Literární rešerše**

### **2.1 Historie krajiny ve střední Evropě**

Krajina procházela vývojem už od samého počátku existence. Na většině rozlohy střední Evropy se po poslední době ledové nacházela suchá, chladná step s velkými výkyvy teplot a malým množstvím srážek. Po skončení glaciálu dochází k ústupu pevninských ledovců a obrovskému rozmachu lesa. Step ale nezmizela úplně, nacházela se v nižších polohách Evropy (Konvička a kol., 2005). Přibližně kolem roku 5 000 př. n. l. dochází k tzv. klimatickému optimu. V této době neolitický člověk začíná zakládat farmy, chovat zvířata. Nejdříve osidluje otevřená místa v nížinách poblíž řek, ale se zvyšující se početností populace dochází také k osidlování méně úrodných oblastí a kácení lesů (Kalis a kol, 2003). Mimo člověka udržovali otevřená stanoviště také velcí herbivoři (pratur, zubr). Jak člověk procházel vývojem, začalo docházet k vybití těchto velkých býložravců, avšak jejich absenci dokázala nahradit zvyšující se intenzita kácení lesů (stavební účely, palivové dřevo, pastvy, ...) (Konvička a kol., 2005). Lesů ubývalo a ve 13. století byla přijata opatření na ochranu lesů v podobě regulace pastvy hospodářských zvířat a v některých oblastech bylo dokonce kácení lesů zakázáno. Lesy ale dále postupně mizely díky rostoucí populaci, poptávce po pastvinách a dřevu. To umožnilo aspoň částečný návrat původních biotopů (Vera 2000).

Během posledních 200 let došlo v krajině k největším a nejrychlejším změnám (Konvička 2005). Tradiční zemědělství a pastevectví zaniklo, nastala intenzifikace, objevování nových plodin, které jsou méně náročné na živiny, klesala potřeba obdělávané půdy. S příchodem velkoobjemového globálního transportu komodit došlo i k masivnímu poklesu pastevectví a pastviny byly často přeměňovány na ornou půdu, hůře přístupné pozemky byly zalesněny (Konvička a kol., 2005; Bouma a kol, 1998). To vedlo k postupné ztrátě rozmanitých, druhově bohatých ekosystémů, které byly nahrazeny hrstkou prosperujících, nenáročných druhů. (Bouma a kol, 2014) Další velkou ranou pro živočichy preferující bezlesí byla v 50. letech 20. století kolektivizace zemědělství. Malé plochy políček s různým využitím byly rozoráváním remízků a mezí přeměněny na monotónně obdělávané

velkoplošné lány. Části území nepřístupného pro mechanizaci byly zalesněny nebo ponechány přírodní sukcesi. Dále byly například odvodňovány podmáčené plochy i mokřady, regulovány vodní toky, velký zásah do přírody znamenal navýšování těžby nerostných surovin nebo vývoj v oblasti chemie. Používání insekticidů a průmyslových hnojiv vedlo k vymírání citlivých druhů. Nové metody chovu dobytka vedly k zániku květnatých luk (Konvička a kol., 2005).

Během 20. století se začínají objevovat první zprávy, že postindustriální stanoviště poskytuje pro ohrožené druhy ideální podmínky. V jeho druhé polovině začíná docházet ke vzniku sítě chráněných území a k jeho konci vznikají i menší chráněné lokality. Zapříčinila to hlavně změna strategie ochránců přírody. Do popředí se dostává názor, že ochranu si zasluhují i lokality zasažené člověkem (dnes přibližně 75% krajiny), které jsou obývány ohroženými druhy (Tropek a Řehounek, 2012).

## **2.2 Sukcesní proces**

Sukcese je vývoj společenstev daného území, který směřuje k úplné změně druhé skladby. Je to přirozený proces v jakémkoli ekosystému, ve kterém dochází k disturbancím. Ty narušují nebo úplně likvidují již vyvinutá společenstva (BIOgeografie, 2016). Jedná se o předvídatelný sled změn o určité rychlosti a konečná fáze sukcese je závislá na daném stanovišti. V ideálním případě končí vyváženým ekosystémem, jinak nazývaným klimax. Pokud na daném území nepanují ideální podmínky a sukcese je dlouhodobě blokována v určitém stádiu, jedná se o edafický klimax (Kulhavý a kol., 2014).

Sukcese se dělí na tři hlavní typy:

### **2.2.1 Primární sukcese**

Jedná se o dlouhodobý proces, který trvá staletí a probíhá na územích, která ještě nebyla osídlena žádnými organismy. Jako příklady můžeme uvést nerekulturní skládky, hnědouhelné výsypky, odkaliště nebo krajinu zalitou lávou po sopečné erupci (Míchal 1994). Na takto nově vytvořených vrstvách trvá dosažení klimaxového stádia i přes tisíc let, protože se půda musí zcela vytvořit (Svoboda, 1971).

V první fázi je toto území útočištěm pro nenáročné organismy, které jsou schopny přežít v nevhodných podmínkách s minimem živin. Nazýváme je pionýrskými druhy. Jsou to převážně velice adaptabilní druhy, které řadíme mezi r-stratégy. Tedy jedince, kteří kladou důraz na rozmnožování, přičemž kvalita a konkurenceschopnost je odsunuta do pozadí. Znamená to početné potomstvo s vysokou úmrtností, čímž připravují území k osídlení dalšími druhy. Můžeme sem zařadit plevely nebo drobné savce (BIOgeografie, 2016; Šálek a kol., 2005).

### **2.2.2 Sekundární sukcese**

Oproti primární sukcesi trvá sekundární sukcese kratší dobu - desítky let, v některých případech ale i 1 až 2 století. Je to obnova území, kde již probíhala primární sukcese, ale byla nějakým způsobem zastavena – záplavy, požáry. Nová společenstva se díky tomu mohou začít vytvářet v prostředí s vyvinutou půdou, ve které mohla přežít semena původních druhů (Míchal 1994).

Sem patří ve většině případů také zásahy člověka. V místech, kde byla původní společenstva nahrazena, je nutností pravidelnými disturbancemi přerušovat sukcesi a vracet ji do raných stádií. Dobrým příkladem toho jsou vykácené lesy pro získání ploch pro pastvu a zemědělství, ale v místech, kde byla lidská činnost omezena či přerušena, dochází k opětovnému rozmáhání lesů (Svoboda, 1971). S tímto fenoménem se například potýká pohraničí České republiky, kde po roce 1989 došlo k rozpadu JZD a pozemky luk a polí byly často skoupeny se spekulativním záměrem (nejsou udržovány orbou nebo sečením).

### **2.2.3 Řízená sukcese**

Je to metoda, jakou se dá pečovat o plochy, na kterých probíhá sukcesní proces. Slouží ke zvýšení biodiverzity i stability a snaží se sukcesi směřovat požadovaným směrem. Zásahy člověka spočívají ve sledování a podpoře spontánní sukcese - dosazování původních druhů, sečení, hnojení (Šoch a kol., 2009).

## **2.3 Rekultivace**

První zákonné zmínky o obnově území rekultivací pocházejí již z druhé poloviny 19. století v Horním zákoně Rakousko-Uherské monarchie (Šoch a kol., 2009). Dnes je

tato problematika řešena na základě zákona o Ochráně a využití nerostného bohatství (44/1988sb.), který ukládá povinnost zrektivovat krajinu poznamenanou těžbou a mít vypracovaný plán rektivace dříve, než samotná těžba začne (M. Hendrychová, 2008). Obdobná povinnost platí také u odkališť, nicméně u rozsáhlejších ploch narušených povrchovou těžbou surovin a na haldách vytěžené hlušiny u hlubinných dolů mají delší tradici a propracovanější metodiku, která se může do problematiky začlenění uzavřeného odkaliště do krajiny přenést.

Jelikož je krajina během těžby značně poničena, dochází k přetváření reliéfu a na to navazují změny hydrologických a klimatických charakteristik. Hlavním cílem rektivace je zahlazení stop po těžbě a začlenění daného území jako funkčního celku.

Rozlišujeme čtyři druhy rektivací – zemědělská (orná půda, travní porost), lesnická a parková, vodní a ostatní rektivace (sportoviště, rekreace).

Rektivace musí vycházet z historického kontextu, ovšem musí být brán ohled na současné potřeby regionu. Je omezena mnoha faktory. Jedním z důležitých faktorů je cíl rektivace, tedy zda dojde k využití komerčnímu, rekreačnímu, atd. Dále se musí vycházet ze stanovištních podmínek. Z ekologického hlediska je hlavním parametrem výskyt významných druhů.

Dnes je často diskutována vhodnost procesu rektivace a přirozené sukcese. Řízená rektivace zrychlí vývoj společenstva a ozelenění rektivačních ploch. Zmírní dopady na okolí (prašnost, toxicita), je potlačována konkurenceschopnost a plochy se vrátí rychleji k původnímu využití. Na druhé straně je ale vhodné, dle ekologického i estetického hlediska, nechávat části lokalit přírodní sukcesi, protože neuvážené využití rektivací bohužel v některých lokalitách vede k likvidaci dlouhodobého procesu přirozené sukcese a člověkem vytvořený biotop je značně méně kvalitní a ekologicky méně cenný (Sklenička, 2003).

### **3.1 Rektivace na SHP**

Šoch (2009) ve své publikaci píše, že v roce 2008 byla v Severočeské hnědouhelné pánvi dokončena rektivace na celkové ploše 11 425ha, na dalších přibližně 8 500ha byla rektivace rozpracována a celková plocha zasažená těžbou dosáhla hranice 28 tisíc ha. Téměř v padesáti procentech převažuje lesnická rektivace,

zemědělská rekultivace byla provedena přibližně na třetině území. Postupně svůj objem navyšuje rekultivace hydrická, která probíhá tak, že se zbytková jáma zaplaví a na jejím okraji vznikne rekreační středisko nebo jsou břehy zalesněny.

Vývoj rekultivací na SHP bychom od padesátých let minulého století mohli charakterizovat tak, že nejdříve převažovaly jednoduché zemědělské rekultivace s minimální úpravou, postupně se prosazovaly koncepce s důkladnější úpravou pozemků. V 70. a 80. letech převažovala postupně intenzifikovaná zemědělská rekultivace. Od 90. let se objevuje snaha tvořit funkční, ekologicky hodnotné ekosystémy (Šoch a kol., 2009). Elektrárna Chvaletice má své složiště v bývalém manganokyzovém dole, kde se dnes uskutečňuje na pokusných plochách výsadba a probíhají zde pokusy s homogenizací substrátů. Někdy dochází k poměrně netradiční přeměně odkaliště, například úložiště elektrárny Tušimice -Vysočany bylo na přání obce Hrušovany přeměněno do podoby golfového hřiště (ČEZ a.s., 2015).

## **2.4 Postindustriální stanoviště**

Jedná se o člověkem vytvořená antropogenní místa, na kterých byla značně omezena nebo úplně zastavena průmyslová činnost a přírodní druhy se na tato území začínají navracet. Vytvářejí se rozmanitá, druhově bohatá společenstva. Některé druhy využívají tato stanoviště jako náhradu za své přirozené biotopy (Tropek, Řehounek, 2012).

### **2.4.1 Výsypky**

Mezi nejčastější postindustriální stanoviště bychom mohli zařadit výsypky. Ty vznikají (na našem území) převážně povrchovou těžbou hnědého uhlí a mění nenávratně podobu krajiny. Jsou to zeminy nad ložisky těženého materiálu. Na Severočeské uhelné pánvi tvoří nadloží uhelné sloje libkovičské vrstvy (jílovito – písčité sedimenty) s čůčkami pelosideritů (siderit s příměsí jílu) (Beneš a kol., 1986); Severočeské doly a.s., 2016 a). Dnes je jejich rozloha odhadována na 270 km<sup>2</sup> (Prach a kol., 2011). Řehounek (2015) uvádí, že některé výsypky jsou ponechány spontánní sukcesi (oficiálně bylo vymezeno pouze 0,7 km<sup>2</sup>). Naprostá většina je podrobena rekultivacím, ty probíhají zpravidla po sednutí výsypkového materiálu, který je

těžkou technikou srovnán do roviny a následně je hustě osázen stromy nebo zatravněn.

Výsypky mají značně členitý reliéf (vznik pomocí pásových zakladačů), který je nadále rozrušován erozí vody. Vznikají tak mikroreliéfy, které jsou velice příznivé pro rozvoj druhově bohaté společnosti (Řehounek a kol., 2015). Samotné druhové složení je závislé na společenstvech, která se nacházejí v okolí přibližně 100 metrů. (Prach a Řehounková 2007). Paradoxně by se tak mělo zvážit využití spontánní sukcese, protože pokud se v okolí nacházejí invazní, nepůvodní druhy, může dojít k rozšíření na výsypku a zablokování dalšího vývoje (Rejmánek, 1989).

Výsypky mimo jiné nahrazují písčiny, stepi i sprašové stěny a jsou tak velkým lákadlem pro teplomilné a na písčiny specializované druhy. Z žahadlových blanokřídlých mezi ně například patří kutík hladký (*Lindenius laevis*), kutilka červenonohá (*Ammophila heydeni*) nebo kriticky ohrožená dlouhoretka krátkokřídlá (*Bembix tarsata*) (Tropek, Řehounek, 2012). Radics (2014) ve své práci píše, že na výsypkách bylo nalezeno přes 200 druhů žahadlového hmyzu, který se dělí do 13 čeledí. Z toho je 54 druhů ohrožených a jeden druh je veden jako regionálně vyhynulý (*Evagetes littoralis*).

Z brouků můžeme na výsypkách najít kriticky ohroženého křepčíka obroubeného (*Cybister lateralimarginalis*), v roce 2015 provedl Kolář a kol. výzkum na mosteckých hnědouhelných výsypkách a byla nalezena poměrně početná populace tohoto druhu. Nález tak potvrzuje potenciál postindustriálních stanovišť suplovat původní biotopy (Kolář a kol., 2015).

Velmi cenné jsou také mokřady, které vznikají ve sníženinách a bývají často na úrovni spodní vody. Mezi rostlinami zde najdeme rákos (*Phragmites australis*) nebo orobinec širokolistý (*Typha latifolia*), které poskytují ideální podmínky pro některé druhy vážek či obojživelníků. Mezi vážky sem můžeme zařadit vážku podhorní (*Sympetrum pedemontanum*), vážku hnědoskvrnou (*Orthetrum brunneum*) nebo vážku žlutoskvrnou (*Orthetrum coerulescens*). V letech 2012 až 2013 prováděli Harabiš a kol. (2013) studii o vážkách. Na území Severočeské hnědouhelné pánve bylo nalezeno 32 druhů vážek (14 *Zygoptera*, 18 *Anisoptera*), z toho byl jeden druh označen za ohrožený, sedm jich bylo označeno za zranitelné a jeden druh (*Leucorrhinia pectoralis*) je veden v celoevropské databázi pro ochranu ohrožených

živočichů – Natura 2000 (Harabiš, 2013). Další studie probíhala na odvodňovacích kanálech Radovesické výsypky a bylo zde nalezeno 22 druhů vážek, z nichž třetina je zapsána do Červeného seznamu ohrožených druhů. Bylo nalezeno kriticky ohrožené šidélko ozdobné (*Coenagrion ornatum*), z ohrožených druhů vážka žlutoskvrnná (*Orthetrum ceorulescens*) nebo vážka podhorní (*Sympetrum pedomontanum*) a ze zranitelných například šídlatka brvnatá (*Lestes barbarus*) (Tichánek, 2013).

Výsypky lákají také obojživelné druhy pro svou různorodost. Díky specializovaným nárokům tohoto taxonu, spolu s omezenou pohyblivostí, se stávají bioindikátory (kvalita prostředí, pestrost biotopů). Na tomto postindustriálním stanovišti můžeme najít ropuchu zelenou (*Pseudepidalea viridis*), skokana skřehotavého (*Pseudepidalea ridibundus*), čolka obecného (*Lissotriton vulgaris*) nebo čolka velkého (*Triturus cristatus*) (Doležalová a kol., 2012). Na Mosteckých a sokolovských výsypkách byl proveden výzkum a bylo zaznamenáno 12 druhů obojživelníků (Doležalová a kol., 2007).

Na chemicky příznivých výsypkách (zásaditých) je možné nalézt také značnou druhovou rozmanitost plžů. Během výzkumu, který byl prováděn na Sokolovsku, byly nalezeny s převážně širokými ekologickými nároky (Tropek, Řehounek, 2012). V Severočeské hnědouhelné pánvi byl mezi městy Litvínov a Most prováděn výzkum, během kterého bylo nasbíráno 16 tisíc jedinců ze 140 druhů. Z toho bylo na pouze na sukcesních plochách nalezeno 37 % druhů, na pouze na rekultivacích 16 % druhů (Hendrychová a kol., 2012).

#### **2.4.2 Pískovny a štěrkopískovny**

Těžba písku a štěrkopísku má dlouhou tradici v České republice, značně ovlivňuje krajinu a někdy ji zcela mění (Prach, Řehouneková, 2006). Dochází ke zvyšování členitosti reliéfu. Vznikají svahy s velkým sklonem, což vede ke zrychlení erozních procesů či svahových pohybů. Tím se zpomaluje přírodní sukcese a v některých případech dochází k jejímu úplnému zastavení. Jako následek tak vznikají náhrady přírodních písčin, které jsou již dnes vzácné.

Po skončení těžby je naprostá většina pískoven rekultivována. Nejčastěji se území vrací původní vzhled a účel využití. Jedná se hlavně o zemědělskou půdu nebo les, a pokud se nachází pískovna pod úrovní spodní vody, nechá se zatopit a



břehy se stabilizují proti erozi (převážně výsadba stromové kultury). Na takto zre kultivovaném území vzniká buďto ornice, která je poměrně chudá, nebo vznikají monokultury borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Jsou také případy, kdy je vysazován cizokrajný druh dub červený (*Quercus rubra*), který se stává invazivní. Často se rekultivace provádí za účelem budoucího zisku. Pokud by byly náklady moc velké a nerentabilní, nechávají se malá území spontánní sukcesi (Šebelíková a kol, 2015; Řehouneková a Řehounek 2014). Pro blanokřídle žahadlovité mají velký význam nere kultivované pískovny, neboť suplují říční náplavy a váté písky, což jsou velmi teplá, otevřená stanoviště, která jsou pro tento taxon velice vhodná pro hnízdění (Tropek, Řehounek, 2012). Bogusch a Dvořák (2006) prováděli průzkum v bývalé pískovně u Pamferovy Huti v západní Šumavě. Na území o rozloze 1ha s převážně obnaženým substrátem bylo nalezeno 69 druhů. Například méně hojná hrabalka *Anoplius concinnus*, či kriticky ohrožená kutilka *Dryudella femoralis*, z čalounicovitých *Osmia parietina* Curtis nebo norská vos *Dolichovespula norwegica*). V roce 2012 byl proveden rozsáhlejší výzkum zaměřený na blanokřídle, bylo vybráno mnoho pískoven napříč Českou republikou. Bylo odchyceno přes 1 200 jedinců, kteří náleželi do 221 druhů. To je tedy přes 16% všech druhů, které byly v České republice nalezeny. Z celkového počtu bylo také 27 druhů shledáno jako minimálně ohrožené (Bogusch a kol., 2012). V jiném výzkumu si Bogusch a kol. (2013) vybrali z přibližně 170 aktivních výsypek v České republice 16 náhodných lokalit. Bylo nalezeno celkem 221 druhů včel a vos, což je 16,5 % celkově zaznamenaných druhů v České republice.

### **2.4.3 Kamenolomy**

Ačkoli dochází k těžbě kamene již od samotného počátku vývoje člověka, teprve ve středověku začaly být stopy po těžbě znatelné. S rozvojem techniky a s rostoucí poptávkou po stavebním či dekorativním kameni začaly být zásahy do přírody čím dál větší. Nejdříve člověk sbíral kameny, které se volně nacházely v přírodě. Ve středověku, se zdokonalováním nástrojů, se již začaly objevovat první malé kamenolomy. Objevovaly se zpravidla tam, kde kámen vystupoval na povrch a byl působením vnějších vlivů narušený. S průmyslovou revolucí nastal rozvoj průmyslové těžby a začaly se ve velkém objevovat obrovské lomy.

V lomech se přibližně do období průmyslové revoluce používalo velmi málo trhavy a převážná část práce se vykonala pomocí ručních nástrojů. Vznikaly tak značně členitější lomy, které během několika desítek let splynuly s okolní přírodou. Značně rozsáhlá těžební místa vznikající po průmyslové revoluci do krajiny nezapadají a objevují se projekty na jejich opětovné začlenění.

To probíhá převážně vyrovnáním terénu. Často je využíván odpadní materiál, který je převrstven ornici a následně zatravněn nebo osázen lesními dřevinami. Tyto rekultivace vedou často k likvidaci rozmanitých stanovišť, což vede ke vzniku chudých monokultur (Řehounek a kol., 2015).

Faunu kamenolomů ovlivňuje především jejich chemické složení. Vápencové kamenolomy nahrazují suchozemským plžům, vázaným na vápník, původní stanoviště (Juříčková et al. 2005, Pflieger 2000). Například jde o ovsenku žebernatou (*Chondrina klienta*), ovsenku skalní (*Chondrina avenacea*) nebo vřetenatku lesklou (*Bulgarica nitidosa*). Z jiných ohrožených a vzácných druhů lákají tyto lomy například vážky rodu *Orthetrum* nebo *Sympetrum*, jejichž zástupci jsou uvedeni v červeném seznamu.

U blanokřídlých žahadlovitých záležití na pokročilosti sukcese v daném lomu, v nízkém stádiu se nachází převážně tvrdý podklad a až časem vznikají místa se substrátem, na kterých se tvoří mikrostanoviště. Ideální jsou hrany lomů, které jsou dostatečně osvětlené (Tropek, Řehounek, 2012). V kamenolomech můžeme najít kutilku *Ammophila terminata*, která je zařazena v Červeném seznamu. Z včel *Neosmia bicolor* nebo *Megachile lagopoda*. A ze zlatěnek *Chrysuria austriaca*. (Řehounek a kol., 2015)

V roce 2007 byl prováděn výzkum v CHKO Český kras poblíž Prahy, který byl zaměřen na ohrožené členovce a cévnaté rostliny. Lokalita je významná tím, že se zde nachází přes stovku lomů, které jsou většinou opuštěné. Bylo vybráno deset studijních ploch, na kterých bylo nalezeno celkem 692 druhů. Z nich například bylo 153 druhů cévnatých rostlin, 28 druhů kobylek, 94 druhů ploštic nebo 85 druhů střevlíků. V Červeném seznamu bylo zaneseno přibližně 10 % celkově nalezených druhů (Banar a kol., 2010).

#### **2.4.4 Odkaliště**

Odkaliště je vodohospodářské dílo s prostorem přírodním nebo uměle ohraničeným, sloužící pro trvalé nebo dočasné uskladnění převážně hydraulicky dopravovaného odpadu (Votruba 1981). Odkaliště můžeme najít v bezprostřední blízkosti prakticky každé uhelné elektrárny, teplárny či jiné velké továrny, kde dochází ke spalování fosilních paliv ve větším měřítku (Rauch a kol, 2010). Rozsáhlejší z nich se nacházejí například na Mostecku, severní Moravě nebo Sokolovsku. Menší jsou rozesety prakticky po celé republice.

Odkaliště začala vznikat převážně v druhé polovině 20. století spolu s rozmachem energetiky, ale dnes se zvyšujícími se ekologickými nároky (př. prašnost) na provoz odkališť jich značně ubývá.

Toto postindustriální stanoviště je pro jemný a sypký materiál (naprostou většinu deponátu tvoří popílek a struska) vhodnou náhradou za vzácné přirozené písčiny. V těchto lokalitách se nacházejí velice ohrožené druhy, z nichž některé byly již považovány za vyhynulé (Řehounek a kol., 2015).

Robert Tropek s kolektivem autorů provedl na třech odkalištích v severních Čechách (Třískolupy, Tušimice, Pruněřov) výzkum a bylo nalezeno celkově 495 druhů členovců, z kterých bylo 132 ohrožených a osm z nich se dokonce považovalo v České republice za vyhynulé. Odchytili také přes 9 tisíc jedinců včel a vos zařazených do 318 druhů, z nich bylo 26 ohrožených, 23 druhů kriticky ohrožených a 7 druhů bylo považováno za vyhynulé (Černá a kol., 2015).

##### **2.4.4.1 Popílek**

Popílek je nespalitelná příměs anorganického původu, která byla buďto součástí rostliny nebo byla do uhlí splavena podzemní vodou (Profipress s.r.o., 2004). Množství popílku je závislé na kvalitě spalovaného uhlí i samotného spalovacího procesu a tvoří většinu deponií (Řehounek a kol., 2015). Na území České republiky je spalováno převážně hnědé uhlí, které obsahuje až 30% nespalitelné směsi (Severní energetická, 2014).

Popílek je nejjemnější složkou (0,1  $\mu\text{m}$  až 1mm) vznikající během spalování a musí být filtrován pomocí mechanických nebo elektrostatických odlučovačů. Snaha o co nejúčinnější filtraci tzv. polétavého popela je z důvodu poškozování vnitřních

orgánů při inhalaci a schopnosti zvyšovat riziko dýchacích chorob (Fečko a kol, 2003; Smith a kol. 2006).

Popílek je z elektrárny na odkaliště dopravován mokrou nebo suchou cestou. Až do 90. let převažovalo ukládání mokrou cestou (plavením), kdy je suspenze popílku a vody dopravována potrubím pomocí čerpadla přímo na určenou plochu, kde je rozlévána a dochází k usazování popílku (Fečko a kol. 2003). Přebytečná voda se akumuluje ve zbytkovém jezeře, odkud je jímána a přefiltrována, aby se zabránilo kontaminaci spodních vod (Putilov a Putilova, 2010). Ukládání suchou cestou je velice vzácné a náročné pro svoji extrémní prašnost. Jedná se o přepravu v suchém stavu, dnes se využívá v kombinaci se stabilizátem (Řehounek a kol. 2015).

V roce 1999 bylo v České republice vyprodukováno přibližně 10 milionů tun popílku a uloženo přibližně 90% produkce (Fečko a kol, 2003). Alternativní využití můžeme najít ve stavebnictví (tvárnice, náhrada cementu), v zemědělství (zvýšení úrodnosti půd), ale stále větší produkce popílku vede k nedostatku místa v deponiích a využívá se při rekultivačních postupech ve směsi s dalšími odpady (Řehounek a kol. 2015). Významným faktorem pro následné využití jsou vlastnosti popílku. Ty se odvíjejí už od samotného procesu spalování a příměsí v uhlí. Vznikají popílků zásadité nebo kyselé, v případě továren zpracovávajících rudu atp. se mohou objevit těžké kovy. Některé z nich mohou představovat hygienické a environmentální riziko (Dik a kol., 2011).

#### **2.4.4.2 Struska**

Je to porézní forma popela, která vznikla roztavením tuhých zbytků. Velikost zrna dosahuje desítek mm. V kombinaci s popílkem vytváří podobnou strukturu jako písčité a štěrkovité zeminy (Frána a Severa, 2002).

#### **2.4.4.3 Rekultivace**

Na odkalištích se můžeme setkat s více druhy rekultivací, mezi ty hlavní můžeme zařadit zemědělskou, parkovou, lesnickou.

U zemědělské rekultivace dochází ke stabilizaci terénu (například pomocí geotextilie) a k převrstvení naplavovaného popílku zeminou, která je následně oseta plodinami nebo travinami. Osivo se volí dle místa, povahy popílku a materiálu,

kterým byl převrstven. Tato rekultivace je podmíněna nízkým obsahem toxických látek v popílku. Kořenový systém rostlin může pronikat hluboko do navezené zeminy a hrozí možnost kontaminace těžkými kovy a jinými škodlivými látkami, které popílek obsahuje. Proto tento rekultivační postup není vhodný pro kontaminované popílků (Frána a Severa, 2002; Řehounek a kol., 2015). Pokud převrstvení dosahuje výšky 40-50 centimetrů, mohou se pěstovat jakékoli zemědělské plodiny. Pokud je vrstva nižší, je vhodné danou plochu na určitou dobu zatravnit (Kolář, 1969).

Lesní a parková rekultivace se od zemědělské liší tím, že k převrstvení stačí nižší vrstva zeminy. Může se také provádět přímá rekultivace, což znamená přímá výsadba dřevin a keřů do popílku. V takovém případě je doporučeno sázet pionýrské dřeviny, které nejsou náročné (Kolář, 1969). Vhodné je sazenice podpořit hnojivem (Petříková, 1990). U lesních rekultivací se zajišťují pozemky pomocí vhodně zvolených stromů a keřů, u kterých je postupně upravována dřevinná, prostorová a vertikální skladba. Takto rekultivované plochy mohou přecházet do produktivního stavu, pokud je jejich zdravotní stav dobrý.

Parková rekultivace je kombinace dřevin, keřů a zatravnění. Úkolem je plnit sociální, doprovodné či meliorační funkce. Vznikají tak remízky s nízkým procentem zalesnění, které jsou vhodné pro zvěř a ptactvo. Pokud je zastoupení dřevin vyšší, vznikají skupiny dřevin, jejichž význam je především estetický. Dále sem můžeme zařadit porostní pásy, živé ploty, stromořadí (Minx a kol., 2003).

#### **2.4.4.4 Ochrana přírody**

Již během provozu se odkaliště stává útočištěm mnoha vzácných druhů hmyzu, který vlivem homogenizace krajiny ztrácí své původní specifické biotopy. Následně, často pomalé, zarůstání vlivem toxického znečištění, například těžkými kovy (liší se dle složení uhlí, které je páleno), blokuje či zpomaluje přírodní sukcesi, což v některých případech znamená i možnost rozvoje pro některé méně zdatné rostliny (orchideje, zeměžluče) (Ježek, 2013). Výsledkem je biotop velice podobný písčinám – mechanicky nestabilní substrát, který je náchylný k vysušení, s velkými rozdíly teplot ve dne a v noci (Tropek a kol., 2013). Pokud je v okolí aspoň nějaká potrava a odkaliště není extrémně zamořeno toxickými látkami, najdeme na něm zcela určitě

zástupce některých druhů blanokřídlého hmyzu. Sypký a jemný substrát je ideální pro tvorbu hnízd. Příměs černých sazí podporuje hromadění tepla, což vyhovuje především extrémně teplomilným druhům (Řehounek a kol., 2015).

Značně u odkaliště záleží na tom, jakým sukcesním stadiem právě prochází. Z počátku se daří hlavně vzácným rostlinám, které v okolí vymizely a jejich formy se mohou měnit v závislosti na podmínkách mikroklimatu. Proto je žádoucí, aby docházelo na území k disturbancím a sukcesi blokujícím procesům, jako například motokros nebo plánovitá těžba popílku (Řehounek a kol., 2015).

Z bezobratlých zástupců můžeme zmínit kutíka písčitého (*Crossocerus wesmaeli*), čalounici jetelovou (*Megachile leachella*), včeláka helvétského (*Tachysphex helveticus*) nebo kriticky ohroženého stopčika pobřežního (*Mimumesa littoralis*). Pokud je odkaliště stále aktivní, přítomnost zbytkového jezera zvyšuje druhovou rozmanitost ještě o mokřadní druhy, které obývají rákosiny, jsou to například maskonoska mokřadní (*Hylaeus moricei*) nebo kutík útlý (*Rhopalum gracile*) (Bogusch a Straka, 2011).

Na odkalištích se rozrůstají rostliny, kterým nevadí extrémní podmínky, jsou invazivní a často klonální (rozmnožování z jednoho předchůdce nepohlavním dělením (Maxdorf s.r.o., 2016)) Mezi klonální můžeme zařadit rákos obecný (*Phragmites australis*) nebo třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Z expanzních rostlin sem patří javor jasanolistý (*Acer negundo*) či ostropek trubil (*Onopordum acanthium*) (Vojtíšek, 2010).

Rozvoj flory na odkališti podporují vláknité houby, které jsou schopny se vypořádat s nadměrným množstvím přijatých solí. Ektomykorhiza blokuje intoxikaci rostlin a umožňuje tak přežití přirozeně se šířících rostlin. Patří sem například mecháček síťnatý (*Arrhenia retiruga*), lupénka vlnitá (*Cotylidia undulata*) nebo rozděrká splývavá (*Sistotrema confluens*)

Přítomnost mělkých, na živiny chudých jezer a neúplný vegetační pokryv tvoří vhodné podmínky pro řadu obojživelníků. Pro některé je dokonce nezbytný. Z jejich zástupců sem patří skokan krátkonohý (*Pelophylax lessonae*), ropucha obecná (*Bufo bufo*) nebo skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*) (Řehounek, 2015).

## **2.5 Modelová skupina**

Modelovou skupinou studovanou v rámci této práce jsou žahadloví blanokřídlí (*Hymenoptera: Aculeta*). Taxon byl vybrán, protože bylo zjištěno, že více než 15% zástupců se již na území ČR nevyskytuje a více než 50% je uvedeno v červeném seznamu. (Bezděčka 2005). Většina druhů této skupiny vyhledává bezlesí a otevřenou krajinu, jsou pevně vázáni na úzce specifikované biotopy, kam patří také odkaliště. Žahadlový hmyz je vhodnou bioindikační skupinou, neboť zahrnuje velké množství druhů se širokou škálou stanovištních podmínek.

Blanokřídlí (*Hymenoptera*) patří mezi řády s největším počtem zástupců na území České Republiky i střední Evropy. U samic došlo k přeměně kladélka v žihadlo, odtud pochází název tohoto řádu. Jedná se o zástupce několika vzájemně příbuzných skupin, jako jsou zlatěnky (*Chrysidoidea*), vosy (*Vespoidea*), včely a kutilky (*Apoidea*).

Dospělí jedinci budují svá hnízda v zemi nebo v rostlinném materiálu a nosí svým potomkům potravu v podobě pylu či uloveného hmyzu. Během náročného letu využívají jako zdroj potřebné energie květy, ze kterých sají nektar. Výjimkou jsou paraziticky se živící druhy – hbitěnkovití (*Bethylidae*) nebo lapkovití (*Dryinidae*).

Nejvíce zástupců daného druhu je pevně spojeno se specifickými biotopy a rostlinnými společenstvy – (lesostepi, slaniska, sprašové stepi, skalní stepi). Postupné ubývání přirozených biotopů (dnes méně než 10% dřívější rozlohy) těchto druhů lze alespoň částečně vykompenzovat právě vznikem postindustriálních stanovišť, ale i ty se postupně přeměňují a zarůstají, protože zde nedochází k disturbancím, které by blokovaly přírodní sukcesi, nebo jsou plošně rekultivovány. Například lesy v okolí Hradce Králové byly původně písčinami. Změny se týkají i stepních lokalit, které jsou již dlouhá léta chráněny. Vlivem poklesu pravidelných disturbancí (sečení, pastva) postupně zarůstají křovinami a náletovými dřevinami, čímž se postupně snižuje jejich rozloha. Tomuto trendu podléhají taktéž písčiny, snaha zachránit jejich zbytky způsobila vyhlášení „bezzásahových zón“, což bohužel vedlo k ještě rychlejšímu zarůstání invazními rostlinami.

Při snaze o udržení vhodných postindustriálních stanovišť je primárně nutné uchovat plochy s obnaženým substrátem. To znamená zamezení zarůstání ploch například strháváním drnu, eliminace náletových a invazivních druhů rostlin i dřevin.

Lze také usnadnit hnízdění například pomocí pokácených kmenů stromů nebo dopomoci po potravní stránce výsevem určitých druhů rostlin.

Na našem území bylo zpozorováno přibližně 1 400 druhů a stále jsou objevovány nové. Z tohoto počtu se již kolem 15 % druhů v České republice nevyskytuje a mezi ohrožené patří více než polovina z nich. Mezi nejohroženější patří stepnice rodů *Eucera* a *Tetralonia*, protože vyžadují lokality prakticky bez dřevin s řídkou vegetací (Tropek, Řehounek, 2012).



### **3. Metodika**

#### **3.1 Popis zájmového území**

Zájmové území, odkaliště elektrárny Ledvice, se nachází v Ústeckém kraji mezi městy Ledvice a Duchcov (obě města jsou již dnes těžbou uhlí značně zasažena) v těsném sousedství s hnědouhelným lomem Bílina, jehož těžba se pohybuje na hranici 10 milionů tun uhlí při poměru 1 tuna vytěženého uhlí na 5,3 m<sup>3</sup> nadložní zeminy, která je ukládána na vnitřní výsypku. Majitel dolu, Severočeské doly a.s., uvádí, že by těžba v lomu měla být ukončena v roce 2035, kdyby došlo k dalšímu rozšíření dolu, tak by byla životnost prodloužena až do roku 2050 – 2055 (Severočeské doly a.s., 2016 b).

Hnědým uhlím z dolu Bílina je zásobována elektrárna Ledvice, která byla vystavěna během let 1966 až 1969 o celkovém výkonu 330 MW. Odpad z této elektrárny je plaven na odkaliště nebo má jiné sekundární využití (ČEZ a.s., 2016).

##### **3.1.1 Klima**

Zájmové území se řadí do kategorie T2, které se značí jako teplé. Pro tuto kategorii je charakteristické dlouhé, teplé a suché léto. Podzim a jaro jsou teplé a mírně vlhké. Zima je krátká a suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Nejteplejším měsícem je červenec, kdy je průměrná teplota mezi 18 až 19°C a nejchladnější je leden s -2 až -3 °C (Quitt 1971).

##### **3.1.2 Geologické poměry**

Studovaná lokalita se nachází na území Mostecké pánve, dříve nazývané Severočeská hnědouhelná pánev a je naší největší energetickou základnou. Ke vzniku podloží mostecké pánve docházelo během krystalinika Krušných hor. Ve svrchní křídě byla česká křídová pánev (oblast ohárecká) pokryta sedimenty. V třetihorách byla sedimentace doprovázena v severozápadní části Českého masivu vulkanismem (Brunclík, Beneš, 1986; Malkovský, 1985). Došlo k prohlubování pánve, vyrovnávání nerovností reliéfu sedimenty jílu a písku (Mlčoch, 1990) s

přítomností tufitů (hornina obsahující neovulkanický materiál) a neovulkanitů (sopečná hornina) (Beneš a kol., 1986). K usazování sedimentu docházelo převážně v miocénu (před 22 až 17 miliony let) (Severočeské doly a.s a, 2016). Vyrovnaný reliéf poskytl vhodné podmínky pro vznik obrovského rašelinného močálu, což vedlo ke vzniku uhelné sloje pokrývající prakticky celou pánev (Mlčoch, 1990). Následují čtvrtohorní usazeniny a reziduální (nepřemístěné) horniny, ze kterých vzniká substrát. (Brunclík, Beneš, 1986).

### **3.1.3 Flora a fauna**

Mostecko je díky své poloze velmi různorodé. Díky velkým rozdílům v nadmořské výšce (nížiny až vrcholy Krušných hor) zde můžeme spatřit určitou pásmovitost. V nížinách se vyskytují luhy i typická mokřadní vegetace – vrby, olšiny a z trav například ostřice, blatouchy či kosatce. Ve vyšších polohách nalezneme bohatou květenu (dáno suchým, teplým klimatem a půdou bohatou na minerály), která je charakteristická flórou travnatých, skalnatých stepí a lesostepí. V Krušných horách se potom vyskytují smrky, bříza nebo vřesoviště.

Výskyt fauny je značně vázán na klimatické podmínky, vegetační pokryv a reliéf, které jsou na Mostecku značně proměnlivé. Na malé ploše se střídají nejrůznější typy prostředí a důsledkem je vysoká druhová diverzita organismů. Z ptactva se zde objevuje linduška úhorní (*Anthus campestris*) nebo pěnice vlašská (*Sylvia nisoria*). Často se zde objevují obratlovci jako mlok skvrnitý (*Salamandra salamandra*), ještěrka živorodá (*Zootoca vivipara*). Z motýlů je zde bohatý výskyt otakárka ovocného (*Lophoclis podalirius*) a otakárka fenyklového (*Papilio Machaon*) (Anonym, 2011; Bejček a Šťastný, 2010).

### **3.2 Studovaná lokalita**

Pro zjištění druhové rozmanitosti blanokřídlých žahadlových bylo vybráno odkaliště hnědouhelné elektrárny Ledvice. Lokalita byla vybrána pro svou různorodost, na některých částech odkaliště došlo k plošné rekultivaci, na jiných je deponován pouze popílek s příměsí stabilizátu – příměs vápence, který zajišťuje hydratační vlastnosti popílkové suspenze a její tvrdnutí (ČEZ, 2009), nebo zde byla v dřívějších dobách ukládána pouze struska. Odkaliště se nachází v bývalém hnědouhelném

povrchovém dole Fučík. Popílek je z elektrárny na odkaliště transportován mokrou cestou a je ukládán do jednotlivých kazet. Přebytečná voda je jímána ve zbytkovém jezeře a čerpána pomocí plovoucí čerpací stanice zpět do elektrárny k dalšímu využití.

Po ukončení deponace popílku je v plánu vybudování vodní nádrže Ledvický rybník (ÚP města Ledvice, 2014). Na plochách, které se nacházejí nad hladinou plánovaného rybníka, má být provedena technická rekultivace (navezení zeminy o mocnosti jednoho metru). Následně bude provedena převážně lesnická rekultivace s minimálním dopadem na okolní krajinu. Na lokalitě se tak bude nacházet lesní porost, který bude doplněn travnatými plochami. Na celé ploše bude vystavěna síť lesních cest pro přístup a k příměstské rekreaci. Průběžně jsou prováděny rekultivační procesy na jednotlivých částech odkaliště (in verb Roman Vöröš, 2015; FNM ČR, 2002).

Poblíž vybrané lokality se nachází starší odkaliště Eleonora, které je v dnešní době již celkově zalesněné.

V lokalitě se během pokusu pohybovalo značné množství ptactva i lesní zvěře. Tato skutečnost se dá připsat faktu, že se jedná o území se zákazem vstupu a zvěř zde nemůže ohrožovat člověk. Mezi nejčastěji spatřené druhy patřily labutě, volavky, husy a kachny, kterým rákosiny zbytkového jezera poskytovaly úkryt a dobré podmínky pro odchov mláďat. Z lesní zvěře zde byla spatřena srna obecná, zajíc polní. Část území odkaliště nesla známky přítomnosti prasete divokého.

Kromě cíleně rekultivovaných ploch, kde bylo vyseto travní semeno, se na odkališti nacházely převážně pionýrské rostliny, které se uchytily na zamokřených částech odkaliště. Jednalo se hlavně o rákos a traviny. Poblíž zbytkového jezera rostly břízy, krušiny, vrby a byly zde vidět i keře ostružiníku.

### **3.3 Design pokusu**

Na celém odkališti bylo vybráno 6 stanovišť v dostatečné vzdálenosti od sebe. Lokality byly rozlišeny podle dvou typů stanovišť – přirozený vývoj (spontánní sukcese) a rekultivace. Dále se lišily stářím, délkou vývoje. V příloze č. 1 jsou mapy začlenění odkaliště v Severočeské hnědouhelné pánvi a prostorové uspořádání

jednotlivých lokalit v rámci odkaliště. Fotografie jednotlivých lokalit jsou v příloze č. 2.

**Lokalita číslo jedna** byla umístěna ve zkušební kazetě, kde došlo v roce 2013 k doplavení stabilizátu a byla zde provedena plošná rekultivace. Na stanoviště byla navezena ornice společně se stavební sutí a došlo k osetí travním semenem. To se vlivem extrémních podmínek neuchytilo - během výzkumu byly méně odolné traviny uschlé a v substrátu byly značné trhliny. Vegetační pokryv klesl z cca 40 % na 20 %. Penetrabilita dosahovala hodnot 0,53 kg/cm<sup>2</sup>.

**Na lokalitě číslo dvě** byl plaven stabilizát do roku 2006, následně prošlo stanoviště plošnou rekultivací. Byla sem navezena zemina o mocnosti 30 cm, která byla následně zatravněna. Vegetační pokryv dosahuje 75 %. Během výzkumu docházelo k srážkovému deficitu, což se promítlo na substrátu, ve kterém se tvořily velké trhliny a penetrabilita dosahovala hodnot 0,59 kg/cm<sup>2</sup>.

**Lokalita číslo tři** byla v místě, kde docházelo v roce 2013 k redeponaci strusky. Prozatím zde nedošlo k rekultivaci a povrch bych zabezpečen pomocí textilie, ve snaze zabránit nadměrné prašnosti. Vegetační pokryv dosahuje 5 % - pouze ve vlhčí oblasti se nacházejí nálety mokřadních travin. Penetrabilita dosahovala hodnot 0,11 kg/cm<sup>2</sup>.

**Lokalita číslo čtyři** byla vybrána v místě, kde došlo k ukončení deponace popílku v roce 2007, plocha byla zabezpečena proti prašnosti. V místech porušení textilie se nacházejí nálety pionýrských sukcesních druhů (trávy). Vegetační pokryv do 10 %. Penetrabilita dosahovala hodnot 0,21 kg/cm<sup>2</sup>.

**Lokalita číslo pět**, zde byla deponace stabilizátu ukončena přibližně v roce 2000 a povrch byl ošetřen textilií proti prašnosti. Lokalita se nachází ve spodní části odkaliště a je zde trvalé zamokření. Z tohoto důvodu došlo k velice rychlému rozšíření travin a v době sběru i křovin, které poskytly dobré podmínky pro nálet břízy bělokoré a jasanu ztepilého. Vegetační pokryv dosahoval místy až 100 %. Penetrabilita dosahovala hodnot 0,25 kg/cm<sup>2</sup>.

**Lokalita číslo šest** byla vybrána pod svahem redeponované strusky, která nebyla nijak zabezpečena, protože se nacházela u zbytkového jezera a byla trvale podmáčená. Redeponace strusky proběhla v roce 2012. Z tohoto důvodu byla značně patrná primární sukcese. Okrajový pás travin dosahující vzrůstu 1,5 metru,

dále hustý rákos. Vegetační pokryv dosahoval 60 %. Penetrabilita dosahovala hodnot 0,14 kg/cm<sup>2</sup>.

*Tabulka č. 1: přehledné seřazení jednotlivých ploch a jejich vlastností.*

číslo lokality	management	stáří	penetrabilita	vegetační pokryv
1	Rekultivovaná plocha	3 roky	0,53 kg/cm <sup>2</sup>	20 %
2	Rekultivovaná plocha	10 let	0,59 kg/cm <sup>2</sup>	75 %
3	Plocha bez vegetace	3 roky	0,11 kg/cm <sup>2</sup>	5 %
4	Plocha bez vegetace	9 let	0,21 kg/cm <sup>2</sup>	10 %
5	Sukcesní plocha	16 let	0,25 kg/cm <sup>2</sup>	100 %
6	Sukcesní plocha	4 roky	0,14 kg/cm <sup>2</sup>	60 %

### **3.4 Metody sběru**

V zájmovém území bylo vybráno 6 lokalit, které se lišily složením podloží (popílek, struska, popílek se stabilizátem), stářím i zajištěním (plochy rekultivované a nereakultivované). Na jednotlivých lokalitách se následně vytipovala místa, na která se postupně nastražily pasti v podobě šesti různě zbarvených misek (Moerickeho metoda) v pořadí žlutá - bílá - modrá – žlutá – bílá - žlutá. Různé barvy byly zvoleny pro jejich rozdílnou atraktivnost u jednotlivých druhů.

Do misek byla nalita směs vody, soli a mycího prostředku na nádobí (snížení povrchového napětí kapaliny, aby se zabránilo úniku sledované skupiny). Během pokusu panovaly vysoké teploty, do misek bylo nalito dostatečné množství směsi, aby se zabránilo vysychání.

Aby se zachytilo široké spektrum druhů, které nejsou aktivní celý rok, provedly se na každé lokalitě 3 sběry. Misky byly exponovány potřebnou dobu (povětšinou 4 dny) v termínech, kdy chování hmyzu nebylo omezováno klimatickými podmínkami (větrnost, srážky). Sběr byl prováděn od května do srpna, vždy přibližně v polovině daného měsíce. Misky se kladly na stejná místa.

Při sběru byli z misek vybráni pomocí entomologické pinzety zástupci žahadlového hmyzu. S odchycenými jedinci se muselo zacházet opatrně, aby nedocházelo k poškození jednotlivých částí těla a tím se neznemožnila nebo

nesnížila možnost určit rodové a druhové jméno. Jedinci byli vloženi do nádoby na vzorky, jejíž fotografii můžete vidět v příloze č. 3. Pokud byli zástupci blanokřídých žahadlovitých nadměrně zašpinění, provedl se opakovaný proplach čistou vodou, dokud nebylo znečištění odstraněno. Vzorek bych zalit 35% roztokem lihu, aby došlo k potřebné konzervaci a zabránilo se znehodnocení. Jednotlivé nádoby byly opatřeny unikátním kódem, aby bylo zřejmé, z jaké lokality, misky a ze kterého sběru je daný vzorek. Veškeré vzorky byly dopraveny specialistovi na žahadlový blanokřídý hmyz doc. Petru Boguschovi, Ph.D. z Univerzity v Hradci Králové.

Během posledního sběru byl proveden test penetrability na jednotlivých lokalitách pomocí kapesního geotestu (penetrometru). Na každé lokalitě bylo provedeno více měření (minimálně pět). Jedno měření bylo v místech nastražených misek, další měření byla prováděna v kruhu o poloměru jednoho až dvou metrů. Před každým měřením byl zvolen vhodný průměr nástavce, hodnoty byly zprůměrovány a přepočteny na  $\text{cm}^2$ . Fotografie z testu v příloze č. 4.

V okruhu pastí byla zaznamenána pokryvnost vegetace, výška vegetace a její přibližné stáří.

### **3.5 Zpracování dat**

Zpracování a vyhodnocení dat bylo zaměřeno především na biodiverzitu sledované skupiny, která byla porovnáвана na základě prostého počtu druhů. Druhy byly rozděleny dle stanovištních, hnízdních, potravních nároků a ke každému byl přiřazen význam dle rozšíření druhu v České republice. Na základě toho byla vyhodnocena ochránářská hodnota jednotlivých stanovišť s vyhledáním druhů, které se nacházejí v Červeném seznamu. Pro výpočty a tvorbu grafů byl použit software Microsoft Excel 2007.

Vliv environmentálních charakteristik (výška a pokryvnost vegetace, penetrabilita), stáří a managementu byl hodnocen v programu Statistika 13 pomocí Kruskal-Wallisova testu (neparametrická obdoba ANOVA) při hladině významnosti  $p=0,05$ . Jako korelované byly považovány vztahy s  $r > 0,5$ .

### **3.6 Charakteristiky druhů**

K druhům, které byly nalezeny v lokalitě, byly přiřazeny základní charakteristiky, dle kterých se následně dělily. Výskyt druhů v České republice, způsob hnízdění, potravní nároky, biotopové preference.

#### **3.6.1 Rozšíření daného druhu v České republice**

U každého druhu byla zjištěna hojnost výskytu na území České republiky. Bylo zkontrolováno, zda se daný druh nevyskytuje v Červeném seznamu a pokud ano, byl zapsán stupeň jeho ohrožení. Na základě těchto informací byla každému druhu přidělena hodnota 1 (četný výskyt) až 5 (velmi vzácný).

Červený seznam sice není právně závazný, ale je hlavním podkladem pro vytváření vyhlášek o ochraně. Byl sestaven podle požadavků IUCN (Světový svaz ochrany přírody) a je rozdělen do šesti kategorií:

- RE (Regionally Extinct) – vymizelý druh
- CR (Critically Endangered) – kriticky ohrožený druh
- EN (Endangered) – ohrožený druh
- VU (Vulnerable) – zranitelný druh
- NT (Near Threatened) – téměř ohrožený druh
- LC (Least Concern) – málo ohrožený druh

#### **3.6.2 Biotopové preference**

Každý druh má své specifické požadavky na biotop, ve kterém dokáže přežít a prosperovat. Bylo využito rozdělení Ing. Petra Bogusche, Ph.D, který rozlišil 6 kategorií.

- Lesní druhy
- Druhy obývající otevřenou krajinu
- Stepní druhy
- Druhy obývající písčiny
- Druhy obývající mokřady
- Druhy se širokou ekologickou valencí

(Radics, 2015)

### **3.6.3 Hustota vegetace**

Žahadlový hmyz vyhledává k hnízdění různě zarostlé plochy. Z tohoto důvodu byly jednotlivé druhy rozděleny do kategorií:

- Vyloženě nezarostlá místa
- Spíše nezarostlá místa
- Je jim to jedno
- Hnízdí jinak (dutiny, paraziti)

### **3.6.4 Způsob hnízdění**

Blanokřídlí hnízdí rozdílným způsobem a zde byli rozděleni do skupin podle toho, jaký druh hnízdění převažuje.

- Stavba vlastních hnízd
- Hnízdění v zemi
- Hnízdění v dutinách (stromu, keře, trav)
- Hnízdí parazitismus (Využití jiných živočišných druhů a jejich hnízd pro vychování vlastních jedinců)

### **3.6.5 Potravní vztahy**

Zde proběhlo dělení dle toho, jak si daný druh obstarává potravu. Toto patří mezi základní znalosti, dle kterých se dá určit hodnota stanoviště:

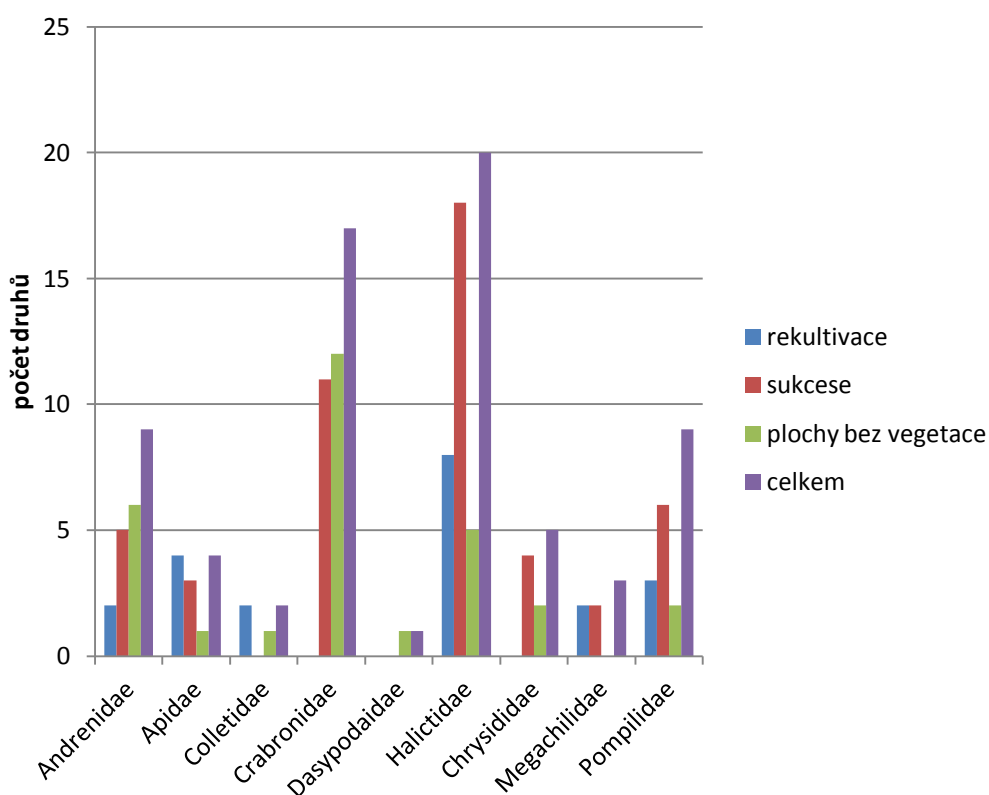
- Býložravé druhy (živí se nektarem či pylem)
- Masožravé druhy (často predátoři)
- Parazitoidi (Jedinec – parazit využívá jako zdroj potravy jiného jedince – hostitele. Pokud toto soužití končí smrtí hostitele, označuje se parazitující jedinec parazitoidem.) (Kuris, 1974).
- Kleptoparazitické druhy (Kradou ulovenou kořist jinému živočišnému druhu. Podoba od vyčkávání na nepozornost majitele po cílené útoky, které mají majitele zstrašit a odehnat pryč.) (Svět myslivosti, 2016).



#### 4. Výsledky

Během výzkumu bylo na ledvickém odkališti ve třech sběrech nastraženo 108 pastí. Vlivem klimatických extrémů (lokální přivalové srážky, vysoké teploty, povětrnostní podmínky) bylo 41 pastí z celkového počtu zničeno. Bylo nasbíráno 283 jedinců, jež se dělí do 70 druhů a 9 čeledí.

Z obr. č. 1 je zřejmé, že nejvíce druhů bylo nalezeno na plochách, které podléhají přírodní sukcesi, u některých čeledí (*Andrenidae*, *Halictidae*, *Pompilidae*) byla druhová rozmanitost až dvojnásobná. Výjimkou jsou pouze dvě čeledi – *Apidae* a *Colletidae*, u nich je vidět mírně větší atraktivita u rekultivovaných ploch. Na rekultivovaných plochách úplně chybí čeledi *Crabronidae*, *Chrysididae*, zato na plochách podléhajících přírodní sukcesi nebyla nalezena čeleď *Colletidae*. Další dvě čeledi – *Andrenidae* a *Crabronidae* jsou o něco málo více přitahovány otevřenými plochami bez vegetace, na těchto plochách byl také nalezen jediný jedinec druhu *Dasypoda altercator*, patřící do čeledi *Dasypodidae*.



Obr. č. 1: Celkový počet druhů na plochách, kde probíhá sukcese, rekultivační proces v porovnání s plochami takřka bez vegetace a celkovým počtem druhů.

Celkový počet jedinců a jednotlivých druhů znázorňuje tabulka č. 2. Je zřejmé, že na sukcesních plochách je více než dvakrát vyšší biodiverzita, než je tomu na plochách upravených v rámci rekultivací. Také můžeme vidět, že svou roli hraje i otevřená krajina bez vegetace, kde bylo nalezeno přibližně o 50 % více druhů a takřka o 100 % více jedinců vybraného taxonu, než na rekultivacích. Dominantní druhy pro jednotlivé managementy znázorňují tabulky 3 – 5.

Tabulka č. 2: Celkové počty jedinců a druhů žahadlových blanokřídlých na ledvickém odkališti

Management	Počet jedinců	Počet druhů
Sukcesní plochy	132	49
Rekultivované plochy	52	21
Plochy bez vegetace	99	30
Celkem	283	100

Tabulky č. 3 - 5: Dominantní druhy jednotlivých managementů

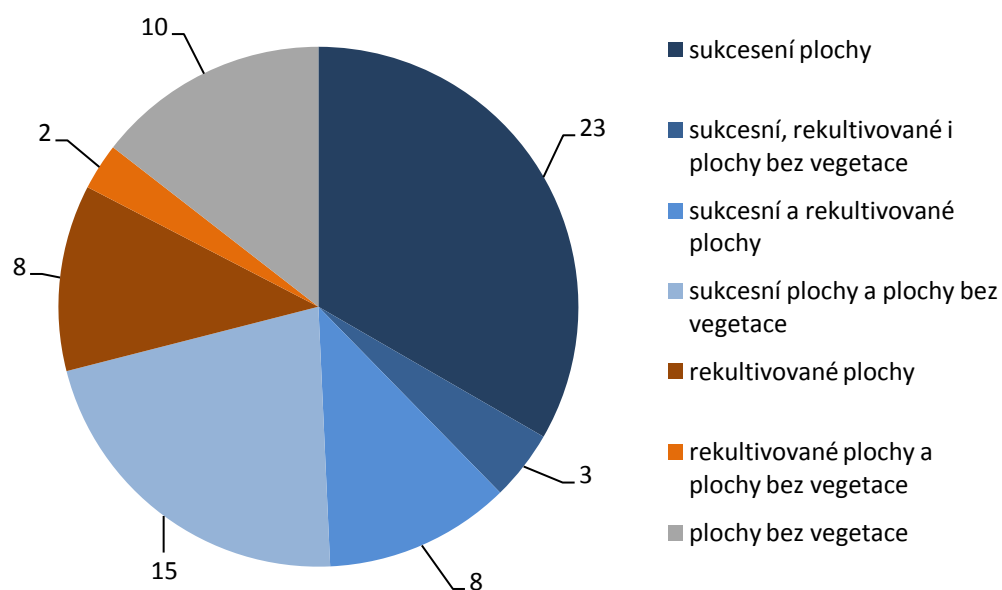
Sukcese		Rekultivace	
Druh	Počet	Druh	počet
<i>Andrena flavipes</i>	29	<i>Andrena flavipes</i>	9
<i>Lasioglossum lucidulum</i>	18	<i>Apis mellifera</i>	8
<i>Halictus subauratus</i>	9	<i>Lasioglossum malachurum</i>	5
<i>Anoplius concinnus</i>	8	<i>Lasioglossum pauxillum</i>	4

Bez vegetace	
Druh	Počet
<i>Diodontus minutus</i>	17
<i>Hedychrum niemelai</i>	17
<i>Andrena flavipes</i>	9
<i>Mimumesa littoralis</i>	9

Druhové složení bylo rozmanité. Třetině nalezených druhů se vyhovovaly pouze plochy, které podléhají přírodní sukcesi (23). 11 procent druhů vybraného taxonu bylo nalezeno pouze na rekultivovaných plochách a 14 procent druhů na plochách bez vegetace.

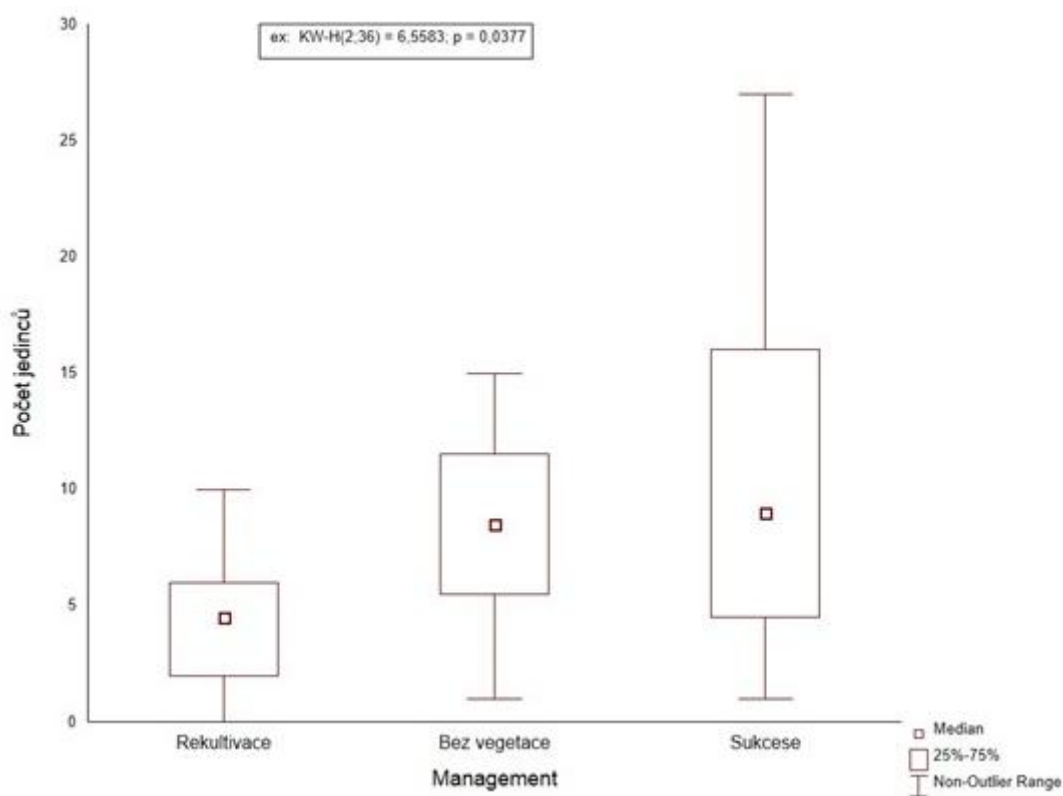
Mnoho druhů bylo nalezeno na plochách s různým managementem, což dokazuje význam rozmanitých biotopů. 20 % druhů bylo nalezeno na plochách podléhající přírodní sukcesi i plochy bez vegetace. Sukcesní a rekultivované plochy měly společných 8 (11%) druhů hmyzu. Pouhé tři druhy obývaly všechny tři typy managementu.

Celkově 49 druhům, tedy 70 %i nevyhovovaly rekultivované plochy

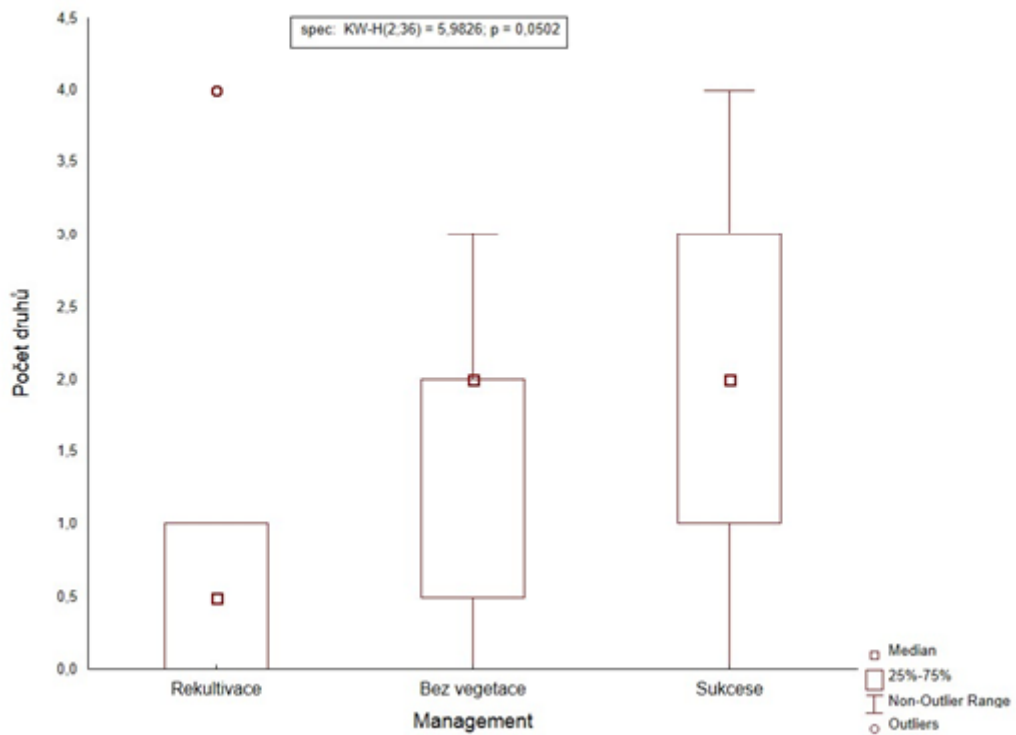


Obr. č. 2: Rozdělení druhů dle jednotlivých a společných managementů.

V porovnání nerektifikovaných ploch (sloučená sukcese + bez vegetace) vs. rektifikované – je signifikantní rozdíl v počtu druhů ( $KW-H(1;36) = 5,6343$ ;  $p = 0,0176$ ) i jedinců ( $KW-H(1;36) = 6,3755$ ;  $p = 0,0116$ ). Více druhů i jedinců se nacházela na plochách bez provedení rektifikace. O něco méně výrazný, avšak také signifikantní, je rozdíl v počtu jedinců a druhů dělíme-li studijní plochy do tří skupin – tedy sukcese, rektifikace a plochy bez vegetace (obr. 3 a 4).

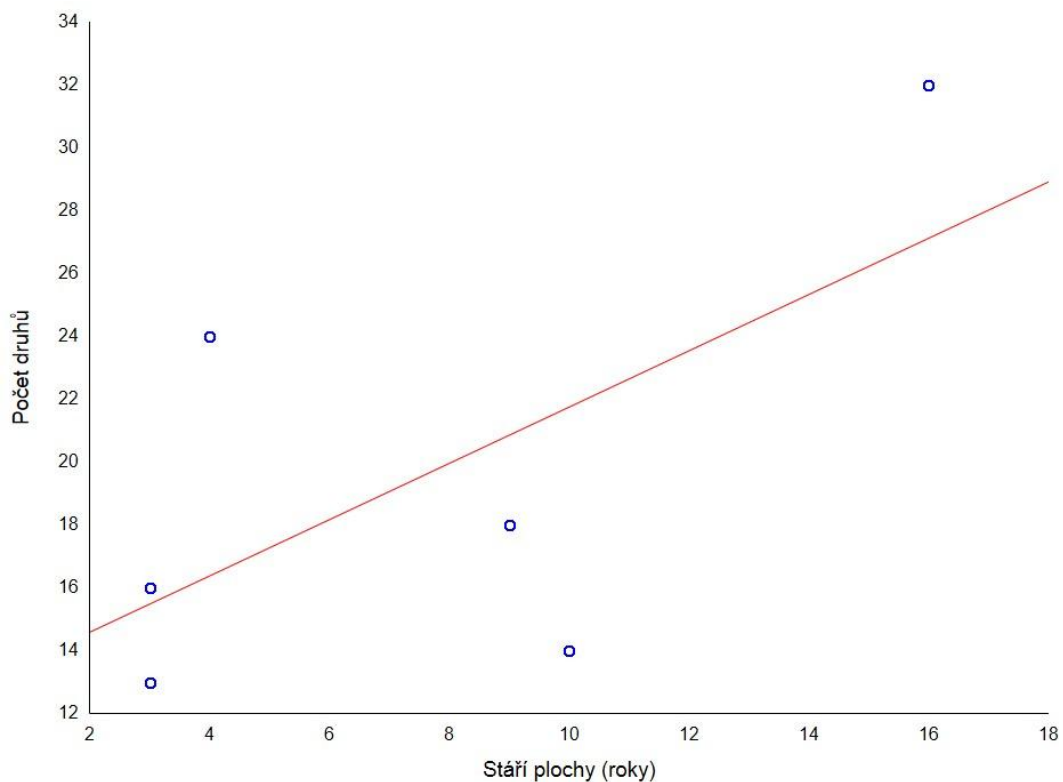


Obr. č. 3

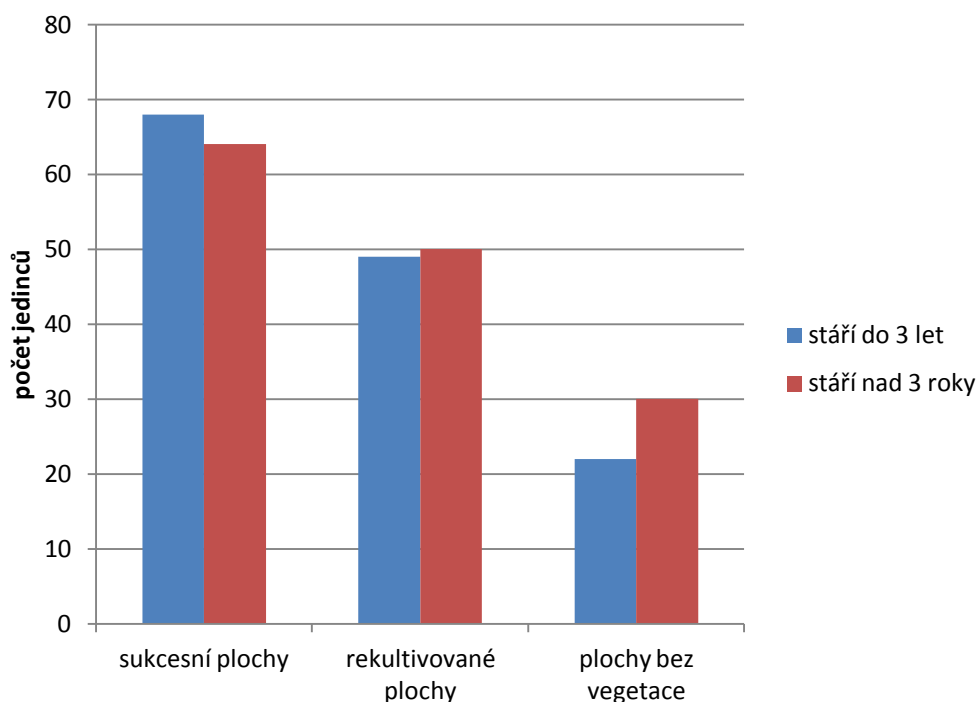


Obr. č. 4

Délka vývoje biotopu (stáří plochy) má pozitivní vliv na druhovou rozmanitost. Druhů žahadlového hmyzu s věkem přibývá ( $r = 0,64$ ).



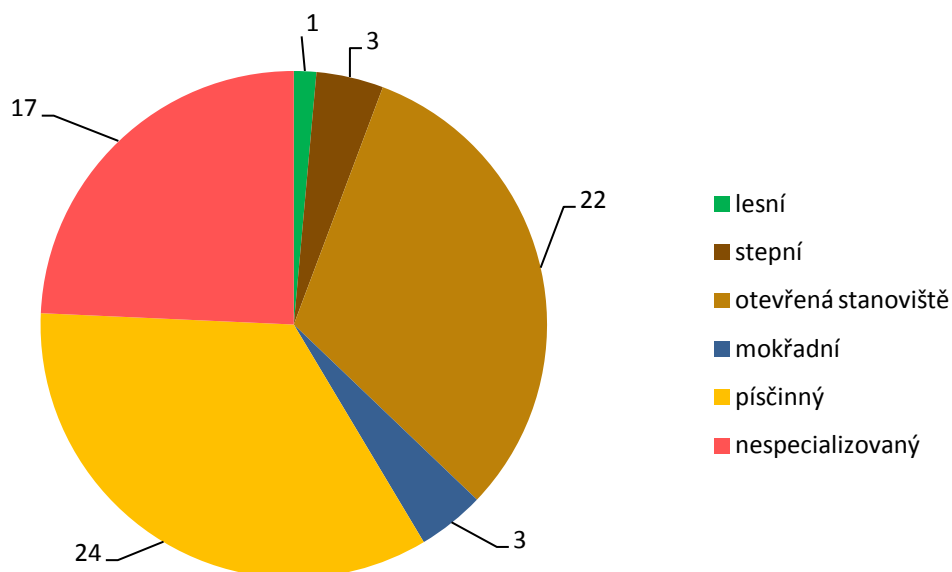
Obr. č. 5: Vliv stáří plochy na množství druhů



Obr. č. 6: Rozdělení jedinců dle jednotlivého managementu a stáří plochy.

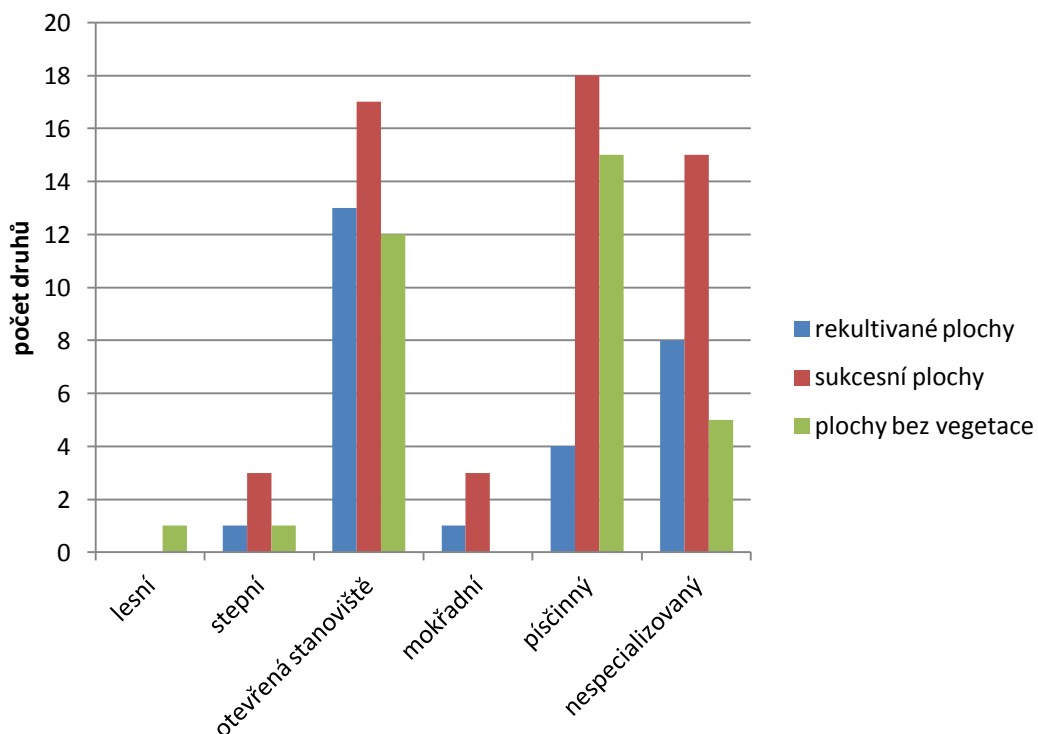
#### 4.1 Biotopové preference

V obr. číslo sedm najdeme zastoupení jednotlivých ekologických skupin na odkališti Ledvice. Nadpoloviční většině druhů, 46 ze 70, vyhovují otevřená stanoviště a písčiny. Pouhému jednomu druhu vyhovuje lesní biotop. Nеспециализované druhy představují čtvrtinu celkově nalezených druhů.



Obr. č. 7: Biotopové preference jednotlivých druhů na odkališti Ledvice

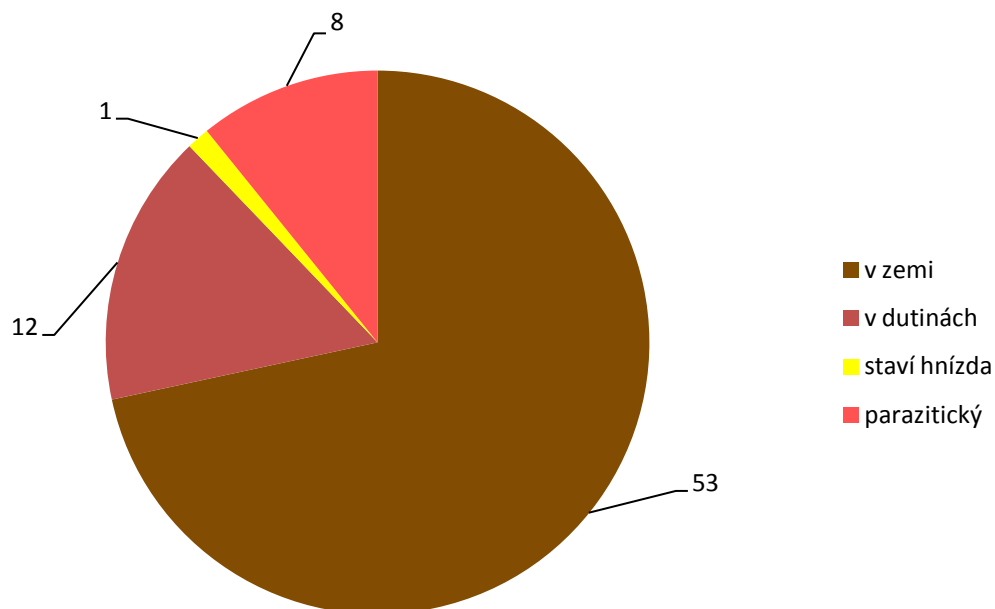
S výrazným náskokem byly sukcesní plochy druhově nejrozmanitější. Pouze v písčitém biotopu se rozmanitým sukcesním plochám přibližovaly plochy bez vegetace. Lze to vysvětlit rozmanitostí na sukcesních plochách, kdy jsou části lokalit s obnaženým substrátem, na části je vegetace a i když pokrývnost sukcesních lokalit dosahovala místy až 100 %, stále se našla místa s obnaženým substrátem, která vyhovují písčinným druhům. Méně zarostlé části sukcesních lokalit jsou zase více atraktivní pro druhy, které vyhledávají otevřená stanoviště. Za povšimnutí taktéž stojí, že nadpoloviční většina (54 %) nesespecializovaných druhů si vybrala jako své útočiště sukcesní plochy, rekultivované pak 29 % druhů a plochy bez vegetace 17 % druhů. Rekultivované plochy výrazně ztrácely, až na otevřená stanoviště, kde bylo nalezeno 13 druhů. Vzhledem k tomu, že mnoho nalezených druhů hnízdí v zemi, je pravděpodobné, že k tomu z části přispěla i penetrabilita, jelikož u těchto ploch byla až o 0,45 kg/cm<sup>2</sup> vyšší, než u ploch nereakultivovaných. Částečný úspěch se dá vysvětlit tím, že rekultivované plochy byly prozatím pouze zatravněny, ale bohužel jsou určeny k zalesnění v rámci plošné rekultivace odkaliště.



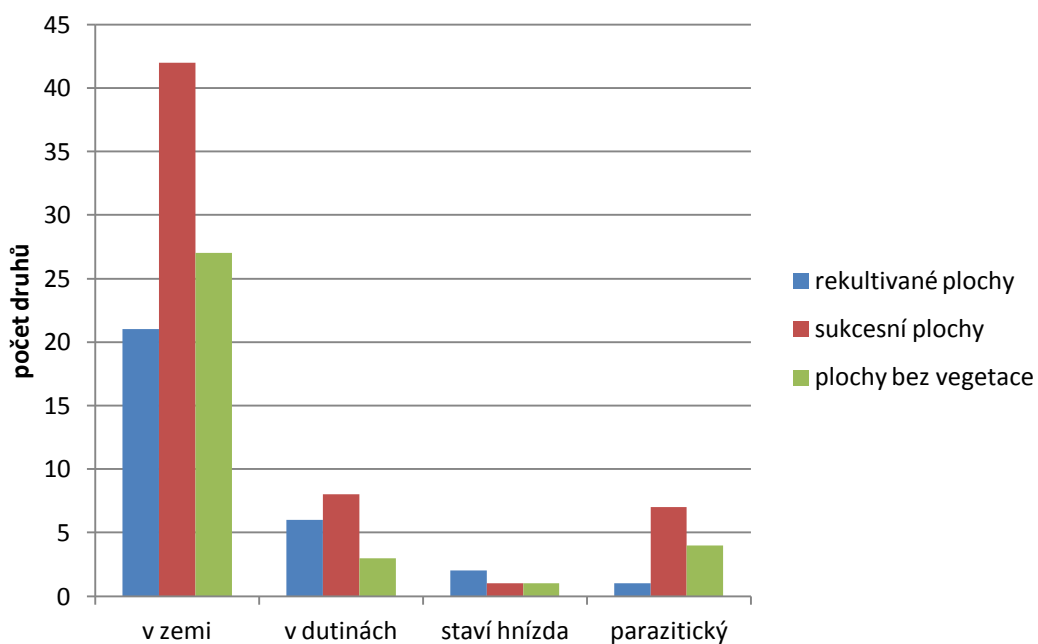
Obr. č. 8: Druhové zastoupení dle biotopových preferencí. Porovnání sukcesních ploch, rekultivovaných ploch a ploch bez vegetace.

## 4.2 Způsob hnízdění

Přibližně tři čtvrtiny na odkališti nalezených druhů tvoří svá hnízda v zemi. Dvanáct druhů hnízdí v dutinách a osm druhů se živí paraziticky. Pouhý jeden druh – *Apis mellifera* z čeledi *Apidae* si staví hnízda.



Obr. č. 9: Rozdělení druhů dle způsobu hnízdění.

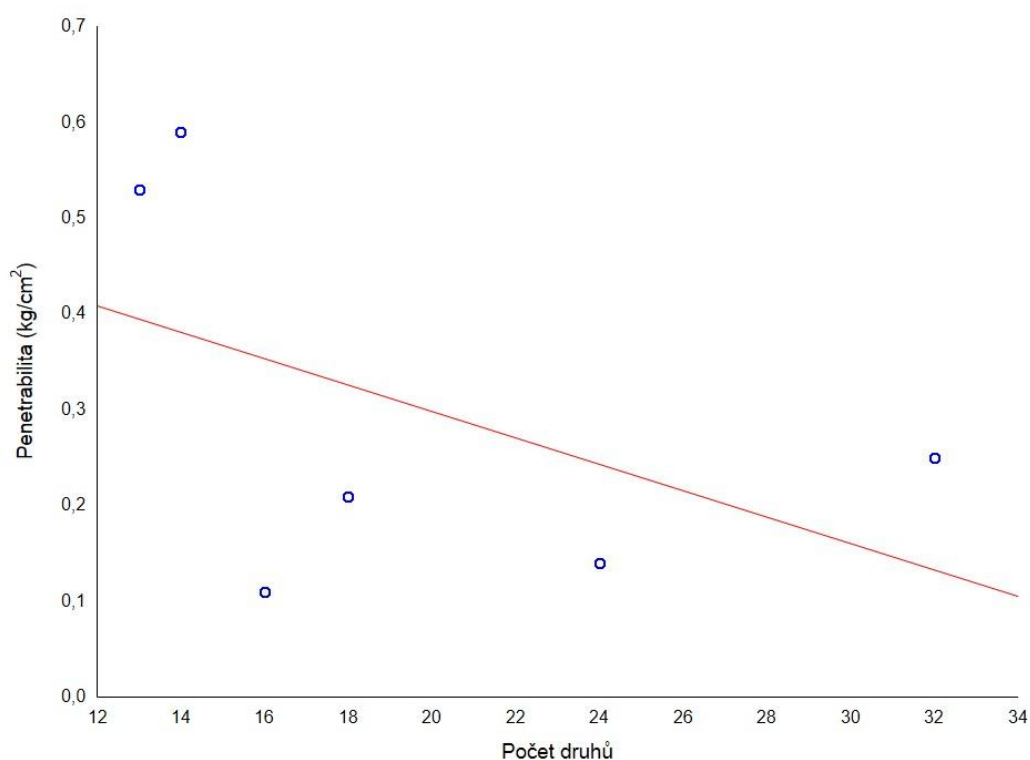


Obr. č. 10: Rozdělení druhů dle hnízdění v porovnání se zkoumanými plochami.



Druhové rozdělení mezi rekultivovanými plochami, sukcesními plochami a plochami bez vegetace bylo podobné. Pouze druhy hnízdící v zemi mírně preferovaly sukcesní plochy (43), rekultivované plochy pak 21 druhů a plochy bez vegetace 27 druhů.

Jelikož většina druhů hnízdí v zemi, jsou vlastnosti svrchní vrstvy substrátu zásadní při výběru místa k hnízdění. Jak vyplývá z obr. 11, s rostoucí penetrabilitou klesá počet druhů žahadlového hmyzu, neboli že více druhů preferuje méně soudržné (více sypké) materiály.



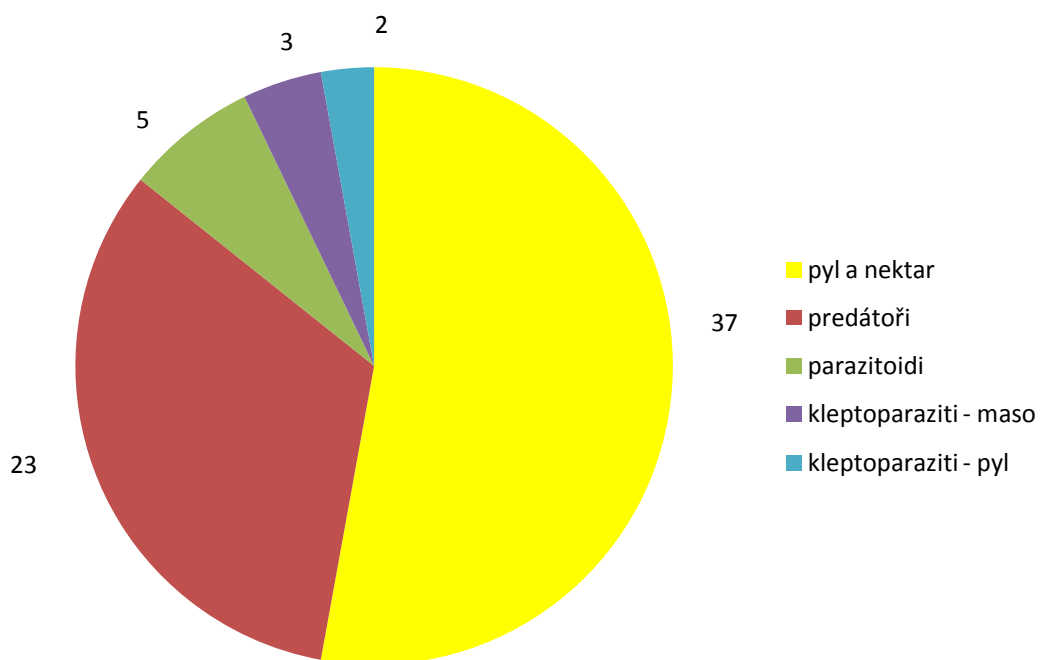
Obr. č. 11: Vliv penetrability na druhovou rozmanitost

### **4.3 Potravní nároky**

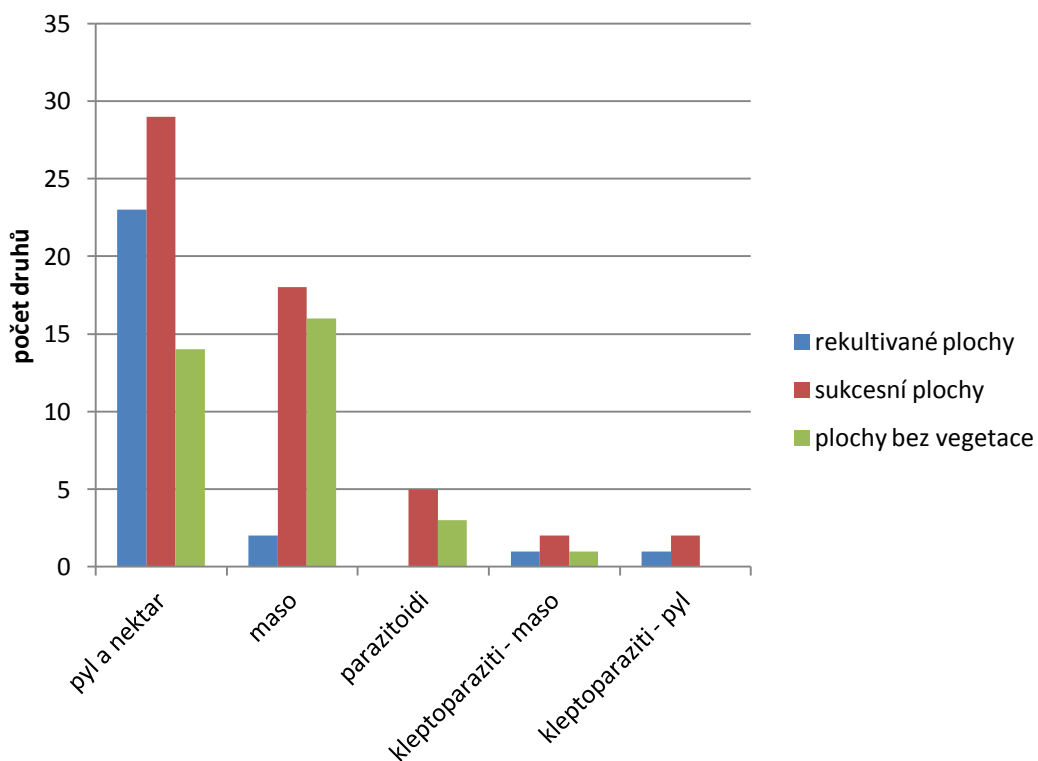
Jak můžeme vyčíst z obr. č. 12, nadpoloviční většina nalezených druhů se živí pylem a nektarem z rostlin. Významnou skupinu tvoří také predátoři a malé zastoupení zde najdeme u parazitoidů (7 %) a kleptoparazitů (7 %).

Rozdělení jednotlivých druhů dle managementu ukázalo, že na sukcesních plochách žijí druhy s různými potravními nároky. Na rekultivovaných plochách

drtivou většinou převažují druhy živící se pylem a nektarem, druhy s jinými potravními nároky se na těchto plochách skoro nevyskytují (v řádech jednotek).



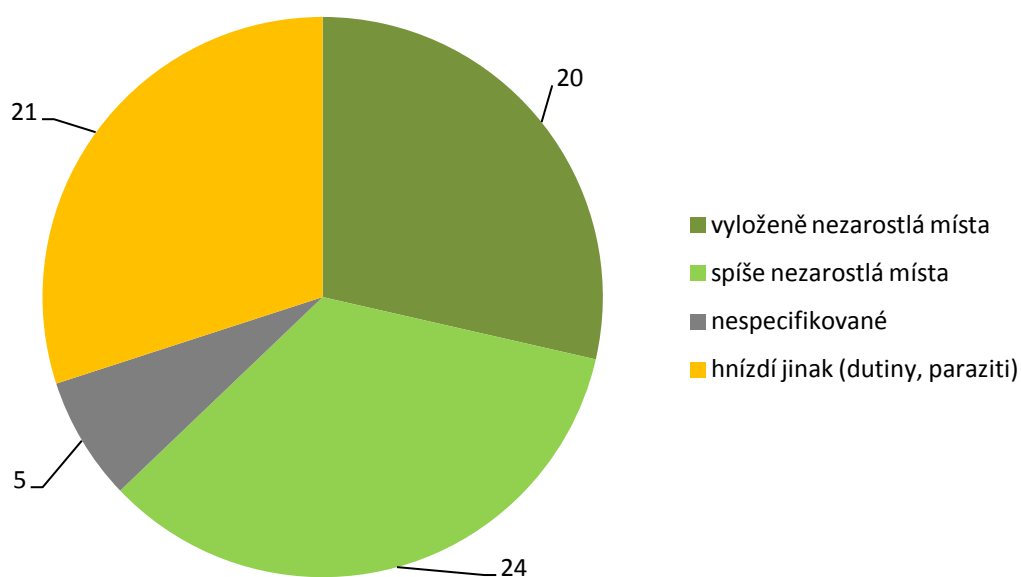
Obr. č. 12: Rozdělení druhů dle potravních nároků.



Obr. č. 13: Rozdělení nalezených druhů dle potravních nároků v porovnání se zkoumanými plochami.

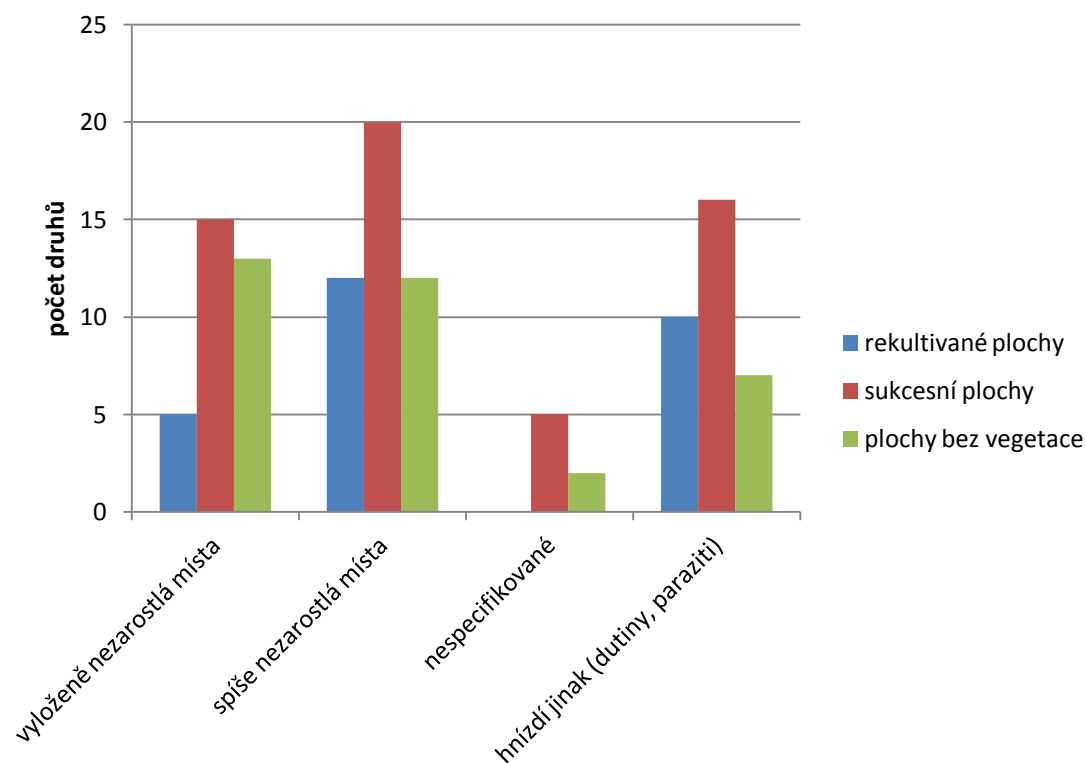
#### 4.4 Hustota vegetace

Nadpoloviční většina zaznamenaných druhů vyžaduje místa buďto úplně bez vegetace (29 %) nebo místa mírně zarostlá (34 %). Zbytek nalezených druhů (37 %) nejsou na hustotě vegetace závislí, hnízdí buďto v dutinách či jsou parazité a malá část z nich – 5 druhů jsou k hustotě vegetace neteční (hnízdí v hustém porostu i na nezarostlých lokalitách).



Obr. č. 14: Rozdělení nalezených druhů dle vegetačních požadavků.

Rozdělení nalezených druhů dle managementu opět ukazuje význam sukcesních ploch, na kterých byla nalezena nejvyšší biodiverzita. Plochy bez vegetace jsou mezi druhy, které vyhledávají holý substrát, přibližně stejně vyhledávané, jako plochy sukcesní. Avšak druhů, vyhledávající spíše nezarostlá místa na sukcesních plochách, přibývá (oproti jiným managementům).

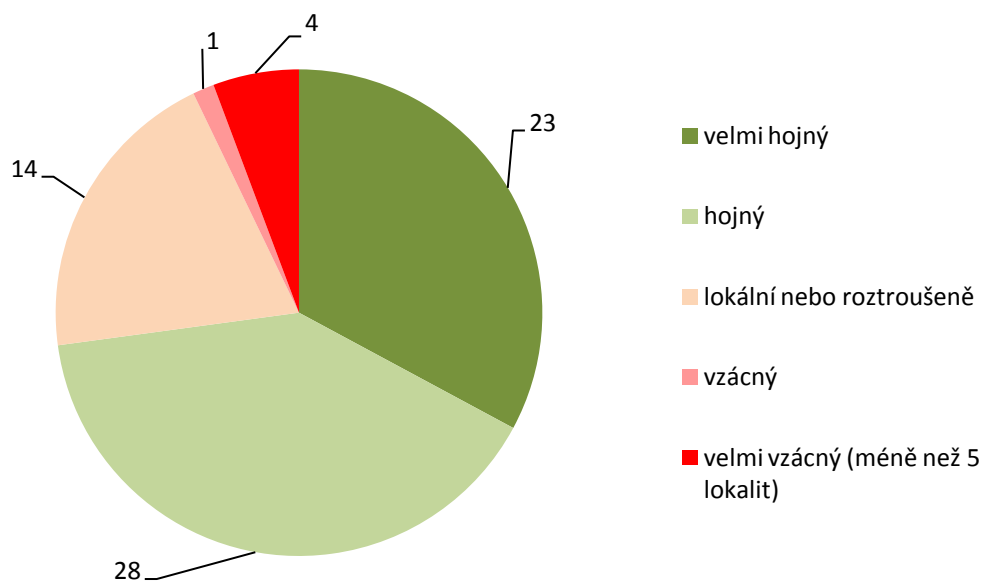


Obr. č. 15: Rozdělení druhů dle vegetačních požadavků ve srovnání se zkoumanými plochami.

Významný efekt pokryvnosti ani výšky rostlin na diverzitu a abundanci žahadlového hmyzu nebyl prokázán (pokryvnost:ex:  $r = 0,1648$ ;  $p = 0,3368$ , pokryvnost:spec:  $r = 0,0906$ ;  $p = 0,5990$ , výška:ex:  $r = 0,3925$ ;  $p = 0,0179$ , výška:spec:  $r = 0,1483$ ;  $p = 0,3881$ ).

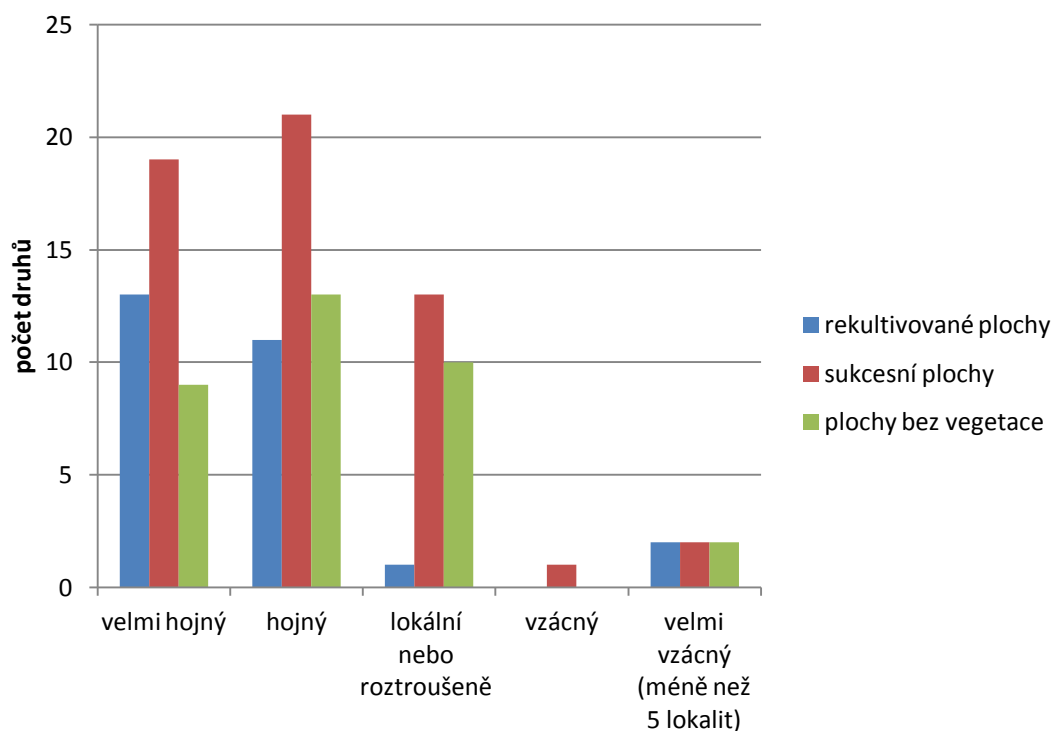
#### **4.5 Rozšíření nalezených druhů v ČR**

Z celkových 70 nalezených druhů bylo hojných až velmi hojných 51. Lokálně rozšířených bylo 14, jeden druh byl vzácný a čtyři druhy byly dokonce zařazeny mezi velmi vzácné (nález na méně než pěti lokalitách v ČR).



Obr. č. 16: Rozdělení nalezených druhů dle rozšíření.

Při dělení nalezených druhů dle jednotlivého managementu můžeme vidět, že na rekultivovaných plochách se vyskytují převážně velmi hojné a hojné druhy. Čím více klesá hojnost daných druhů, zvyšuje se podíl sukcesních ploch a ploch bez vegetace na celkovém čísle dané kategorie. Mezi vzácnými druhy už jsou pouze druhy spjaté se sukcesními plochami. Velmi vzácné druhy byly nalezeny na všech typech managementu. Dva velmi vzácné druhy byly nalezeny také na rekultivovaných plochách (*Halictus scabiosae* z čeledi Halictidae a *Evagetes dubius* z čeledi Pompilidae). Vzhledem k tomu, že ohrožený, mokřadní druh, *Evagetes dubius* byl nalezen pouze v jediném exempláři v lokalitě číslo jedna (nachází se nedaleko zbytkového jezera, jehož břehy jsou porostlé), můžeme tento nález považovat za náhodný. Druhý druh *Halictus scabiosae* byl nalezen v počtu čtyř jedinců, jedná se o druh s nevyhraněnými nároky vyhledávající otevřenou krajinu.



Obr. č. 17: Rozdělení druhů dle rozšíření ve srovnání se zkoumanými plochami.

#### 4.5.1 Příroda – ochránářská hodnota nalezených druhů

Bylo nalezeno celkem 10 druhů, které jsou uvedeny v Červeném seznamu. Ačkoli celkový součet jedinců byl přibližně stejný u všech druhů managementu, tak na rekultivovaných plochách bylo 60 % jedinců zařazeno do kategorie zranitelní (tabulka č. 6). U sukcesních ploch a ploch bez vegetace tomu bylo naopak. Nejvíce nalezených jedinců patřilo mezi kriticky ohrožené druhy. V případě sukcesních ploch 50 %, u ploch bez vegetace dokonce 83 %. Druhy zanesené do Červeného seznamu se až na jeden (*Evagetes Dubius*) nacházely i na jiných, než rekultivovaných plochách. Tři druhy, mezi nimi i kriticky ohrožený *Hedychridium krajniki* nalezený v jediném exempláři, byly nalezeny pouze na sukcesních plochách. V příloze č. 5 najdeme celkový seznam nalezených druhů zapsaných v Červeném seznamu, typ managementu lokality nálezu, počet nalezených jedinců a míru jejich ohrožení.

*Tabulka č. 6: Počet nalezených jedinců rozdělených dle managementu a míry ohrožení.*

Míra ohrožení	Sukcesní plochy	Rekultivované plochy	Plochy bez vegetace	Celkem
Zranitelný (VU)	3	6	1	10
Ohrožení (EN)	2	1	1	4
Kriticky ohrožení (CR)	5	3	10	18
Celkem	10	10	12	32

*Tabulka č. 7: Počet nalezených druhů rozdělených dle managementu a míry ohrožení*

Míra ohrožení	Sukcesní plochy	Rekultivované plochy	Plochy bez vegetace	Celkem
Zranitelný (VU)	3	1	2	5
Ohrožení (EN)	2	1	1	4
Kriticky ohrožení (CR)	2	1	2	5
Celkem	7	3	5	14

## 5. Diskuze

Ačkoliv byly na rekultivovaných plochách nalezeny vzácné druhy, nemůžeme popřít mnohem větší význam sukcesních ploch. Hlavně z toho důvodu, že některé druhy se nacházely pouze na nich. V našem výzkumu hraje poměrně důležitou roli i člověk, protože odkaliště je stále v provozu a na jeho části dochází k častým disturbancím, což udržuje plochy prosté vegetace a přitahuje hlavně druhy, které vyhledávají otevřené písčiny.

Výzkum ukázal, že některé druhy se nacházejí jak na rekultivovaných plochách, tak na plochách nerekulitovaných. Z povahy provedení dočasné rekultivace na odkališti lze usoudit, že vhodně zvolená rekultivace na části území s ohledem na potřeby druhů nemusí být špatná volba. Částečné zavezení prašného popílku zeminou a případné řídké osetí travním osevem zamezí prašnosti a s tím spojeným rizikem vzniku zdravotních potíží. Přitom aspoň částečně zachová povahu biotopu, který je některými ohroženými druhy vyhledáván. U Ledvického odkaliště lze předpokládat, že nešlo o tento úmysl. Travní osivo se vzhledem k podmínkám z větší části neuchytilo. Doporučil bych v tomto ohledu další sledování území, neboť nalezení určitých druhů může být spojeno se stářím zkoumaných ploch. Porovnáme-li celkově nerekulitované a rekultivované plochy, výhradně na rekultivovaných plochách se nacházelo pouhých osm druhů.

Jako stěžejní management bychom mohli zvolit sukcesní plochy, neb z celkového počtu bylo v těchto lokalitách nalezeno 49 druhů ze sedmi čeledí. Nejvýznamnější je na těchto plochách různorodost, protože sukcese neprobíhá všude stejným tempem. Na částech jednotlivých zkoumaných sukcesních lokalit byl k nalezení holý substrát připomínající písčiny. Další části byly s různou pokrývností obsazeny pionýrskými dřevinami a travinami.

Celkově lze na základě výzkumu říci, že mnohem větší příroda – ochránářský potenciál mají nerekulitované plochy (celkem 89% druhů a výhradně na nerekulitovaných plochách 69% druhů), ale vzhledem k tomu, že některé druhy se nacházely pouze na rekultivovaných plochách, nemůžeme rekultivace jednoduše odsoudit jako nevhodné. Nejvíce záleží na celkové rozmanitosti daného území.

V letech 2007 až 2011 provedl Ústav pro ekopolitiku s přispěním Ministerstva životního prostředí České republiky velký průzkum na mnoha lokalitách jednotlivých



nepřirodnicích biotopů za účelem zastavení poklesu biologické rozmanitosti, zhodnocení kvality těchto biotopů a navrhnout environmentálně šetrné rekultivace. V rámci této práce bylo zkoumáno i 11 odkališť - Tisová, Vřesová, Horní Slavkov, Karviná, Hrušovany, Kadaň, Přítkov, Kutná Hora, Stonava, Oslavany, Mydlovary. V těchto lokalitách bylo nalezeno bohaté druhové složení organismů a často byly nalezeny nové druhy pro Českou republiku (jednalo se hlavně o roztoče nebo makroskopické houby). Mezi blanokřídlými žahadlovými byla významná odkaliště Horní Slavkov a Tušimice, kde byla zaznamenána vysoká biodiverzita tohoto taxonu a mnoho druhů zapsaných v Červeném seznamu. V Tušimicích byly nalezeny kriticky ohrožené druhy *Andrena decipiens* a *Bembix tarsata*. Z taxonů označených jako „zranitelné“ zde byl nalezen *Halictus sexcinctus*, který se nachází i na odkalištích Ledvice a Horní Slavkov. Autoři na základě svých výsledků také radí použít různé druhy (lesnická, technická, hydrická) rekultivací ve vhodném poměru, s výjimkou nejvzácnějších biotopů, které mají být ponechány přirozenému vývoji (Cílek a kol., 2011).

Další průzkum byl prováděn na odkalištích Bukovina a Chvaletice, kde již byla započata rekultivace, ale na mnoha hektarech stále probíhá přírodní sukcese. Na těchto plochách, které byly rozděleny dle pokrývnosti, bylo nasbíráno takřka 3 500 jedinců z 227mi druhů. 68 druhů bylo zapsáno v Červeném seznamu a čtyři druhy byly považovány za regionálně vyhynulé. Je to tak dalším důkazem, že tyto antropogenní stanoviště jsou útočištěm pro druhy, kterým ubývá přirozených stanovišť. Jedinou jistotou tak pro žahadlové blanokřídlé je, že dokud bude naše civilizace závislá na nerostných surovinách, odkaliště zde budou pořád (Černá a kol., 2013).

V roce 2014 byly studovány odkaliště v lokalitách Prunéřov, Počerady a Tušimice. Bohužel dnes už lokality, na kterých byl prováděn průzkum, neexistují – byly kompletně zrekultivovány. Celkově však bylo nalezeno skoro 10 tisíc jedinců žahadlových blanokřídlých ve 319 druzích. 7 druhů lze považovat jako regionálně vyhynulé a celkově 27 % zaznamenaných druhů bylo nalezeno na Červeném seznamu. Přitom převážná většina vzácných druhů svým výskytem nepřekrývala a jednotlivá odkaliště tak musela být kolonizována nezávisle na sobě. Byly porovnávány plochy s uloženým popílčkem, stabilizátem a navážkou. Výsledky práce

potvrdily nutnost rozmanitosti, jakožto podmínku, pro vysokou biodiverzitu žahadlových. V doletové vzdálenosti musí být biotop pro vývoj larev (s vhodným zdrojem potravy) a také rostliny sloužící jako zdroj potravy pro dospělé jedince. Zároveň bylo zjištěno, že mnoho ohrožených druhů žahadlových blanokřídlých vyžaduje jemný, sypký substrát bez vegetace, což vylučuje převrstvení popílku materiálem, který má odlišnou strukturu. Vzhledem k doletu včel, který je odhadován kolem tisíce metrů, je velmi pravděpodobné, že technické rekultivace jsou zdrojem potravy (Černá, 2014; Gathmann a Tschardt, 2002).

O rok později (2015) byly studovány opět plochy odkališť Počerady, Třískolupy, a Tušimice. Bylo nalezeno přibližně stejné množství druhů, včetně sedmi regionálně vyhynulých. To dokazuje dlouhodobé využívání odkališť jako útočiště. V práci byla posouzena vhodnost rekultivací a autoři došli k závěru, že vhodné je tvořit malé parcely s různými managementy – od holého popílku, přes spontánní sukcese po rekultivované plochy s travním porostem. Byla zde zmíněna myšlenka, že pokud by byl při rekultivacích využíván překryv s velmi nízkým obsahem živin, na němž by byly malé plochy holého popílku (cca 30 % celkové plochy), bude udržen potenciál těchto území hostit ohrožené druhy (Černá a kol., 2015).

Řehounek a Tropek (2014) píší, že na popílkových odkalištích ve východních Čechách (elektrárna Opatovice, Chvaletice a chemička Semtín) bylo již během pilotní studie postupně objeveno šest druhů blanokřídlých u nás považované za vyhynulé. Nejvýznamnější nález byla pastilka *Nysson hrubanti*, což je střeoevropský endemit. Vzhledem k rozsáhlosti projektu, který zahrnoval písčiny i pískovny, jsou si autoři jisti, že druhy nalezené na odkalištích se jinde nevyskytují.

## 6. Závěr

Člověk sice svojí aktivitou nenávratně mění krajinu, ale nevědomky zároveň vytváří biotopy, které jsou atraktivní pro mnoho druhů, jejichž přirozená prostředí takřka vymizela. O něco více vědomě pak lidé tato refugia ničí, protože v zákoně o Ochráně a využití nerostného bohatství (44/1988 Sb.) je uvedeno, že ještě před schválením těžby musí být vypracovaný projekt na následnou rekultivaci a chybí iniciativa provádět průzkum a navrhovat v rekultivačních projektech individuální kompromisní řešení, která naplní požadavky hygienické, společenské a současně přírodoochranářské.

Na ledvickém odkališti bylo nalezeno 283 jedinců ze 70 druhů a devíti čeledí. Celkem deset odchycených druhů (32 jedinců) je v současné době zapsáno v Červeném seznamu s různým stupněm ohrožení. Nejvíce jedinců a druhové rozmanitosti bylo nalezeno na sukcesních plochách, následovaly plochy bez vegetace (taktéž nerekulitované), kde byly nalézány převážně druhy vyhledávající písčiny. Jak plochy podléhající sukcesi, tak i plochy, které jsou díky disturbancím bez vegetačního pokryvu, budou v budoucnu rekultivovány.

Výzkum probíhal také na dílčích plochách, které byly v minulosti již zrekulitovány. Zde bylo nalezeno značné množství druhů s hojnějším výskytem a biodiverzita byla celkově nižší. Práce tak přinesla očekávaný výsledek, že mnohem větší význam a ochranářskou hodnotu mají plochy, na kterých probíhá přirozený vývoj a nedochází k překrytí plochy krycí zeminou v rámci rekultivace.

Nemůžeme ale říct, že jsou rekultivace celkově špatné, jde hlavně o uváženou volbu. Nejdůležitější faktor je rozmanitost, v doletové vzdálenosti včel musí být zdroj potravy i vhodné místo k hnízdění. Nejvhodnější, uměle vytvořený biotop, tak můžeme vytvořit tím, že na malých částech budeme střídat obnažený substrát, s různě starými rekultivovanými plochami a některé parcely necháme podléhat přírodní sukcesi. Bohužel tvorba tohoto umělého biotopu zatím není možná, doporučuji další zkoumání zaměřené na negativní vlivy nerekulitovaných ploch na lidské zdraví. Na základě těchto výsledků by měla být upravena legislativa. Dotčení lidé by měli být o této změně informováni, hlavně z hlediska negativních vlivů (prašnost, ohrožení lidského zdraví).

## **7. Seznam použité literatury**

**Anonym, 2011:** Příroda Mostecka. Online: <http://litvinov.sator.eu/kategorie/krusnohori/krusnohori-priroda/priroda-mostecka?page=0,1> cit 8. 4. 2016

**Arie J. Kalis, Merkt J., Wunderlich J., 2003:** Environmental changes during the Holocene climatic optimum in central Europe – human impact and natural causes. *Quaternary Science Reviews* 22 : 33 - 79

**Aust A.E., Kodavanti P., Pinkerton K.E., Smith K. R., Veranth J. M., 2006:** Acute pulmonary and systemic effects of inhaled coal fly ash in rats: comparison to ambient environmental particles. *Toxicological Sciences* 93/2: 390 - 399

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

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

**Bejček V., Šťastný K., 2010:** Aktuální problémy ochrany ptáků a jejich prostředí v ČR – Mostecká pánev, *Sylvia* 36/1: 35 – 38

**Beneš J., Čížek L., Konvička M., 2005:** Ohrožený hmyz nelesních stanovišť: ochrana a management. *Sagittaria*, Olomouc

**Beneš S., Brunclík O., Vlk K., 1986:** Geologie a půdoznalství. Vysoká škola Zemědělská, Praha

**Bogusch P., Dvořák L., 2008:** Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeata) bývalé pískovny u Pamferovy Huti (západní Šumava), *Silva Gabreta* vol. 14: 149 - 162

**Bogusch P., Heneberg P., Řehounek J., 2013:** Sandpits provide critical refuge for bees and wasps (Hymenoptera: Apocrita). *Journal of insect conservation* 17(3): 473 - 490

**Bogusch P., Straka J., 2011:** Žahadloví blanokřídlí ET **Řehounek J., Tropek R., 2012:** Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Entomologický ústav BC AV ČR a Calla, Olomouc

**Broves H.A., diCatri F., Drake J.A., Kruger F.J., Mooney H.A., Rejmánek M., Williamson M., 1989:** Biological invasions: a Global perspective. John Wiley and Sons, New York

**Cílek V., Farkač J., Frouz J., Godány J., Gremlica T., Jiří Sádlo J., Lepšová A., Příkryl I., Rambousek P., Starý J., Straka J., Volf O., Vrabec V., Zavadil V., 2011:** Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice – Závěrečná zpráva, Ústav pro ekopolitiku, Praha

**Culek M., Divíšek J., 2010:** BIOgeografie. Masarykova univerzita, Brno

**Čermák P., Gabzdil J., Haniš J., Jurásek A., Liška J., Mauer O., Minx A., Navrátil P., Prášek J., Soukup F., 2003:** Metodika pro jednotný a optimální způsob zajištění biologických rekultivací složišť VEP ČEZ a. s.. Ústav pro hospodářskou úpravu lesů, Brandýs nad Labem

**Černá I., 2014:** Protiprašná opatření a jejich vliv na biodiverzitu složišť popílku. Jihočeská univerzita, České Budějovice

**Černá I., Čížek O., Konvička M., Straka J., Tropek R., 2013:** Is coal combustion the last chance for vanishing insects of inland drift sand dunes in Europe? Biological Conservations 162: 60 - 64

**Černá I., Kocarek P., Malenovský I., Sebek P., Straka J., Tichánek F., Tropek R., 2015:** In search for a compromise between biodiversity conservation and human health protection in restoration of fly ash deposits: effect of anti-dust treatments on five groups of arthropods. Environmental Science Pollution Resources, DOI 10.1007/s11356-015-4382-1: 1 - 8

**ČEZ a.s., 2009:** Stabilizát. Hostivice, online: <http://www.cezep.cz/stabilizat.html?id=126> cit. 21. 2. 2016

**ČEZ a.s., 2015:** Využití vedlejších produktů. Online: <http://www.cez.cz/cs/odpovedna-firma/zivotni-prostredi/programy-snizovani-zateze-zp/vyuziti-vedlejsich-produktu-uhelných-elektraren.html> cit 8. 4. 2016

**ČEZ a.s., 2016:** Elektrárna Ledvice, online: <http://www.cez.cz/cs/vyroba-elektriny/uhelne-elektrarny/cr/ledvice.html> cit. 16. 2. 2016

**Dik E.P., Smirnova O.A., Soboleva A.N., 2011:** Environmental hazard classes of ashes and slags from thermal power stations. Thermal Engineering 58/6: 506 - 512

- Doležalová J., Kopecký O., Mikešová E., Solský M., Vojar J., 2007:** Colonization of post-mining landscapes by amphibians: a new opportunity for endangered species. Česká Zemědělská Univerzita, Praha
- Doležalová J., Solský M., Vojar J., 2012:** Hnědouhelné výsypky – nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. Časopis ochrana přírody 3/2012: 8 - 11
- FNM ČR, 2002:** Rekultivace, závěrečná sanace a revitalizační opatření bílinsko-teplické oblasti severočeské hnědouhelné pánve. Výzkumný ústav pro hnědé uhlí, Most
- Frána J., Severa T., 2002:** Rekultivace a využití elektrárenských popílků. Jihočeská univerzita, České Budějovice
- Gathmann A., Tschardt T., 2002:** Foraging ranges of solitary bees. Journal of animal ecology, 71(5): 747 - 764
- Harabiš F., Tichánek F., Tropek R., 2013:** Dragonflies of freshwater pools in lignite spoil Caps: Restoration management, habitat structure and conservation value. Ecological engineering 55: 51 - 61
- 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 (2008): 63 - 78
- Hendrychová M., Řehoř M., Šálek M., Tajovský K., 2012:** Soil Properties and Species Richness of Invertebrates on Afforested Sites after Brown Coal Mining. Restoration Ecology 9/2012: 561 - 567
- Ježek J., 2013:** Odkaliště. Náchod, online: <http://bohemiaorientalis.cz/odkalisce/> cit. 10. 1. 2016
- Kolář L., 1969:** Popílků a možnosti jejich využití. Práce, Praha
- Kolář V., Tichánek F., Tropek R., 2015:** Početná populace potápníka *Cybister latemarginalis* (De Geer, 1774) (Coleoptera: Dytiscidae) na mosteckých hnědouhelných výsypkách. Elateridarium ročník 9: 160 - 162
- Konvalinková P., Prach K., Řehounek J., Řehouňková K., 2011:** Ecological restoration of central European mining sites: a summary of a multi-site analysis. Landscape research 36/2: 263 - 268
- Kovář P., Kubelka V., Lepšová A, Rauch O., Řehounek J., Tropek R., Volf O., Zavadil V., 2010:** Odkaliště a složiště jemných substrátů. ET Prach K., Řehounek J.,

- Řehouňková K., Tropek R., 2015:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Olomouc
- Kulhavý J., Menšík L., Plesník J., Suchomel J., Zejda J., 2014:** Ekologie lesních ekosystémů. Mendelova univerzita v Brně, Brno
- Kuris A.M., 1974:** Trophic interactions – similarity of parasitic castrators to parasitoids. Quarterly Review of Biology 49/2: 129 - 148
- Malkovský M., Brunnerová Z., Bůžek Č., Čadek J., Čadková Z., Čech F., Čuta J., Domáci L., Elznic A., Fejfar O., Gabriel M., Gabrielová N., Hercogová J., Hokr Z., Kačura G., Kodymová A., Kopecký L., Králík F., Kurendová J., Líbalová J., Malecha A., Manová M., Mašín J., Plzák V., Rákosová M., Řeháková Z., Schovánek P., Schováňková D., Šalanský K., Šebesta J., Šmejkal V., Šrámek J., Štemprok M., Tásler R., Tyráček J., Urban J., 1985:** Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí. Československá akademie věd, Praha
- Mandák B., Růžička J., Šálek M., 2005:** Obecná ekologie. Česká zemědělská univerzita, Praha
- Maxdorf s.r.o., 2016:** Velký lékařský slovník, Praha, online: <http://lekarske.slovníky.cz/pojem/klonalni> cit. 9. 3. 2016
- Město Ledvice, 2014:** Územní plán města Ledvice pro rok 2014. Zastupitelstvo města, Ledvice
- Míchal I., 1994:** Ekologická stabilita. Veronica, Brno
- Mlčoch B., 1990:** Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000. Ústřední ústav geologický, Praha
- Petříková V., 1990:** Systém hnojení při rekultivacích důlních (jílových) výsypek a složišť popelů. Federální ministerstvo zemědělství a výživy. Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, Praha.
- Prach K., Řehounek J., Řehouňková K., Tropek R., 2015:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Olomouc
- Prach K., Řehouňková K., Šebelíková L., 2015:** Spontaneous revegetation vs. forestry reclamation in post-mining sand pits. Environmental Science and Pollution Research DOI 10.1007/s11356-015-5330-9 ET **Prach K., Řehounek J., Řehouňková K., Tropek R., 2015:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Olomouc

- Profipress s.r.o., 2004:** Produkce popílků. Praha, online: <http://odpady-online.cz/produkce-popilku/> cit. 25. 12. 2015
- 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 57/7: 617 - 621
- Quitt, 1971:** Klimatické oblasti Československa. Studia Geographica 16.GgÚ ČSAV, Brno
- Radics R., 2015:** Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeae) na plochách po těžbě hnědého uhlí Severočeské hnědouhelné pánve. Vysoká škola báňská, Ostrava
- Řehounek J., Řehouňková K., 2014:** Pískovny pro biologickou rozmanitost aneb Rekreační za lepší ochranu ohrožených druhů, Vesmír 93, 2014/12 ET **Prach K., Řehounek J., Řehouňková K., Tropek R., 2015:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Olomouc
- Řehounek J., Tropek R., 2012:** Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management. Entomologický ústav BC AV ČR a Calla, Olomouc
- Řehounek J., Tropek R., 2014:** Popílkoviště jako nečekaná šance pro záchranu bezobratlých živočichů ohrožených vyhynutím. Živa 6/2014: 284 - 289
- Řehouňková K., Prach K., 2006:** Spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: role of local site and landscape factors. Journal of Vegetation Science 17/5: 583 - 590
- Řehouňková K., Prach K., 2007:** Spontaneous vegetation succession in disused gravel-sand pits: A potential for restoration. Restoration Ecology 16/2: 305 - 312
- Severočeské doly a.s.:** Geologie. Chomutov, online: <http://www.sdas.cz/aktivity/hornicka-cinnost/geologie.aspx> cit. 16. 1. 2016
- Severočeské doly a.s.:** Hornická činnost - Bílina. Chomutov, online: <http://www.sdas.cz/aktivity/hornicka-cinnost/doly-bilina.aspx> cit. 15. 2. 2016
- Sklenička P., Skleničková N, 2003:** Základy krajinného plánování. Česká Zemědělská univerzita, Praha
- Soukupová J., 2007:** Atmosférické procesy (základy meteorologie a klimatologie). Česká Zemědělská univerzita, Praha
- Svět myslivosti, 2005:** Co je kleptoparazitismus? Svět myslivosti 04/05: 13
- Svoboda P., 1971:** Krajínáctvo I. Vysoká škola lesnícka a dřevárska, Zvolen



**Tichánek F., 2013:** Společenstva vážek odvodňovacích kanálů Radovesické výsypky. Jihočeská univerzita, České Budějovice

**Vera F.W.M., 2000:** Grazing ecology and forest history. Cabi publishing, United Kingdom

**Vojtíšek P., 2010:** Jsou deponie průmyslových substrátů stanovišti pro ohrožené či invazní druhy? Universita Karlova, Praha. ET **Prach K., Řehounek J., Řehouňková K.,**

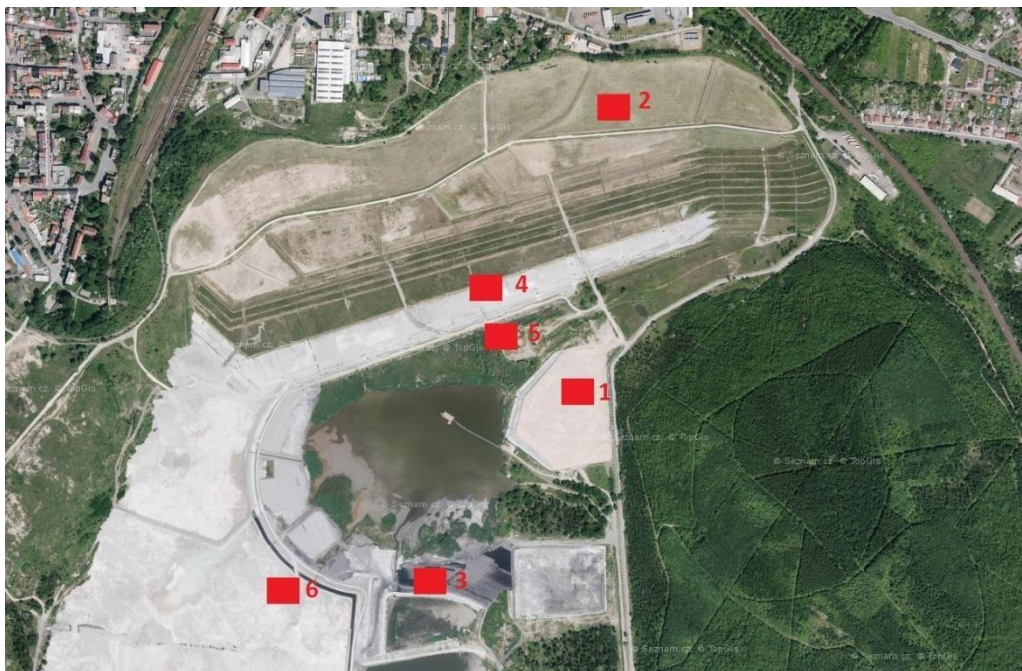
**Tropek R., 2015:** Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, Olomouc

**Votruba L., 1981:** Odkaliště. ediční středisko ČVUT, Praha

**Vráblík P., Vráblíková J., Šoch M., 2009:** Zpráva o řešení A418: Rekultivovaná krajina a její možné využití. Universita Jana Evangelisty Purkyně, Ústí nad Labem

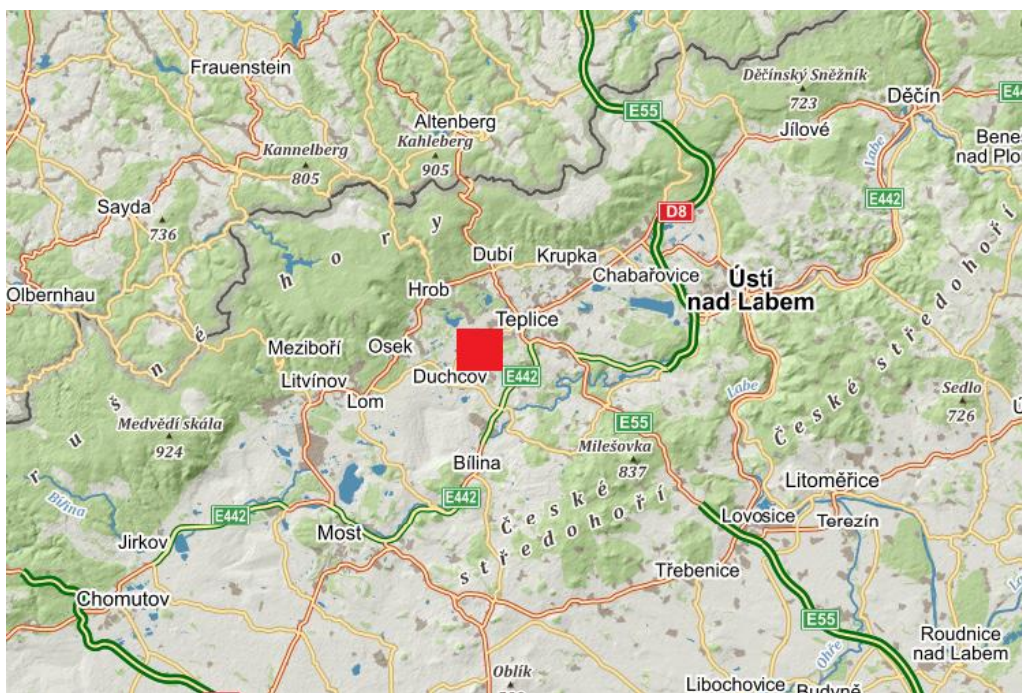
## 8. Přílohy

### 8.1 Příloha č. 1



Rozmístění studijních lokalit na odkališti

(zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))



Umístění odkaliště Ledvice v SHP

(zdroj: [www.mapy.cz](http://www.mapy.cz))

## 8.2 Příloha č. 2



*Lokalita č. 1*



*Lokalita č. 2*



*Lokalita č. 3*



*Lokalita č. 4*

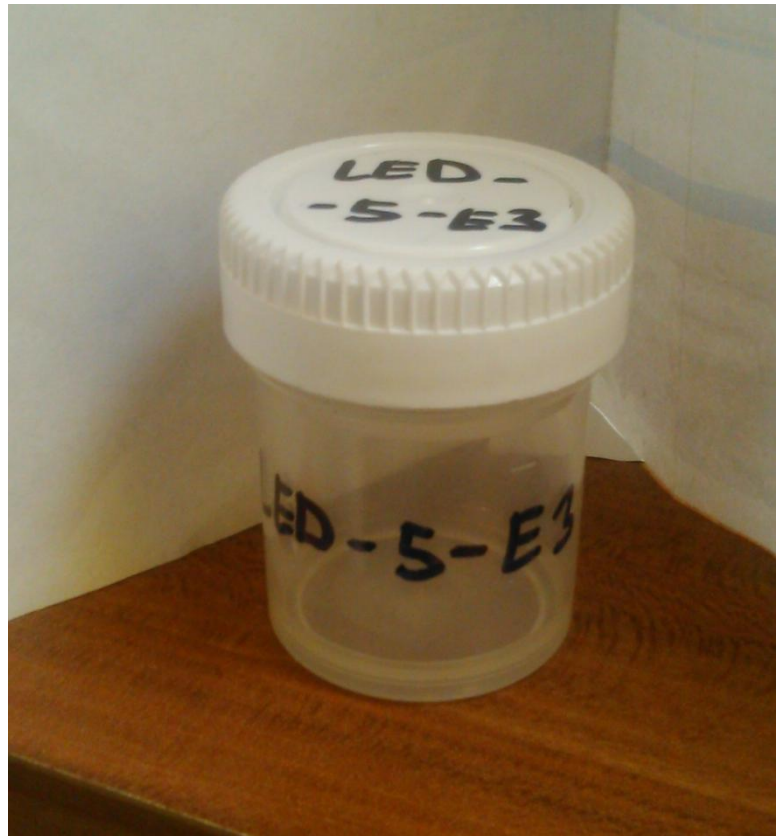


*Lokalita č. 5*



*Lokalita č. 6*

### 8.3 Příloha č. 3



*Fotografie sběrné nádoby s ukázkou unikátního kódu*

### 8.4 Příloha č. 4



*Test penetrability*

### 8.5 Příloha č. 5

Druh	Míra ohrožení	Sukcesní plochy	Plochy bez vegetace	Rekultivované plochy
<i>Halictus scabiosae</i>	kriticky ohrožený (CR)	0	3	3
<i>Hedychridium krajniki</i>	kriticky ohrožený (CR)	1	0	0
<i>Mimumesa littoralis</i>	kriticky ohrožený (CR)	4	9	0
<i>Anoplius caviventris</i>	ohrožený (EN)	1	0	0
<i>Evagetes dubius</i>	ohrožený (EN)	0	0	1
<i>Hysson Niger</i>	ohrožený (EN)	1	1	0
<i>Andrena Barbilabris</i>	zranitelná (VU)	2	0	0
<i>Halictus leucaheneus</i>	zranitelný (VU)	1	0	3
<i>Halictus sexcinctus</i>	zranitelný (VU)	1	1	0
<i>Lindenius pygmaeus armatus</i>	zranitelný (VU)	0	1	0