

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA BIOTECHNICKÝCH ÚPRAV KRAJINY

Vedlejší energetické produkty elektrárny Prunéřov a možnosti
jejich využití pro přírodo-ochranářské účely

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Markéta Hendrychová, Ph.D.

Diplomant: Bc. Michaela Volfová

2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Markéty Hendrychové, Ph.D. a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze

Podpis:

Poděkování

Chtěla bych poděkovat mé vedoucí práce Ing. Markétě Hendrychové, PhD. za pomoc s výzkumem, rady a trpělivost s vedením práce. Dále bych ráda poděkovala společnosti Elektrárny Prunéřov ČEZ, že mi umožnila výzkum na svém odkališti Ušák a ekologovi Ing. Alešovi Sukovi za informace, ochotu a čas, který se mnou a s vedoucí mé práce trávil na odkališti při sběru dat. V neposlední řadě bych také ráda poděkovala doc. Petru Boguschovi, Ph.D. za přesné určení nasbíraného materiálu.

V Praze

Podpis

Abstrakt

Na odkališti uhelné elektrárny Prunéřov, která se nachází v Kadani poblíž města Chomutov, byl prováděn sběr žahadlového hmyzu (Hymenoptera: Aculeata). Výzkum probíhal od května do srpna 2015 na plochách s odlišným managementem a stářím. Celkem bylo sebráno 106 vzorků ze šesti linií po šesti pastech (70 pastí na sukcesi a 36 na rekultivaci). Metodou Moerickeho pastí se odchytilo 603 jedinců (88 druhů). V Červeném seznamu blanokřídlých je uvedeno celkem 32 druhů, z toho 14 druhů zranitelných, šest ohrožených druhů a dva kriticky ohrožené druhy. Výhradně sukcesní plochy preferovalo 39 druhů (90 jedinců) a rekultivované plochy jen 12 druhů (18 jedinců). Význam popílkových stanovišť má tudíž velký význam z pohledu žahadlových blanokřídlých.

Klíčová slova: *Aculeata*, popílek, odkaliště, ochrana přírody, bezobratlí

Abstract

The experiment took place in the ash deposit of power plant in the north-west Bohemia, where wasps and bees were investigated. Data were collected on localities of different management and age in May – August, 2015 by color pan traps, when 106 traps were collected (70 traps on succession areas and 36 traps on reclaimed areas). In total, 603 individuals (88 species) were determined. Thirty two species stated in the Red list, 14 species are vulnerable, six species are endangered and 2 species are critical endangered. Succession areas were strictly preferred by 39 species (90 individuals) and reclaimed areas by 12 species (18 individuals).

Key words: *Aculeata*, fly ash, ash deposit, nature conservation, invertebrates

Obsah

1. ÚVOD	8
2. CÍL PRÁCE	10
3. LITERÁRNÍ REŠERŠE	10
3.1 Struskopopílková odkaliště	10
3.1.1 Rekulтивace	13
3.1.2 Sukcese	14
3.1.3 Fauna	15
3.2 Modelová skupina – žahadloví blanokřídlí (<i>Hymenoptera: Aculeata</i>)	17
3.2.1 Život žahadlových blanokřídlých	18
3.3 Penetrabilita půdy	20
4. METODIKA	22
4.1 Charakteristika studijního území	22
4.1.1 Geografické vymezení lokality	22
4.1.2 Klimatické podmínky	23
4.1.3 Geologické a geomorfologické poměry	24
4.1.4 Hydrologické podmínky	24
4.1.5 Ochrana přírody	25
4.1.6 Fauna	26
4.1.7 Flora	26
4.2 Elektrárny Pruněřov ČEZ, a.s.	26
4.2.1 Elektrárna Pruněřov I	27
4.2.2 Elektrárna Pruněřov II	27
4.2.3 Mezideponie Ušák	28
4.3. Design pokusu	32
4.3.1 Sběr žahadlového hmyzu	32
4.3.2 Charakteristiky druhů	34
4.3.3 Charakteristiky studijních ploch	36
4.3.4 Data a vyhodnocení	37
5. VÝSLEDKY	39
5.1 Přehledné výsledky počtu druhů a jedinců	39
5.2 Zastoupení ekologických skupin	41
5.2.1 Stanovištní preference	41
5.2.2 Hnízdní strategie	42
5.2.3 Trofické nároky	44
5.2.4 Hustota vegetace	45

5.3 Vzácnost.....	47
5.3.1 Přírodo-ochranářská hodnota podle hojnosti výskytu v ČR.....	48
5.4 Efekt stáří vegetace	49
5.5 Efekt zhutnění půdy	51
6. DISKUZE	53
7. ZÁVĚR	57
8. SEZNAM LITERATURY	58
9. PŘÍLOHY	64

1. ÚVOD

Výroba tepelné a elektrické energie pomocí spalování uhlí v uhelných elektrárnách je nejrozšířenějším způsobem výroby energie v České republice. Tepelných elektráren je v České republice v současnosti více než dvě desítky a společně s atomovými elektrárnami, které pokrývají přibližně třetinu výroby, a s energií z obnovitelných zdrojů pokrývají spotřebu energie obyvatel a průmyslu u nás. Roční energetický tok obecně je však složitější, protože je energie zároveň vyvážena a odvážena mezi ostatními státy a pokrytí naší výrobou tedy není stoprocentní.

Každá výroba tepelné a elektrické energie je v tepelných elektrárnách spojena se vznikem nežádoucích látek. Tyto nežádoucí látky se nazývají vedlejší energetické produkty. Jedním z těchto vedlejších produktů spalovacích procesů je tzv. popílek, který se po spálení paliva ukládá ve složištích, kterým se říká odkaliště a obvykle se nachází v okolí výrobního podniku. Popílek je odjakživa považován za negativní součást výroby energie, protože jeho přítomnost znečišťuje životní prostředí vypouštěním do ovzduší pomocí komínů elektráren a také skladováním, kterým vznikají rozsáhlé tmavé nepřitažlivé plochy. Se vznikem popílku také souvisí další negativní dopad na životní prostředí, a to samotná doprava na jeho úložiště, kdy se využívají velké nákladní dopravní prostředky a zároveň může docházet ke zvýšené prašnosti v daném místě.

Popílký vznikající při výrobě energie se analyzují v chemických laboratořích, aby se zjistila jejich závadnost nebo nezávadnost. Po analýze následuje více možností, co se může s popílkem stát. Jednou z možností je, že v případě, kdy toxicita popílku neumožňuje jeho další využití, je nutné ho uložit na odkaliště. Další způsob naložení s tímto produktem je ten samý, i když nemusí být nutný, jednoduše se pro něj nenašlo další využití, přestože to jeho zdraví nezávadnost dovoluje. Vznikají totiž také zdraví bezpečné popílký, které obsahují mnoho minerálních látek a které lze buď uložit na deponie jako v prvním případě, nebo je dále využívat v různých průmyslových odvětvích. V 60. let minulého století se popílek začal rozprašovat na polích, čímž se díky zkvalitněním vlastností půdy zemědělcům zvyšuje výnos pěstovaných plodin. Dále může být popílek významným materiálem používaným ve

stavebnictví, kdy se přidává do betonu. Také zlepšuje jeho vlastnosti a prodlužuje životnost stavby, zároveň při práci s betonem umožňuje lepší manipulaci.

Využití popílku v průmyslu se v posledních letech nejeví jako jediný pozitivní jev v souvislosti s tímto energetickým produktem. V současnosti se odkaliště ukazují jako prospěšná stanoviště pro ochranu přírody. Důvodem je jedinečnost, kterou v rámci přírodních lokalit zaujímají. Proto často bývají osidlována druhy živočichů, jejichž početnosti populací jsou v České republice nízké, velmi nízké nebo je obývají druhy, které na našem území již vyhynuly. Platí to zejména pro vzácné druhy bezobratlých živočichů, kteří se v obnažených částech náletových lokalit na odkalištích vyskytují.

Diplomová práce pojednává o odkališti společnosti Elektrárny Prunéřov ČEZ, a.s., která se nachází poblíž města Chomutov. Součástí této práce je literární rešerše soustředěná na sukcesní a rekultivované plochy a složení jejich fauny. Zároveň zde v ní popisují informace o mezideponii Ušák, jak je místně pojmenována. Na literární rešerši navazuje výzkumná část, která je zaměřená na žahadlový blanokřídlý hmyz.

Téma „Vedlejší energetické produkty elektrárny Prunéřov a možnosti jejich využití pro přírdo-ochranářské účely“ jsem si vybrala zejména z důvodu mého zájmu o technologii tepelných elektráren v kombinaci se zájmem o ochranu přírody. Již ve své bakalářské práci jsem se zabývala ekologickým auditem tepelné elektrárny, která se nachází ve městě Kladno. Svůj výzkum jsem prováděla v Elektrárnách Prunéřov ČEZ, a.s. a ne v elektrárně kladenské, protože elektrárna v Kladně se nachází v centru průmyslové oblasti města a popílek vzniklý spalovacími procesy musí být odvážen na jiné místo, proto ve svém areálu žádné odkaliště nemají.

2. CÍL PRÁCE

Cílem této diplomové práce bylo zkoumat biologickou rozmanitost odkaliště společnosti Elektrárny Prunéřov, ČEZ, a.s. a nedaleké výsyvky, která byla popílkem zrekultivována. Cílem bylo zejména posoudit vliv různého stáří částí popílkoviště a managementu (rekultivace – sukcese). Modelovou skupinou je žahadlový blanokřídlý hmyz.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Na území České republiky se nacházejí a jsou vzácné přírodní plochy, které jsou ve stádiu rané sukcese. Stádia rané sukcese jsou obecně důležitými stanovišti a refugii mnoha druhů živočichů a rostlin, které ke svému životu potřebují tato prostředí. Nalezneme v nich malé množství živin a holý mělký substrát, který není vhodný pro konkurenčně silnější druhy a tím dostanou prostor druhy konkurenčně slabší. Z důvodu vzácnosti výskytu těchto lokalit stále více oceňujeme lokality, ve kterých můžeme tato raná stádia vývoje prostředí spatřit. Plochy s raným vývojem lze například nalézt v postindustriálních stanovištích, ve starých kamenolomech, pískovnách, výsypkách a také odkalištích.

Ve své diplomové práci se zabývám problematikou spojenou s výrobou tepelné a elektrické energie v uhelných elektrárnách. Konkrétněji se zajímám o odkaliště a výsyvky nacházející se v areálu jedné z nich. Odkaliště a výsyvky jsou významná prostředí, která bezobratlí živočichové využívají jako náhradní biotopy.

3.1 Struskopopílková odkaliště

Odkaliště slouží k hydraulickému odkládání odpadů spalování uhlí a někdy i k čištění vod. Při výběru lokality na jeho umístění se vychází zejména z požadavku na minimální vzdálenost od zdroje a ochranu životního prostředí a podzemních vod (Tlapák, Knedlhans, Legát, & Šálek, 1992).

Spalování uhlí pro výrobu energie či energie a tepla souvisí s produkcí značného množství vedlejších produktů, např. popílku a strusky (Wilczyńska-Michalik, Moryl,

Sobczyk, & Michalik, 2014). Částice jsou obvykle zbarvené do šeda a některé do černo-šeda, v závislosti na podílu nespáleného uhlíku (Asokan, Saxena, & Asolekar, 2005). Kvalita spalování uhlí a kvalita spalovacího zařízení určuje vlastnosti vzniklého popílku, který je heterogenní směsí částic s různým tvarem, velikostí a chemickým složením (Fečko, 2005). Vlastnosti také záleží na době, po kterou je uhlí ponecháno ve spalovací komoře (Sear, 2001).

Materiál popílku obsahuje stopové prvky a těžké kovy, které mohou v některých případech prosáknout z úložiště popela a znečistit spodní vody (*Advances in Agronomy*, 2013). V popílku se nacházejí vzácné prvky, jejich obsah se odvíjí od velikosti částic. Obecně platí přímá úměra mezi množstvím těchto látek a velikostí částic popílku (Sajwan, Alva, & Keefer, 2003). Z těchto prvků je to především arsen, měď, nikl, olovo a zinek, ale můžeme v něm najít také polycyklické aromatické uhlovodíky (Verma et al., 2015), přičemž fyzikální a chemické vlastnosti popílku a hydrogeologické a klimatické vlastnosti na stanovišti jsou rozhodujícími faktory, které ovlivní pravděpodobnost, že některý z těchto prvků v popílku najdeme (*Advances in Agronomy*, 2013). Vypovídající hodnotu má také povaha popílku, pokud je jeho pH kyselé, nejedná se většinou o popílek, který by měl větší hygienická či environmentální rizika (Dik, Soboleva, & Smirnova, 2011). Negativními zdravotními důsledky ohrožení přítomností těžkých kovů nejsou například ohrožení obojživelníci, kteří na odkališti žijí jen část roku a kteří dokáží těžké kovy ze svého těla vyloučit (Ward, Hassan, & Mendonça, 2009). Naopak vyšším predátorům může bioakumulace, neboli hromadění látek uvnitř těla (v tomto případě přijímanou potravou v podobě obojživelníků), těžkých kovů zhoršovat jejich zdravotní stav (Coeurdassier et al., 2010).

Jak již bylo zmíněno v úvodu, popílek vzniklý v tepelných elektrárnách při spalovacích procesech lze považovat za odpad i za zdroj materiálu, který dosud nebyl plně využit. Bohužel se stále v zemích s vysokým využitím popílku jako druhotné suroviny značné množství ukládá do nádrží a lagun i přesto, že jeho možnosti využití ve stavebnictví jsou velmi rozsáhlé (Řehounek, Řehouňková, & Prach, 2010). Vedlejší produkty spalování uhlí v uhelných elektrárnách mohou být i částečnou alternativou přírodních materiálů (J. H. Park, Edraki, Mulligan, & Jang, 2014). Jen je potřeba vyvinout vhodnou technologii, která opětovné použití umožní (recyklace a opětovné využití produktů spalovacích procesů (J. Y. Park, 2014). V Německu se

v současnosti 40 % vyprodukovaného materiálu využívá v zemědělství a pro účely krajinných úprav a živiny obsažené v materiálu slouží k obohacení půdy na farmách (Krüger & Adam, 2015).

V České republice způsob ukládání popílku na odkaliště v současné době převládá. Dříve se popílek ukládal suchou cestou lanovkami, ale tento způsob vedl k vysoké prašnosti na lokalitě. V současnosti se spolu se zavedením metody odsíření využívá jiný způsob suchého ukládání, při kterém se směs popílku a strusky smíchá s energosádrovcem (produktem odsíření) a vodou a vzniklá hmota ztuhne a vznikne tzv. stabilizát. Vznikem pevného stabilizátu se zamezí erozi a prašnosti na daném stanovišti (Řehounek et al., 2010).

Ve stavebnictví se popílek přidává jako doplňkový na přípravu betonu. Mimo usnadnění manipulace snižuje jeho propustnost a zvyšuje sílu, která zároveň vydrží i delší dobu (Ley, 2007). Jako před každým dalším využitím se popílek poskytne k rozboru na chemické složení, a tím se ověří, že není zdraví nebezpečný a že nesníží kvalitu betonu. Beton s touto příměsí je i levnější (Sutter et al., 2013).

V úvodu jsem také zmínila, že se na odkaliště v poslední době začalo nahlížet jako na útočiště vzácnějších nebo vzácných druhů hmyzu. Stejná situace platí i pro vymírající druhy hmyzu, které se objevují na těchto stanovištích. Vědecké týmy Entomologického ústavu Biologického centra Akademie věd ČR a přírodovědeckých fakult Jihočeské univerzity a Univerzity Karlovy spolupracovaly na studii, která je prvním mezinárodně publikovaným výzkumem hmyzu těchto stanovišť. Výsledky studie ukázaly, že na dvou odkalištích tepelných elektráren v České republice (Chvaletice a Opatovice) bylo nalezeno přes 200 druhů blanokřídlého hmyzu, z nichž 72 druhů je na našem území ohroženo. Velmi významnou skutečností také je, že 4 z těchto druhů jsou považovány za vyhynulé a 13 druhů je v rámci ČR kriticky ohroženo. Tyto výsledky jsou obecně velmi pozitivní zprávou a dle nich můžeme usuoudit, že role odkališť v ochraně biodiverzity je velmi důležitá (Tropek, Cerna, Straka, Cizek, & Konvicka, 2013).

3.1.1 Rekultivace

Rekultivace je soubor opatření, která zlepšují úroveň biologických vlastností nebo upravují území a plochy poškozené přírodními nebo antropogenními vlivy. Výběr správného postupu umělé obnovy struskopopílkových deponií by měl zahrnovat podporu druhů rostlin a živočichů, které jsou přirozené pro konkrétní oblast. Také by se v rámci realizace rekultivace mělo vytvářet mnoho různorodých stanovišť, protože jejich diverzita podněcuje rozmanitost druhů. Zároveň je však třeba zohlednit, že odkaliště například oproti lomům, výsypkám a pískovnám obsahují nepůvodní substrát, který je spalováním, sedimentací a zvětráváním obohacený řadou prvků a látek a odkaliště tak mají určitý stupeň toxicity (bor a sodík). Aby nedošlo k vyplavení obsažených látek a snížila se prašnost v krajině, naveze se na povrch zemina (Řehounek et al., 2010). Pokud však dojde ke kontaminaci, nebývá ve většině případů významná, protože voda odtékající z odkalovacích nádrží se jímá a přečišťuje (Putilov & Putilova, 2010).

Ekologická funkce deponií můžeme obnovit technickou rekultivací, která je spojená s výsadbou vegetace. Dříve byla upřednostňována rychlá technická rekultivace s výsevem travin a s minimem výsadby lesních dřevin domácího původu. Po provedení rekultivace plocha rychle zarostla převážně silnými ruderalními druhy, které potlačily růst dalších druhů, a tak se na místě vyskytoval jen omezeně. Pro představu jsou zde uvedeny tři příklady rekultivace v praxi v rámci České republiky.

V prvním případě v Podkrušnohoří se rekultivaci pokusili provést biologicky šetrněji a na naplavený substrát nechali navézt ornici, která měla zlepšit jeho vlastnosti a na některá místa pak aplikovali i kejdu. Tato metoda je bohužel nákladná.

Při rekultivaci ve Chvaleticích použili geotextilii a síťovinu různých typů, které měly společně zamezit emisím popílku ze směsi prachu a jemného písku. V jiných místech pro zamezení těchto emisí použili stabilizát, kterým přikryli plochu, než navezli ornici. V posledním příkladu Elektrárna Mělník využila ke stabilizaci povrchu rekultivované plochy postřík povrchovými vodami, které byly eutrofizovány. Elektrárna vodu pro tyto účely odebírala z velkých vodních toků (Řehounek et al., 2010).

Výroba stabilizátu provází spojení anorganické matrice s anorganickým polutantem, za pomoci záměsové vody (porculánové pojivo). Zráním postupně dochází k fyzikálně-chemické stabilizaci a obsah kontaminantů je mnohem nižší než v nestabilizovaném odpadu (*Rekultivační materiály: sborník semináře, Modřice 18.-19.10. 2000, 2000*).

3.1.2 Sukcese

Sukcese vegetace na odkalištích zaujímá kromě přímého směru také zpětné trendy s fluktuacemi. Průběh sukcese ovlivňují podmínky substrátu, aktuální mikroklima povrchové vrstvy a další faktory. Rozvoj vegetace zpravidla podmiňuje uchycení několika pionýrských druhů dřevin, jejichž semenáčky nebo úlomky větví, které sem často donášejí ptáci, mají zpočátku vysokou úmrtnost. Situace se změní díky většímu podílu surového humusu, který se nahromadí z jejich opadu. V takovémto substrátu jsou schopny začít růst a produkovat semena. Na vlhkých stanovištích můžeme najít například topol bílý (*Populus alba*), topol černý (*Populus nigra*), topol kanadský (*Populus x canadensis* agg. sp.), vrbu nachovou (*Salix purpurea*), vrbu trojmužnou (*Salix triandra*), vrbu košíkářskou (*Salix viminalis*) a vrbu bílou (*Salix alba*). Suchá stanoviště podporují růst například břízy bělokoré (*Betula pendula*), topolu osiky (*Populus tremula*) a vrby jívy (*Salix caprea*).

Rozvoj zápoje stromového patra umožňuje růst bylinnému patru. Mezi bylinné druhy patří expanzivní, zejména klonální druhy jako třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), rákos obecný (*Phragmites australis*) a zblochanec oddálený (*Puccinellia distans*). Patří sem také invazní druhy jako ostropes trubil (*Onopordum acanthium*) nebo šrucha zelná (*Portulaca oleracea*). Rostliny se na lokalitu často dostanou v počátečních fázích vývoje s přispěním anemochorie, nedlouho potom také zoochorie, kdy zejména dochází k tzv. myrmekochorii. Tento způsob dopravy obilek trav, plodů a semen mají na svědomí mravenci (Řehounek et al., 2010). Ovšem také běžnou praxí je opačný průběh vývoje odkaliště. Spory z okolí jsou anemochoricky přinášeny na stanoviště, později i zoochoricky. Jedná se zejména o rostliny, jejichž životní cyklus je krátký a jejich konkurenceschopnost nízká. Vyznačují se ale vysokou plodností a snadným šířením (Vaňková, 2005).

Struskopílková odkaliště v teplejších oblastech, která byla ponechána spontánní sukcesi, se mohou stát cennými stanovišti pro řadu vzácných a kriticky ohrožených druhů bezobratlých. Podobně jako u jiných postindustriálních stanovišť se jedná zejména o druhy extrémních stanovišť s řídkým vegetačním krytem, která z okolní krajiny rychle mizí. V případě odkaliště to jsou zejména píscomilné druhy (Řehounek et al., 2010).

3.1.3 Fauna

Jak jsem již zmínila výše, odkaliště představují významná stanoviště pro bezobratlé živočichy. Suplují pro ně dříve obývané přirozené duny, stepi a jiné biotopy, s čímž pravděpodobně souvisí hlavní důvod, proč se řady druhů přesunuly z volné krajiny na náhradní stanoviště, došlo k úbytku vhodných biotopů na velmi malé procento původní rozlohy. Živočichové si tuto lokalitu vyberou jako svůj biotop v případě, že substrát není jedovatý a mají kde hnízdit a sehnat si v blízkosti potravu.

V České republice v letech 2007 – 2011 probíhal projekt s názvem „Rekultivace a management nepřírodních biotopů“, na který poskytlo finanční prostředky Ministerstvo životního prostředí. Základním cílem tohoto projektu bylo zastavit pokles biologické rozmanitosti, s čímž souvisí účinná ochrana cenných stanovišť, která se nacházejí mimo chráněná území. Během průzkumů probíhaly terénní biologická a ekologická šetření nepřírodních biotopů a zhodnocení jejich kvality a významu pro ochranu biodiverzity v kulturní krajině. V rámci monitoringu žahadlového blanokřídlého hmyzu vědci využili potravní specializace dospělých stádií, kdy vosy a včely se živí nektarem z květů rostlin, díky čemuž lze napodobením květů (pomocí barevných misek – Moerickeho) přilákat většinu druhů vyskytujících se na lokalitě. Při výzkumu na odkališti a úložišti elektrárny Tisová v Karlovarském kraji, který byl součástí tohoto projektu, se determinoval 1 nový druh pro Českou republiku (*Phthiracarus* sp. n.) (MŽP, 2011).

V následujících odstavcích je popsáno živočišné složení odkališť, které můžeme na těchto lokalitách spatřit.

Odkaliště jsou díky vysoké akumulaci tepla obývána extrémně teplomilnými druhy bezobratlých, nalezneme zde např. kutíka písečného (*Crossocerus wesmaeli*), ohroženou čalounici jetelovou (*Megachile leachella*), včeláka helvétského (*Tachysphex helveticus*) či kriticky ohrožené druhy stopička pobřežního (*Mimumesa littoralis*). Podmáčenější místa jsou obvykle zarůstána rákosinami, které obydí ohrožená maskonoska mokřadní (*Hylaeus moricei*), hrabalka rákosní (*Anoplius cavinensis*) a kriticky ohrožený kutík útlý (*Rhopalum gracile*). Výskyt výše zmíněných druhů na odkalištích jistě naznačuje, že tento typ stanoviště je unikátním biotopem, když v České republice většina přirozených lokalit tohoto typu již zanikla (J. Straka & Bogush, 2011).

Motýli

Motýli vyskytující se na odkalištích nejsou dosud tolik podrobně prostudováni. Pískomilné druhy motýlů na území České republiky již vyhynuly. Významný druh, a to kriticky ohrožený okáč metlicový (*Hipparchia semele*), byl objevený na odkalištích Kadaňska a donedávna i Pardubicka, Dalším druhem, na který můžeme narazit v oblasti Kadaňska, je zranitelný soumračník čárkovaný (*Hesperia comma*) (Tropek, Kadlec, & Beneš, 2011).

Rovnokřídlý hmyz

Nejtypičtějším zástupci rovnokřídlého hmyzu jsou saranče modrokřídlá (*Oedipoda caerulescens*) a saranče blankytná (*Sphingonotus caerulans*). Oba druhy patří mezi pionýrské druhy, které vyhledávají extrémně výhřevné lokality bez nebo jen se sporadickým vegetačním pokryvem. Saranče blankytná však se zvyšujícím se zarůstáním stanoviště postupně mizí (Kočárek, 2011).

Suchozemští a vodní brouci

Sypký a jemný materiál odkališť láká i suchozemské brouky, které se zde někdy vyskytují častěji než na přirozených stanovištích. Žije tu například velmi vzácný svižník písečný, který v České republice obývá již téměř výhradně právě odkaliště. Z dalších druhů zde narazíme na zranitelného kovaříka *Dicronychus equisetioides*, téměř ohroženého kovaříka *Cardiophorus asellus* nebo téměř ohroženého střevlíka *Nebria livida* (Řehounek et al., 2010). Druhy vodních brouků vyskytujících se na odkalištích můžeme považovat za pionýrské, protože zde osidlují kaluže, nové vodní

plochy nebo periodicky vysychající tůně. Z vodních brouků jsou to např. potápníci *Nebrioporus canaliculatus*, *N. depressus* a *Hygrotus nigrolineatus*. Postupně se měnící prostředí způsobuje přechod těchto druhů na druhy, které se běžně vyskytují i v jiných typech prostředí (Boukal, 2011).

Suchozemští plži v odkalištích kvůli extrémním podmínkám prakticky nežijí (Pech and Juříčková, 2011).

Pavouci

Belgická studie zabývající se pavouky žijícími na teplomilných stanovištích ukázala, že stenotopní druhy naprosto chybí během letních měsíců. Jako možné vysvětlení je uveden nedostatek kořisti (*Collembola*). Větší druhy čeledi *Gnaphosidae*, *Thomisidae*, *Salticidae*, *Lycosidae* a *Araneidae* se během léta v oblasti běžně vyskytují (Bonte, Maelfait, & Hoffmann, 2000).

3.2 Modelová skupina – žahadloví blanokřídlí (*Hymenoptera: Aculeata*)

Blanokřídlí (*Hymenoptera*) patří mezi největší řádu hmyzu. Zahrnují mnoho druhů včel, vos, sršňů, mravenců a dalších druhů živočichů. Název *Hymenoptera* pochází z řeckého „hymen“, což znamená membrána a „pteron“, překládáno jako křídlo (Everson, 2014).

Společným znakem žahadlového hmyzu (*Aculeata*) je žihadlo, které vzniklo přeměnou kladélka. Žihadlo je spojené s jedovou žlázou a nachází se v zadečku. Jeho účelem je obrana hnízda nebo jedince. Na bázi žihadla se nachází pohlavní otvor, kterým jsou kladena vajíčka. Žahadlové lze rozdělit do tří nadčeledí – vosy (*Vespoidea*), včely (*Apoidea*) a zlatěnky (*Chrysidoidea*) (Bogush, 2010).

Blanokřídlý hmyz je řád hmyzu s obrovskou diverzitou. V současnosti je popsáno více než 153 000 druhů tohoto řádu a dále se předpokládá, že ještě přibližně jeden milion žijících druhů je nepopsaných. Blanokřídlí hrají velkou roli v prakticky všech suchozemských ekosystémech, jsou mezi nimi zařazeni predátoři, parazitoidi a opylovači (Peters et al., 2017). Parazitoidi představují přibližně 70 % druhů blanokřídlého hmyzu (Aranda & Graciolli, 2016). Různé formy parazitismu jsou velmi častou životní strategií žahadlového hmyzu.

3.2.1 Život žahadlových blanokřídlých

Žahadloví blanokřídlí je velmi početná a ekonomicky významná skupina hmyzu. Patří k nim význační opylovači (včely – *Apoidea*) i predátoři (sršni a vosy – *Vespidae*). V poslední době se ukazuje i velký význam této skupiny pro indikaci kvality lokalit. Řada druhů náležících do této skupiny je na území České republiky buď kriticky ohrožena vyhubením, nebo jsou již považovány za regionálně vymizelé.

Tato skupina zahrnuje velmi rozdílné druhy parazitických čeledí hbitěnkovitých (*Bethylidae*), zlatěnkovitých (*Chrysididae*), lapkovitých (*Dryinidae*), vejřenkovitých (*Embolemidae*), trněnkovitých (*Tiphidae*), kodulkovitých (*Mutillidae*), drvenkovitých (*Sapygidae*). Dále čeledi zahrnující převážně dravé hnízdící druhy, jako jsou hrabalkovití (*Pompilidae*), mravencovití (*Formicidae*), vosovití (*Vespidae*) a kutilky (*Ampulicidae*, *Sphecidae* a *Crabronidae*) a například čeledi specializované na sběr pylu, kterým se souhrnně říká včely (*Melittidae*, *Megachilidae*, *Apidae*, *Andrenidae*, *Colletidae* a *Halictidae*). Do žahadlových blanokřídlých jsou také zařazeni mravencovití (*Formicidae*) (Jakub Straka, Dvořák, & Bogusch, 2009).

Mezi žahadlové blanokřídlé patří mnoho paraziticky žijících živočichů. Najdeme zde mnoho parazitoidů, ale také poměrně unikátní životní strategie související s parazitismem, a to sociální parazity a hnízdní kleptoparazity. V následujících odstavcích popisují zmíněné způsoby životního stylu žahadlových blanokřídlých, a to společně s příklady druhů, které tuto strategii reprezentují.

Parazitoidi

Parazitoidy můžeme rozdělit na endoparazitoidy a ektoparazitoidy. Ektoparazitoidi se vyvíjejí na těle svých hostitelů a endoparazitoidi se vyvíjejí uvnitř těla hostitele. Ektoparazitismus je poměrně rozšířeným jevem, jehož zástupce je například kutilka žirafík páskovaný (*Ampulexfasiata*). Tento druh kutilky má černé štíhlé tělo a výrazně prodlouženou předohrud' (odtud pochází český rodový název). Žirafík žije zejména ve starých dubech v lužních oblastech jihu Čech a Moravy. Samice omámí drobné šváby, na které naklade vajíčko. Larva se následně živí hemolymfou z povrchových ran a potom přední částí těla pronikne do hostitele. Před zakuklením larva hostitele usmrtí, jako všechny parazitoidní druhy živočichů. Podobně jako

kutilky se chovají například hbitěnky (*Bethylidae*), jejichž hostiteli jsou larvy a kukly motýlů a brouků a zlatušky (*Cleptinae*), které kladou do kokonů larev pilatek svá vajíčka (Bogush, 2010).

Dále například kodulky (*Mutillidae*), které připomínají vzhledem mravence, jsou černo-rezavé a s bílými skvrnami. Jejich vývoj probíhá v hnízdech většinou samotářských včel, vos a kutilek. Samice vyhledává cizí hostitelská hnízda a při setkání se samicí v nich přebývající se chovají velmi agresivně a jsou schopny ji i zabít. Tato strategie je známá u velkých kodulek, např. u kodulky horské (*Mutillamarginata*), kterou hostí hnízda čmeláků. Kodulka svým velmi dlouhým silným žihadlem dokáže usmrtit i několik čmeláků i s královnou. Larva kodulky se živí vnitřními orgány larvy hostitele. Stejnou životní strategii jako kodulky mají trněnky (*Tiphiidae*) a žahalky (*Scoliidae*). Ty jsou parazitoidy vrubounovitých brouků (*Scarabaeidae*), některé druhy trněnek žerou larvy brouků svižníků (*Cicindela*). Některé druhy žahadlových jsou hostitelsky specifické a dokáží dokončit svůj vývoj jen u jednoho nebo několika druhů. Rozhodujícím faktorem při výběru hostitele je jeho hnízdní biologie (Bogush, 2010).

Kleptoparaziti

Kleptoparazitická životní strategie spočívá v krádeži potravy jiným druhům. Například samice kutilky písečné (*Ammophilasabulosa*) si navzájem kradou larvy, které ulovily, a to často přímo z hnízda.

Velmi rozšířený je mezi žahadlovými blanokřídlými hnízdní kleptoparazitismus, kdy samice kladou vajíčka do hnízd jiných druhů, čímž připomínají chování kukačky. Nejpočetnější jsou tzv. kukaččí včely, které přišly o tendenci k hnízdění, avšak chovají se kleptoparaziticky v hnízdech jiných druhů včel. Ruděnky (*Sphecodes*) například kladou vajíčko do již zásobené komůrky a zároveň poškodí vajíčko hostitele svými kusadly. Hostitelem je v tomto případě ploskočelka. Zmíněný způsob je poněkud riskantní, protože může dojít k situaci, že hostitelská samice vajíčko parazita najde a také ho zničí. Potom opraví komůrku a naklade do ní opět své vajíčko. Dalším způsobem, který využívají ostatní naše druhy a který je poněkud bezpečnější, je kladení vajíčka do nehotových prázdných komůrek. Často velmi drobná vajíčka jsou dobře ukrytá v listovém obložení stěn komůrky, či jsou v rychlosti nakladena těsně před zazdřením komůrky hostitelskou samicí, která odlétla

pro poslední kousek hmoty potřebné k uzavření komůrky. Všechny zmíněné případy hnízdního kleptoparazitismu musí doprovázet zneškodnění hostitelské larvy, proto larvy parazitoida vlastní dlouhá špičatá kusadla, která spolehlivě a rychle zlikvidují vše, co je v komůrce živé (Bogush, 2010).

Sociální paraziti

Životní strategie sociálních parazitů je úzce vázaná na společenstva jiných druhů hmyzu. Vybírají si například společenstva mravenců, čmeláků nebo včely medonosné. Využívání těchto společenstev se liší druh od druhu, avšak sociální paraziti jsou ti paraziti, kteří prodělávají téměř celý nebo celý vývojový cyklus v rámci těchto společenstev požíváním zásob hostitelů či na úkor potomků.

Sociální parazitismus je známý například u čmeláků a pačmeláků. Pačmeláci parazitují v hnízdech čmeláků. Královny a samci vylétávají později, kdy kolonie hostitelů je již v začátcích a při přiletu do hostitelského hnízda se snaží převzít vládu nad kolonií. Nejvýhodnější pro parazitující pačmeláky je zabití královny po několika dnech či týdnech po přiletu, čímž si přichozí královna zajistí chod kolonie, když vlastní dělnice nemá a není schopná je vyprodukovat. Sociální parazity najdeme také mezi vosami. Vosík (*Polistes sulcifer*) parazituje na vosíku (*Polistes biglumisa*) a například vosa *Dolichovespula adulterina* parazituje v hnízdech druhů *Dolichovespula norwegica* a *Dolichovespula saxonica* (Bogush, 2010).

Podobné chování jako sociální paraziti mají druhy živočichů, které se chovají jako příživníci. Většinou jen jedí odpadky, občas ale také likvidují pylové zásoby či larvy domácích jedinců. Takovouto životní strategii představuje například pestřenka čmeláková (Bogush, 2010).

3.3 Penetrabilita půdy

Penetrabilita je mechanická vlastnost půdy, která slouží k vyjádření její kompaktnosti. S tímto pojmem se většinou setkáváme v souvislosti se zemědělstvím, kdy zhutnělá (kompaktní) půda omezuje pěstované plodiny v růstu. V posledních letech se ukázalo, že změna penetrability půdy může vést jak k opuštění daného stanoviště, tak k jeho obsazení. Tato změna ve vlastnostech půdy dokáže ovlivnit

celou řadu druhů živočichů, ať už savce, ptáky nebo hmyz. Při zvýšené kompaktnosti se zhoršuje provzdušnění půdy a snižuje se schopnost kořenů rostlin jí pronikat. V těchto lokalitách může dojít k erozi, protože se snižuje propustnost půdy pro vodu.

Penetrabilita přímo ovlivňuje mnoho organismů, nejviditelněji bezobratlé, kteří jsou specializovaní na život v půdě a na jejím povrchu. Nejčastěji to jsou například žížaly, chvostokoci, pavouci, brouci a štíři. Ovlivnění jsou i živočichové, kteří mají s půdou spojené rozmnožování. Ke své reprodukci využívají půdu zejména některé samotářské včely a změna v kompaktnosti půdy může způsobit opuštění lokality nebo zmizení daného druhu z určitého místa (Heneberg, 2010). Je známo, že tato vlastnost půdy má vliv i na životní stádia larvy a kukly suchozemských druhů hmyzu (Gilroy et al., 2008.) K přímému efektu může dojít také na hnízdící ptáky, kteří si vyhrabávají nory, jako jsou břehule říční (*Riparia riparia*), vlhy (*Merops* spp.) a ledňáček říční (*Alcedo atthis*). Změna v početnosti a počtu druhů z řad bezobratlých ovlivňuje také živočichy, jejich potravní nabídku bezobratlí tvoří. Hmyzem se živí četné druhy ptáků, zejména bahňáci - čejka chocholátá (*Vanellus vanellus*), beka siny (*Gallinago gallinago* a *G. media*), vodouš rudonohý (*Tringa totanus*) a kameňáček pestrý (*Arenaria interpres*). Pěvci, kteří se živí hmyzem, jsou také ohroženi, například drozd zpěvný (*Turdus philomelos*) nebo konipas luční (*Motacilla flava*).

Změnám fyzikálních vlastností půdy by se mělo věnovat více pozornosti, protože se dokazuje, že na optimální penetrabilitě půdy závisí život mnoha skupin živočichů (Heneberg, 2010).

4. METODIKA

4.1 Charakteristika studijního území

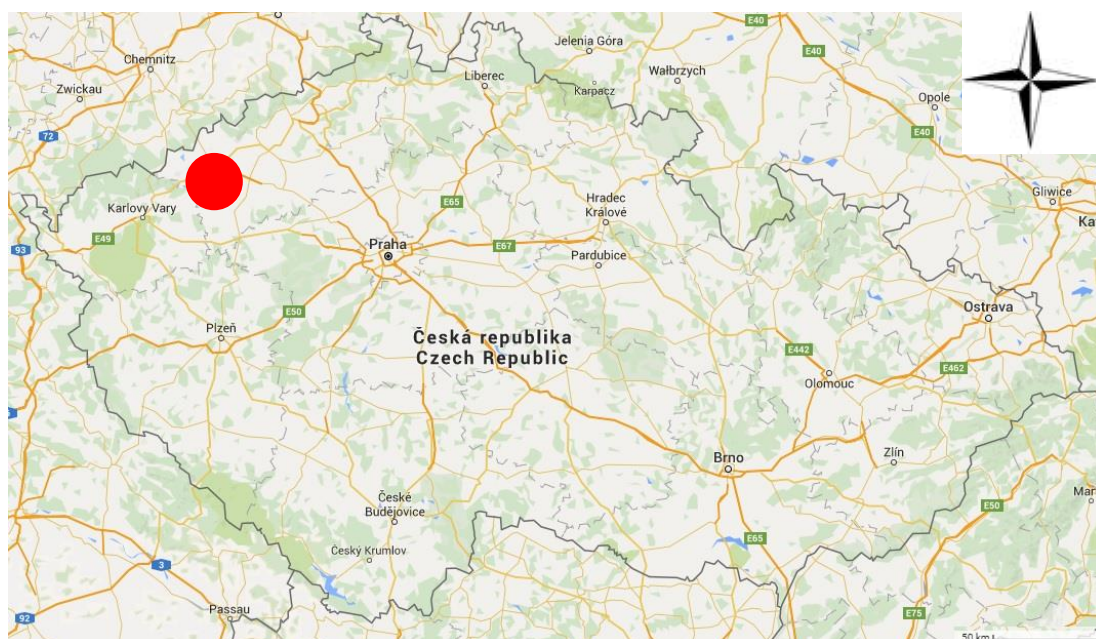
4.1.1 Geografické vymezení lokality

Kraj: Ústecký

Obec: Kadaň

Katastrální území: Pruněřov

Oblast, ve které jsem prováděla svůj výzkum pro napsání této diplomové práce, se nachází v Ústeckém kraji ve městě Kadaň v areálu elektráren Pruněřov, ve vzdálenosti necelých 8 kilometrů od města Chomutov. Lokalizace v rámci České republiky je znázorněna na obr. č. 1.



Obr. č. 1: Lokalizace zájmové oblasti v rámci České republiky (Anonym, 2015).

Elektrárny tvoří dvěma celky, které se nacházejí v místní části města Kadaně zvané Pruněřov. Celky jsou pojmenovány Elektrárna Pruněřov I a Elektrárna Pruněřov II a polohu v širším okolí těchto objektů znázorňuje obr. č. 2.



Obr. č. 2: Poloha zájmového území (Anonym, 2015).

Výzkum této diplomové práce probíhá na odkališti zvaném Ušák příslušícímu k Elektrárně Prunéřov II. Lokalizace odkaliště Ušák je vyznačena na obr. č. 3, na sever od něj protéká Prunéřovský potok, který se vlévá do vodní nádrže Kadaň na řece Ohři, a vodní tok Přivaděč Ohře-Bílina.



Obr. č. 3: Odkaliště Ušák v areálu elektráren Prunéřov (Anonym, 2015).

4.1.2 Klimatické podmínky

Podle Quittovy klimatické klasifikace (Quitt, 1971) lze území Krušných hor rozdělit do tří základních oblastí, na oblast chladnou CH, mírně teplou MT a teplou T. Léto

v chladné oblasti na hřebenech Krušných hor a Milešovce je krátké, mírně chladné, vlhké až velmi vlhké. Jaro a podzim jsou mírně chladné a dlouhé. Sněhová pokrývka se drží velmi dlouho v dlouhé až velmi dlouhé zimě. Průměrné roční teploty se pohybují do 6 °C, srážky 650 až 1000 mm. Mírně teplá oblast na svazích Krušných hor, Doupovských hor a Českého středohoří je typická normálně dlouhým mírně teplým a mírně suchým létem a normálně dlouhou mírně teplou a suchou zimou. Jaro a podzim jsou krátké. Průměrné roční teploty jsou 6 °C až 8 °C, srážky 550 mm. Zájmové území spadá do teplé oblasti, která je zároveň nejvíce rozšířená. Charakterizuje ji teplé a suché léto, velmi krátké teplé až mírně teplé jaro i podzim a krátká mírně teplá suchá až mírně suchá zima. Průměrné roční teploty se pohybují mezi 8 až 9 °C a srážky 450 až 550 mm (Vráblíková, 2008). V oblasti Krušných hor byly naměřeny značné rychlosti větru (Hanslian & Hošek, 2015).

4.1.3 Geologické a geomorfologické poměry

Geologická stavba zájmového území je velmi rozmanitá (Chlupáč, 2002). Na území se nacházejí bohatá ložiska nerostných surovin. Krušné hory jsou tvořeny většinou proterozoickými metamorfity, jako jsou svory a ruly, místy prostupují mladší magmatity (žuly a čediče). Krystalinikum je vyplněno rudnými žilami fluoritu, barytu a křemenu. Dříve se zde významně těžily rudy, např. na Hoře sv. Kateřiny, Krupce či Cínovci. Mostecká pánev je vyplněna třetihorními a čtvrtohorními sedimenty, v nichž se nachází vrstva hnědého uhlí. Oblast je charakteristická především těžbou hnědého uhlí v Severočeské hnědouhelné pánvi (Vráblíková, 2008).

4.1.4 Hydrologické podmínky

Významnými toky této oblasti jsou Ohře a Bílina. Stojaté vody zde reprezentují rybníky, vodní nádrže, pinky (sníženiny vzniklé hlubinnou těžbou) či zatopené povrchové lomy po těžbě hnědého uhlí. Odtokové poměry nejvíce ovlivňují vodní nádrže, např. Přísečnice – 362 ha a Fláje – 153 ha. Průmysl nejvíce využívá vodní nádrže Nechanice (1 338 ha) a Kadaň (67 ha). Podzemní vody se v oblasti vyskytují v závislosti na geologických, morfologických a klimatických podmínkách a na činnosti člověka. Složitá geologická stavba této lokality způsobila vznik řad minerálních vod (např. v Teplicích). Povrchová těžba a s ní spojené nevhodné antropogenní zásahy způsobily narušení přirozené dynamiky povrchových a podzemních vod, zejména protože docházelo k odstranění vegetace. Správnému

hydrickému režimu nepomáhají ani účelové překlady koryta řeky Bíliny mezi Chomutovem a Mostem. Řeka je zde vedena potrubím uměle vytvořeným koridorem (Vráblíková, 2008).

4.1.5 Ochrana přírody

Areál elektrárny společně s areálem odkaliště je součástí nadnárodního biokoridoru územního systému ekologické stability. Nespadá do maloplošně zvláště chráněného území, taktéž se nenachází ve velkoplošně zvláště chráněném území, ani v Ptačí oblasti či Evropsky významné lokalitě systému Natura 2000.

I když je areál součástí „pouze“ ÚSES, v oblasti Krušných hor se vyskytuje mnoho lokalit významných pro ochranu přírody, které jsou různým způsobem chráněny. Jelikož je společnost Elektrárny Prunéřov největším elektrárenským komplexem v České republice, svými činnostmi má na ně jistě nějaký negativní vliv.

Z maloplošně zvláště chráněných území zde například lze nalézt NPR Úhošť, NPP Doupňák, NPP Ciboušov, PR Na loučkách, PR Běšický chochol, PP Podmílesy, PP Krásná lípa, PP Černovice, PP Želinský meandr a další. Ptačími oblastmi jsou zde například Doupovské hory a Novodomské rašeliniště – Kovářská. Evropsky významných lokalit je v této oblasti více – Novodomské a polské rašeliniště, Černovice, Bezručovo údolí, Hradiště, Chomutov – zoopark, Klínovecké Krušnohoří,... V blízkosti se také nacházejí mokřady Ramsarské úmluvy Krušnohorská rašeliniště Kovářská a Krušnohorská rašeliniště Svatošebestiánská.

V okruhu 15 km bylo vyhlášeno mnoho památných stromů. Městský úřad Kadaň vyhlásil v roce 1997 památný strom Prunéřovská lípa (*Tilia cordata*), který se nachází 450 m severně od odkaliště Ušák. Dalším památným stromem vyhlášeným MÚ Kadaň je od roku 2001 Dub sv. Kryštofa (*Quercus robur*). Ten se nachází na samém jihozápadním vnějším okraji areálu Elektráren Prunéřov ve vzdálenosti cca 2,5 km od Ušáku. Jen o 500 m jižněji od tohoto místa roste Skupina třměňáckých dubů (*Quercus robur*) vyhlášená v roce 1997.

V širším okolí zájmové oblasti se nachází několik dalších památných stromů, např.: Skupina modřínů a smrků, Úhošťanská lípa, Nádražní lípa, Meziříčská lípa, Sládečkův dub, Lípy u kaple sv. Jana Křtitele, Svatojánská lípa, Kadaňská hrušeň,

Kukaččí smrk, Dolní úbočský smrk, Horní úbočský smrk, Hasištejnská lípa a Javor u Volyně.

Území je také významné z hlediska územního systému ekologické stability, kromě toho, že spadá do nadregionálního biokoridoru, se v okolí nachází několik nadregionálních biocenter - např. Úhošť, Doupovský hřbet a Jezeří. V okolí nalezneme také mnoho regionálních center a regionálních biokoridorů (AOPK, 2016b)

4.1.6 Fauna

Oblast Krušných hor je typická velkou lesnatostí a diverzitou biotopů od vlhkých nížinných přes suché a teplé náhorní plošiny až k vlhkým horským biotopům na dnech hlubokých roklí. To umožňuje výskyt jak horských, tak i teplomilných druhů v těsném sousedství. Z živočichů tu nalezneme například mloka skvrnitého, ještěrku zelenou, ještěrku obecnou, skokana hnědého, ropuchu zelenou, kuňku ohnivou, užovku obojkovou, užovku podplamatou, užovku stromovou, netopýra vodního, vrápence malého, netopýra velkého, kalouse ušatého, výra velkého, slepýše křehkého, sovu pálenou a další (AOPK, 2016a).

4.1.7 Flora

Současný stav flory dané oblasti charakterizují velkoplošné antropocenózy, které jsou typické růstem expanzivních ruderalních druhů. Lesy v jihovýchodním okolí Mostecka v současnosti téměř chybějí, stromy jsou spíše nepůvodního charakteru. Na severozápadě Mostecka se podél hranic rozprostírají Krušné hory. Dřevinou s největším zastoupením v Krušných horách je smrk ztepilý (*Picea abies*), který tvoří třetinu pokryvu, dále borovice lesní (*Pinus sylvestris*) tvořící desetinu, v těsném závěsu buk lesní (*Fagus sylvatica*), dále bříza bradavičnatá (*Betula pendula*) 8,6 %, modřín evropský (*Larix decidua*) 7,7 %, dub letní (*Quercus robur*) 7,2 %, smrk pichlavý (*Picea pungens*) 4,4 % a další dřeviny (ČR, 2016).

4.2 Elektrárny Pruněřov ČEZ, a.s.

Společnost Elektrárny Pruněřov ČEZ, a.s. vyrábí elektrickou energii a dodává teplo pro externí odběratele a obyvatelstvo. Patří k největším dodavatelům elektřiny v České republice a teplo dodávají do měst Chomutov, Jirkov a Klášterec nad Ohří.

Původně byly Elektrárny organizačně spojeny s elektrárnou Tušimice I a Tušimice II v Elektrárnách SSM, později v Podkrušnohorských elektrárnách. Samostatnou organizační jednotkou ČEZ, a. s. jsou od roku 1993.

Jako palivo pro výrobu se využívá hnědé uhlí, které se těží v lomech Severočeské doly, a.s. a Doly Nástup Tušimice. Do elektráren se vytěžené uhlí dopravuje po železnici. Instalovaný výkon prunérovských elektráren pro dodávku tepla činí 500 MW. Technologická voda pochází z řeky Ohře.

4.2.1 Elektrárna Prunéřov I

Elektrárna Prunéřov I začala s výrobou v roce 1967 a v té době provozovala šest 110 MWe bloků. O dvacet let později se čtyři bloky zrekonstruovaly a zbylé dva bloky se v devadesátých letech odstavily z provozu. Nyní EPR I provozuje 4 bloky – B3, B4, B5 a B6, jejichž čistá elektrická účinnost činí 30,6 %. Pro tyto bloky slouží k vypouštění emisních látek jeden komín, který je vysoký 200 m.

Granulační kotle jsou zde čtyři a mají výkon 350 t/h s parametry páry 13,63 MPa/540/535 °C. Turbíny jsou kondenzační se sedmi neregulovanými odběry páry pro regeneraci a dvěma neregulovanými pro dodávku tepla.

4.2.2 Elektrárna Prunéřov II

Elektrárnu Prunéřov II tvoří pět bloků, které se uvedly do provozu v letech 1981 – 1982. Výkon se u těchto bloků liší – dva z nich mají výkon 210 MWe a čistou elektrickou účinnost 32,8 % a značí se B21, B22. Zbylé tři bloky s výkonem 250 MWe se značí B23 (C), B24 (D), B25 (E) a jejich účinnost dosahuje 39,06 % - ty jsou v současné době mimo provoz z důvodu Komplexní obnovy elektrárny Prunéřov II 3x250 MWe. Tyto bloky se svádí také stejně jako EPR I do jednoho komína, který je vysoký 300 m. K roztápění se využívá mazut.

Pro výrobu energie a tepla se v rámci EPR II využívá 5 kotlů – K21, K22, K23, K24 a K25 (K23 – K25 v současnosti mimo provoz). Kotle K21 a K22 jsou bubnové granulační. Kotle bloků C, D a E po rekonstrukci dvoutahové, práškové a průtlačné s přehříváním páry.

Po rekonstrukci jsou kotle K23, K24 a K25 umístěny v původních nosných konstrukcích. Palivo do nich přivádí zauhlovací zařízení přes zásobníky uhlí, kterým přibyl systém hašení, odprášení a detektor CO. Ze zásobníků pokračuje palivo do 8 mlýnů, zároveň je sušeno spalinami vzniklými ve spalovací komoře.

Turbíny jsou parní s výkonem 210 MW, kondenzační, jednohřídelové. Neregulovaných odběrů pro regenerační ohřev kondenzátu, ohřívání vody pro vytápění ostatních objektů elektrárny a vzduchu pro kotel je sedm. K roztápění a stabilizaci hoření slouží zemní plyn.

Pro zlepšení vlivu společnosti na životní prostředí se v polovině devadesátých let odsířily spaliny vzniklé spalováním hnědého uhlí. Odsíření probíhá v elektrostatických odlučovačích o 2x4 sekcích, kde dochází k absorpci plynů tzv. mokrou vápencovou vypírkou spalin („Pruněřov | Uhelne elektrárny | Skupina ČEZ,” 2016).

4.2.3 Mezideponie Ušák

V této kapitole jsem čerpala výhradně z dokumentů poskytnutých od podniku Společnost Elektrárny Pruněřov ČEZ, a.s. Jednalo se o Program technickobezpečnostního dohledu nad odkalištěm „Mezideponie Ušák“ a o Manipulační a provozní řád vodního díla Mezideponie Ušák.

Odkaliště Ušák (obr. č. 4) se nachází v těsné blízkosti severního okraje Elektrárny Pruněřov II. Ze severozápadu je vodní dílo Ušák ohraničené silnicí I/13 a z jihovýchodu železniční tratí. Vybuďovalo se v jámě vzniklé těžbou šterkopísku a v roce 1989 se uvedlo do provozu. Odkaliště dle vodního zákona č. 254/2001 Sb. v platném znění spadá do kategorie II a je platné pro cyklické plavení a odtěžování popelu. Správci jsou společnosti ČEZ a.s. a Elektrárny Tušimice a Pruněřov, které spolupracují s firmou VODNÍ DÍLA-TBD a.s.



Obr. č. 4: Odkaliště Ušák s výsypkou na jeho jihovýchodním okraji.

Ušák slouží k ukládání popílku a strusky ve formě hydrosměsi, jejíž pevné části se postupně usazují na dno vlastní nádrže, a odvodňování a odtěžování popelu vzniklého v elektrárnách Prunéřov I a Prunéřov II. Severní stranu odkaliště ohraničuje rostlý terén. Jižní okraj odkaliště tvoří obvodové hráze vysoké celkem 14 m. Celkem zde byly vybudovány další čtyři hráze a poslední z nich disponuje dělicí hrází s propustkem, která slouží k převádění volné vody z jedné části vodního díla do druhé. Dělicí hráz rozdělila odkaliště na dvě části – východní a západní, přičemž každá z nich je dalšími hrázemi rozdělena na dva prostory. Systém odkaliště je koncipován tak, že se do jedné části odkaliště plaví a zároveň se odtěžuje odvodněný popel.

Voda se po odsazení odebírá dvěma přelivnými věžemi, každou pro jednu část odkaliště, ze kterých vede potrubí vratné vody. Čerpání vody se provádí tzv.

systemem suché jímky. Drenážní vody se odčerpávají z mokré jímky čerpací stanice vod (vratné a drenážní), která je nejdůležitějším objektem ovlivňujícím bezpečnost provozu vodního díla. Při havárii, při níž by došlo k vyřazení provozu, by se zaplavila strojovna, podmáčely hráze a železniční trať – proto jsou zde k dispozici rezervní čerpadla a elektrina se přivádí ze třech samostatných zdrojů.

Ukládání probíhá plavením popelovin, následnou redeponizací a dále zamezením odtoku vody se zvýšeným obsahem nerozpuštěných látek v uklidňovací laguně. Plovoucí normé stěny zachycují plovoucí částice popílků a nečistoty. Pro manipulaci s redeponovanými popelovinami se využívají nákladní automobily. Voda se po odsazení převádí k přepadové věži, odkud odpadním potrubím pokračuje do čerpací stanice vratné vody a zpět do elektrárny.

Ušák neleží na vodním toku a nenachází se v zátopové oblasti. Plocha povodí odkaliště je 48,5 ha.

Způsob naplavování

Směs popílku, strusky a vody dopravují na odkaliště struskovody takovým způsobem, aby se pláž zaplavovala postupně. Dle stavu naplavení a hustoty hydrosměsi se řídí provoz plavicích odboček.

Podmínky pro postup naplavování

V odkališti je například nutné udržovat takové množství vody, aby zůstal zachován sedimentační režim či plošný rozsah hladiny by pro maximální omezení prašnosti měl být co největší. V odkališti musí být neustále připravený rezervní prostor, který se využije v případě poruchy plavicí trasy. Úplný postup je uvedený v POZ.

Popílkové pláže se chrání proti prašnosti zvlhčováním tak, že se střídá provoz jednotlivých výustí. Využívá se také postřikové potrubí, příp. geotextilie či hydroosev.

Povinnosti provozovatele

Obsluha provozovatele vodního díla zde denně provádí pochůzky a vede provozní deník, v němž zaznamenává zjištěné závady a výsledky provedené pochůzky. Sleduje zejména postup naplavování – sedimentace popílku a stav vodní hladiny,

provoz plavicích odboček, výskyt suchých popelových pláží – na základě teploty, síly a směru větru, teplotě a vlhkosti a plošném rozsahu vodní hladiny a pláží a jejich vlhkosti případně zajistí dostatečné napravení stavu postřikem. Dále je potřeba věnovat pozornost vzniku a vývoji zamokřených míst, propadům, sesuvům, trhlinám apod. Kontroluje se také stav obslužných komunikací.

Odtěžování

Odtěžování probíhá po zaklesnutí hladiny pod úroveň odtěžování, kdy vlhkost odvodněného zbytku může být maximálně 35 %. Těží se hydraulickým rypadlem se spodní lopatou na pásovém podvozku, odvoz zajišťují nákladní automobily. Výška odebíraných vrstev může dosáhnout až 4,5 m.

V případě, že bude nutné odtěžit i zvodnělý prostor, materiál se před odvezením nejprve uloží do mezideponie, kde proběhne gravitační odvodnění. Potom je postup stejný jako za běžné situace.

Ochrana před povodněmi

Obsluha při každodenních pochůzkách zjišťuje stav odkaliště a v případě, že při nich zjistí závadu, která by mohla vést ke vzniku povodňového stavu, okamžitě tuto skutečnost nahlásí nadřízeným. Ti určí stupeň povodňové aktivity a na jeho základě určí opatření potřebná k zamezení vzniku havárie. Zároveň je informován předseda povodňové komise EPR, který stupeň povodňové aktivity vyhlásí a svolá povodňovou komisi.

Při prvním stupni povodňové aktivity (stavu bdělosti) se informují příslušní pracovníci, odstraňují se poruchy a závady, zvýší se počet pochůzek po odkališti a měření hladin spodní vody. Naplávání se směřuje do stabilních míst odkaliště.

Během druhého stupně povodňové aktivity (stav pohotovosti) příslušní pracovníci okamžitě sníží hladinu vody v odkališti a dohlíží na to, aby nedocházelo k jejímu dalšímu zvyšování – snížení docílí odpouštěním do řeky Ohře. Kontrola stavu vodního díla je nepřetržitá, zároveň se odstraňují poruchy a příčiny, které je způsobily. Naplává se do jiných míst.

Kromě informování příslušných pracovníků se při třetím povodňovém stupni (stavu ohrožení) informují také tyto orgány: Hasičská záchranná služba EPR, Hasičská

záchranná služba Kadaň, Povodí Ohře nacházející se v Chomutově. Ostatní pokyny jsou až na snahu co nejvíce snížit hladinu vody v odkališti v souladu s pokyny u předešlé situace (Tuček, 2009a, 2009b).

4.3. Design pokusu

Pokus probíhal na odkališti Ušák v areálu tepelných elektráren. Probíhal přímo na povrchu odkaliště a na jeho rekultivované části, která se nachází v dohledné vzdálenosti. Experiment spočíval ve využití metody tzv. Moerickeho misek, kdy různě barevné misky přitahují pozornost různé škály hmyzu.

4.3.1 Sběr žahadlového hmyzu

Moerickeho pasti jsem pokládala v šesti řadách, misek bylo šest v každé řadě. Misky měly žlutou, modrou a bílou barvu. Během každého sběru jsem čtyři řady misek položila na plochu odkaliště, které podléhá spontánní sukcesi. Vybírala jsem systematicky porosty různého stáří. Další dvě řady šestice misek jsem exponovala na zre kultivovanou plochu.

Misky jsem naplnila vodním roztokem soli a čisticího prostředku na nádobí. Čisticí prostředek hmyz při dosednutí na hladinu vody „stáhne“ do vody a sůl potom zapůsobí jako konzervační činidlo. Ukázky položení pastí znázorňují obr. č. 5, 6 a 7.



Obr. č. 5 : Ukázka položení žluté pasti na odkališti.



Obr. č. 6 a 7 : Položení pastí na odkališti.

Všechny pasti jsem čtyři dny po položení sebrala a nachytané vzorky přemístila do lahvíček. Lahvičky jsem popsala zkratky-kódy, které náležely ke každému odběrnému místu (např. zkratka Pru_1_A1 znamenala první ze tří sběrů (1), první miska (A) první linie (A1)). Popis pomocí kódů byl důležitý, aby nedošlo k záměně mezi nachytanými vzorky a věkem porostu, kde byla daná past položena. Vzorky se potom zakonzervovaly 35 % lihem.

Takovýto sběr materiálu byl v měsíčním intervalu opakován třikrát, a to na přelomu května-června, června-července a července-srpna. Aktivita žahadlového hmyzu je silně ovlivňována počasím, proto jsem se snažila pasti exponovat pokud možno ve slunných dnech (obr. č. 7). Určení vzorků je velmi obtížné, proto byly determinovány odborníkem Ing. Petrem Bogušem, PhD. z Přírodovědecké fakulty univerzity v Hradci Králové.



Obr. č. 7: Pasti po čtyřech dnech exponování.

V místech položení pastí jsem dále změřila zhutnění-penetrabilitu půdy. Použila jsem přístroj penetrometr a zapsala do tabulky průměrnou hodnotu z pěti měření. Ukázka měření penetrability půdy je znázorněna na obr. č. 8.



Obr. č. 8 : Měření zhutnění půdy penetrometrem.

4.3.2 Charakteristiky druhů

Všem druhům, které byly během celého experimentu na lokalitě sebrány, byly následně přiděleny charakteristiky. Živočichové byli rozděleni dle rozšíření, ekologie, způsobu hnízdění, způsobu obživy a dle pokryvnosti vegetace v daném místě. V této kapitole jsou tyto charakteristiky dále specifikovány a jednotlivým stupňům odpovídají přiřazené číslice.

Charakteristiky druhů:

Rozdělení druhů dle rozšíření

Nejprve byl zjištěn stupeň ohrožení dle Červeného seznamu ohrožených druhů (kriticky ohrožený druh, ohrožený, zranitelný, téměř ohrožený) (Farkač, Král, & Škorpík, 2005). Pro vyčíslení celkové přírdo-ochranářské hodnoty jednotlivých ploch bylo každému druhu přiřazeno číslo 1 – 5 dle výskytu v ČR, kde:

- 1 - velmi hojný
- 2 – hojný
- 3 – lokální nebo roztroušeně
- 4 - vzácný

5 – velmi vzácný (méně než 5 lokalit)

Druhy byly také zařazeny dle Červeného seznamu bezobratlých, který je rozdělený 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 (Farkač et al., 2005)

Rozdělení druhů dle jejich ekologie

Druh byl přiřazen k biotopu, který nejčastěji vyhledává (zejména v době hnízdění), a to dle skupin:

- 1 – lesní
- 2 – stepní
- 3 – otevřená stanoviště
- 4 – mokřadní
- 5 – písčinný
- 6 – nespecializovaný

Rozdělení druhů dle způsobu hnízdění

V tomto případě byl hlavním ukazatelem preference způsobu hnízdění daného druhu, a to na hnízdění:

- 1 – v zemi
- 2 – v dutinách
- 3 – staví hnízda
- 4 – parazitický

Rozdělení druhů dle způsobu obživy

Tyto skupiny jsou určeny dle potravní preference jednotlivých druhů nalezených na stanovišti. Druhy byly rozděleny celkem do pěti skupin:

- 1 – pyl a nektar
- 2 – maso
- 3 – parazitoidi
- 4 – kleptoparaziti – maso
- 5 – kleptoparaziti – pyl

Rozdělení druhů dle pokrývnosti vegetace

V tomto případě byly druhy rozděleny dle podílu vegetačního pokryvu, který vyžadují v době hnízdění na dané lokalitě:

- 1 – vyloženě nezarostlá místa
- 2 – spíše nezarostlá místa
- 3 – je jim to jedno
- 4 – hnízdí jinak (dutiny, paraziti)

4.3.3 Charakteristiky studijních ploch

Pro porovnání rozdílů mezi rekultivační a sukcesní plochou na odkališti byly vybrány 4 linie sukcesní plochy a 2 linie na rekultivační ploše.

Sukcesní plochy

Každá z linií, která byla situovaná na ploše podléhající sukcesi, byla položena do porostu různého stáří.

První linii pastí (Pru_4_A až Pru_4_F) jsem exponovala do porostu s náletovými dřevinami, které byly tvořeny zejména břízou bělokorou (*Betula pendula*). Povrch odkaliště tvořily také vzrostlé trávy. Místy se objevovala holá místa tvořená materiálem odkaliště. Nálety dřevin byly starší deseti let, většina z nich zde rostla přibližně 15 let.

Porost druhé linie pastí (Pru_3_A až Pru_3_F) tvořily mladší stromky břízy bělokoré, staré od pěti do devíti let. V porostu trav se sem tam vyskytoval obnažený povrch, občas zde rostl solitérní trs trávy.

Třetí linie (Pru_2_A až Pru_2_F) byla tvořena téměř výhradně vysokým porostem trav, který byl místy velmi hustý.

Poslední řadou (Pru_1_A až Pru_1_F) položenou na sukcesní ploše byla řada pastí exponovaná na „pláži“ odkaliště. Lokalita byla holá a povrch byl tvořen jen materiálem, který tvoří odkaliště.

Rekultivační plochy

Experimentální plocha byla tvořena částečně svahem, který byl vytvořen z materiálu odkaliště, a cestou, která vznikla stejným způsobem. Tato cesta prakticky rozděluje odkaliště (sukcesní část) od zmíněného svahu, který je s touto cestou součástí pokusné plochy.

První řadu pastí (Pru_6_A až Pru_6_F) jsem položila šikmo přes cestu, kterou tvořil prakticky jen materiál odkaliště.

Zbylé pasti (Pru_5_A až Pru_5_F) jsem položila do svahu vedle této cesty. Svah byl v minulosti zatravněn a jeho povrch je stále udržovaný tak, že výška porostu dosahuje několika centimetrů (cca 10 cm).

4.3.4 Data a vyhodnocení

Pro statistické výpočty byly všechny sběry daného sběrného místa sloučeny v jedno číslo (například: Pru_1_A1 + Pru_1_A2 + Pru_1_A3 = Pru_1_A). Tento součet je možné provést proto, že nebylo součástí cílů práce sledovat vliv sezóny. Také tímto součtem dojde k eliminaci možnosti pseudoreplikací.

Data byla sbírána v areálu odkaliště a nedaleké výsyvky. Celkem bylo položeno 6 linií pastí, přičemž každá linie sestávala z 6 pastí. Sběry byly položeny tři. Tudiž celkem na všech lokalitách bylo položeno 108 pastí, z toho 72 pastí bylo položeno na sukcesních plochách a 36 pastí na rekultivovaných plochách. Sběry byly poté sloučeny v jeden.

Počty jedinců byly dále přepočteny na 1 past (past = 1 sběrné místo) z několika důvodů. Některé pasti byly během ponechání na místě zničeny, převráceny či vyschlé. V tomto případě poničení měla většinou na svědomí nákladní auta, která jsou používána při managementu odkaliště. Převrácení a zavátí pastí mohl způsobit

vítr, který společně se slunečním svitem pomohl také k jejich vyschnutí. V tomto případě byly poničeny 2 pasti, které byly položeny na sukcesních plochách. Tudíž do výpočtu vstupuje 24 pastí ze sukcesí a 12 pastí z rekultivací, protože jsem tři sběry sloučila v jeden.

Přepočtení počtu jedinců na 1 past bylo také potřeba pro správné statistické vyhodnocení a porovnání počtu jedinců a druhů na sukcesních a rekultivovaných plochách.

Biodiverzita lokalit byla spočítána Shannon-Wiener indexem, který měří alfa diverzitu určité lokality (vymezené plochy, společenstva). Shannon-Wiener index se snaží zohlednit i vyváženost abundancí (početností jedinců) jednotlivých druhů (Jarkovský, Littnerová, Dušek, & Masarykova univerzita. Institut biostatistiky a analýz., 2012). Shannon-wienerův index nejčastěji nabývá hodnot 1,5 - 3,5 přičemž jen vzácně překročí hodnotu 4 (Kerkhoff, 2010). Výhodou Shannon-Wienerova indexu je zohlednění jak druhové bohatosti společenstva, tak i jeho vyrovnanosti, kdy hodnota indexu roste jak s počtem druhů, tak i s vyrovnaností. Bohužel to, že zohledňuje dvě složky, přináší i nevýhodu tohoto indexu, jelikož nejsme schopni z hodnoty říci, zda hodnota byla více ovlivněna druhovým složením, či vyrovnaností společenstev (Belanová, 2006).

Při vyhodnocování dat byl pro základní výpočty a vytvoření grafů a výpočtu korelací použit PC program Microsoft Excel. Srovnávání počtu druhů na sukcesních plochách a rekultivovaných plochách jsem použila neparametrický Wilcoxon-Mann-Whitney test ve statistickém programu R (R Core Team, 2017). Pro vyhodnocení vztahu mezi věkem porostu, stářím vegetace a penetrabilitou porostu, byla využita mnohonásobná regrese v programu R (R Core Team, 2017).

5. VÝSLEDKY

5.1 Přehledné výsledky počtu druhů a jedinců

Celkem se při třech sběrech nasbíralo 603 jedinců hmyzu, z nichž 429 jedinců se našlo na sukcesních plochách a 174 jedinců se našlo na rekultivovaných plochách. Celkové počty jedinců a druhů nalezených během experimentu jsou znázorněny v tab. č. 1. Sukcese obývalo také více druhů žahadlového hmyzu. Z tabulky je patrné, že více než 85 % ze všech 88 druhů bylo nalezeno na sukcesích, zatímco jen polovina všech druhů byla nalezena na rekultivacích. Čtyřicet procent druhů se vyskytovalo na plochách jak ponechaných sukcesi, tak plochách rekultivovaných.

Management	Počet jedinců celkem	Počet jedinců na odběrné místo (průměr)	Počet druhů
Sukcese	429	17,8	76 (86 %)
Rekultivace	174	14,5	50 (56 %)
Celkem	603		88 (100 %)

Tab. č. 1: Souhrnné počty společenstva žahadlového hmyzu.

Z hlediska biodiverzity bychom mohli na základě výpočtu Shannon-Wienerova indexu (sukcese SW: $p_i = 3,68$ a rekultivace SW: $p_i = 3,26$) říci, že v tomto případě máme společenstva na rekultivacích a sukcesích vyrovnána. Přestože na rekultivacích bylo celkově odchyceno méně jedinců, tudíž zaznamenáno méně druhů, mají jednotlivé druhy v porovnání s druhy zaznamenaných na sukcesních plochách podobné relativní četnosti. Sukcesní plochy mají více druhů, ale jsou to převážně druhy zastoupeny 1 - 3 jedinci a z celkového počtu 429 jedinců odchycených na sukcesních plochách nemají relativní četnosti těchto druhů velký vliv na hodnotu Shannon-Wienerova indexu.

Porovnání počtu druhů na plochách ponechaných sukcesi a plochách, které byly popílkem zrekultivovány, se Wilcoxon-Mann-Whitneyovým testem podařilo dokázat, že obě plochy jsou si v počtech druhů podobné ($W = 172.5$, $p\text{-value} = 0.3474$).

Výskyt nejvíce zastoupených druhů na sukcesích a rekultivacích je znázorněn v tabulkách č. 2. Čtvrtým nejpočetnějším druhem na sukcesích byl druh *Oxybelus argentatus*, který je v Červeném seznamu bezobratlých uveden jako ohrožený (endangered). Mezi také čtvrtý nejpočetnější druh, který se podařilo odchytit na rekultivovaných plochách, patřil *Pompilus cinereus*, který je v Červeném seznamu uveden jako zranitelný (vulnerable). V tab. č. 3 jsou zapsané všechny determinované druhy, které jsou v Červeném seznamu uvedené.

Sukcese		Rekultivace	
Druh	Počet	Druh	Počet
<i>Oxybelus bipunctatus</i>	60	<i>Oxybelus bipunctatus</i>	38
<i>Nysson distinguendus</i>	37	<i>Apis mellifera</i>	15
<i>Lasioglossum sabulosum</i>	22	<i>Tiphia femorata</i>	12
<i>Oxybelus argentatus</i> (EN)	17	<i>Pompilus cinereus</i> (VU)	7

Tab. č. 2: Počty dominantních druhů na jednotlivých managementech zkoumaných ploch.

Název druhu	Vzácnost druhu
<i>Ammophila pubescens</i>	EN
<i>Andrena barbilabris</i>	VU
<i>Bembecinus tridens</i>	VU
<i>Crabro peltarius</i>	VU
<i>Dinetus pictus</i>	VU
<i>Episyron rufipes</i>	EN
<i>Halictus scabiosae</i>	CR
<i>Halictus sexcinctus</i>	VU
<i>Lasioglossum aeratum</i>	VU
<i>Mimumesa littoralis</i>	CR
<i>Nysson maculosus</i>	VU
<i>Nysson niger</i>	EN
<i>Oxybelus argentatus</i>	EN
<i>Oxybelus mandibularis</i>	EN
<i>Oxybelus variegatus</i>	VU
<i>Pompilus cinereus</i>	VU
<i>Sphecodes longulus</i>	VU
<i>Lasioglossum sexstrigatum</i>	VU
<i>Lestica alata</i>	EN
<i>Megachile leachella</i>	EN
<i>Lindenius pygmaeus armatus</i>	VU
<i>Crossocerus wesmaeli</i>	VU

Tab. č. 3: Druhy z obou managementů zapsané v Červeném seznamu bezobratlých

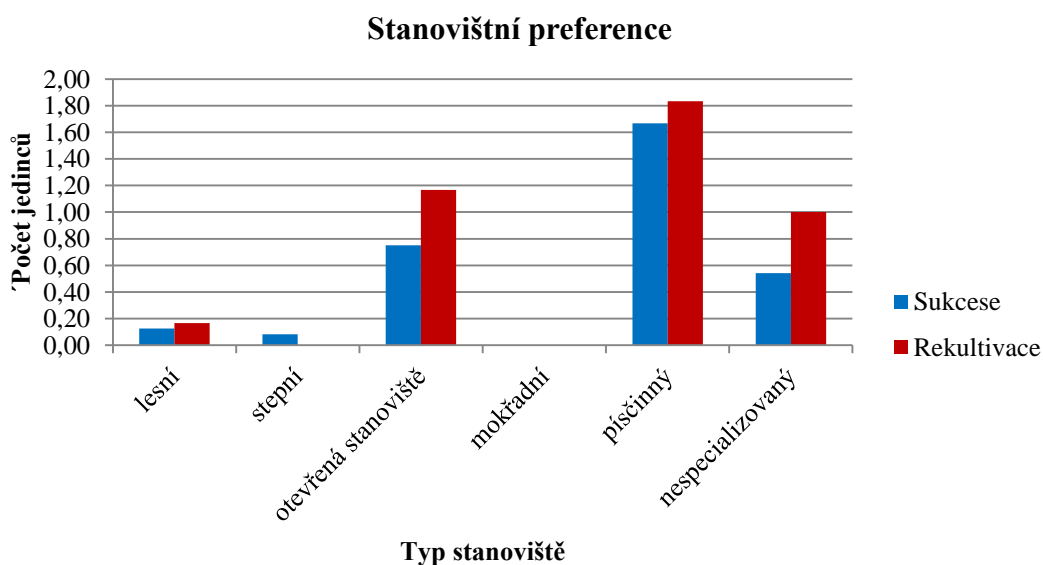
5.2 Zastoupení ekologických skupin

V následujících podkapitolách byly druhy sebrané na sukcesních a rekultivovaných plochách rozděleny dle preferencí v jednotlivých ekologických skupinách. Aby nedošlo ke zkreslení výsledků, byly počty druhů nalezené na sukcesní a rekultivované přepočteny na jednu past položenou na sukcesní (24 pastí) a rekultivované (12 pastí) ploše. Dále jsou tyto přepočtené počty druhů porovnány a znázorněny graficky. Pro znázornění zastoupení počtu druhů vyskytujícího se během pokusu jak na sukcesi, tak na rekultivaci, jsem tato zastoupení graficky znázornila.

5.2.1 Stanovištní preference

Nejvíce se na odkališti našlo písčitých druhů, celých 40 druhů z celkových 88. Dvacet tři druhů preferuje stepní nebo otevřená stanoviště. Druhů, které preferují lesní lokality, bylo nalezeno v počtu 4. Nеспециализovaných bylo 16 druhů.

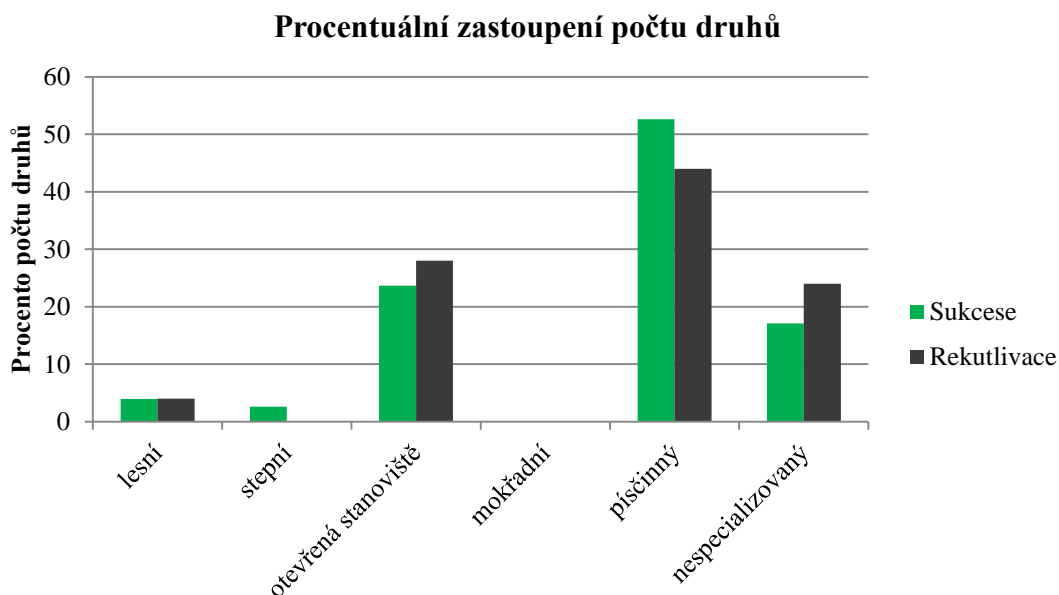
Stanovištní preference jsou znázorněny na obr. č. 9. Na první pohled je patrné, že obecně převažovaly druhy žijící na písčitých lokalitách. Nejvíce druhů bylo nalezeno zde, jak na sukcesích, tak rekultivacích, na kterých se našlo druhů o něco více. Druhá nejobyvanější byla otevřená stanoviště, která hostila přibližně o třetinu méně druhů než v prvním případě.



Obr. č. 9: Grafické vyjádření stanovištní preference hmyzu.

Po nesespecializovaných druzích se na obou stanovištích ještě nacházely druhy lesní, kterých bylo na obou stanovištích nalezeno nejméně. Za to stepní druhy byly odchyceny jen na sukcesních plochách, a to také v nevelkém počtu. Mokřadní druhy se ve sběrech nenašly vůbec.

Obrázek č. 10 znázorňuje procentuální zastoupení počtu druhů odchycených na sukcesích a rekultivacích vzhledem k jejich stanovištním preferencím.



Obr. č. 10: Grafické znázornění procent počtů druhů s různými stanovištními nároky.

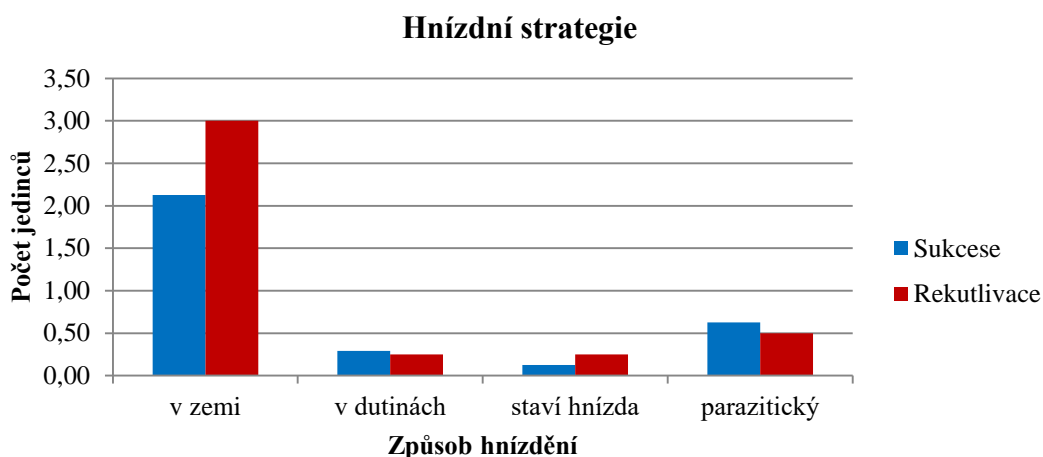
Více než 50 % zastoupení potvrzuje, že zde převažoval počet písčitých druhů. Taktéž tomu bylo u druhů na rekultivacích se svými 44 %. Lesní druhy byly odchyceny po 4 % v obou typech lokalit. Čtvrtina druhů odchycených na sukcesii preferovala otevřená stanoviště. Nesespecializovaných druhů se na rekultivacích objevila také čtvrtina odchycených druhů zde vyskytujících se.

5.2.2 Hnízdní strategie

Převážná většina nasbíraných druhů hnízdí v zemi, a to celých 62 druhů z celkových 88. Paraziticky hnízdí 16 nalezených druhů a pouze tři druhy si staví hnízda. Šest druhů hnízdí v dutinách.

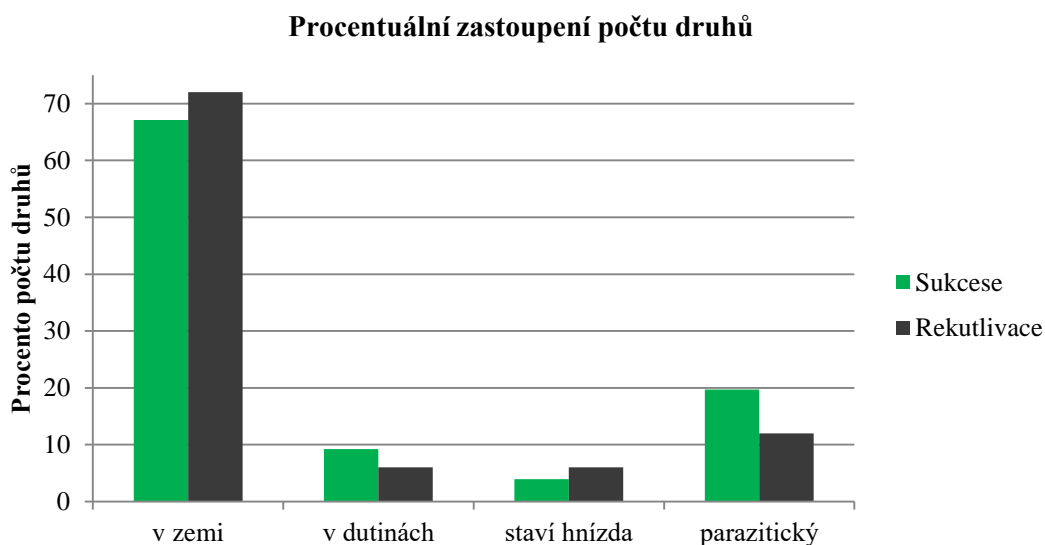
Grafické srovnání druhů na sukcesních plochách a rekultivacích je zobrazeno na obr. č. 11. Hmyz na výsypce oproti samovolné sukcesii byl poměrově o něco více

zastoupen zde a také v závislosti stavění hnízd. Naproti tomu se o trochu více objevilo hnízdění v dutinách a parazitická strategie u druhů chycených na sukcesi.



Obr. č. 11: Grafické vyjádření hnízdní strategie hmyzu.

Procentuální zastoupení počtů druhů nalezených na sukcesních a rekultivovaných plochách je graficky znázorněno na obr. č. 12. Z tohoto obrázku je patrné, že druhy obou managementů preferují hnízdění v zemi přibližně ze 70 %.



Obr. č. 12: Grafické znázornění procent počtů druhů s různými hnízdními nároky.

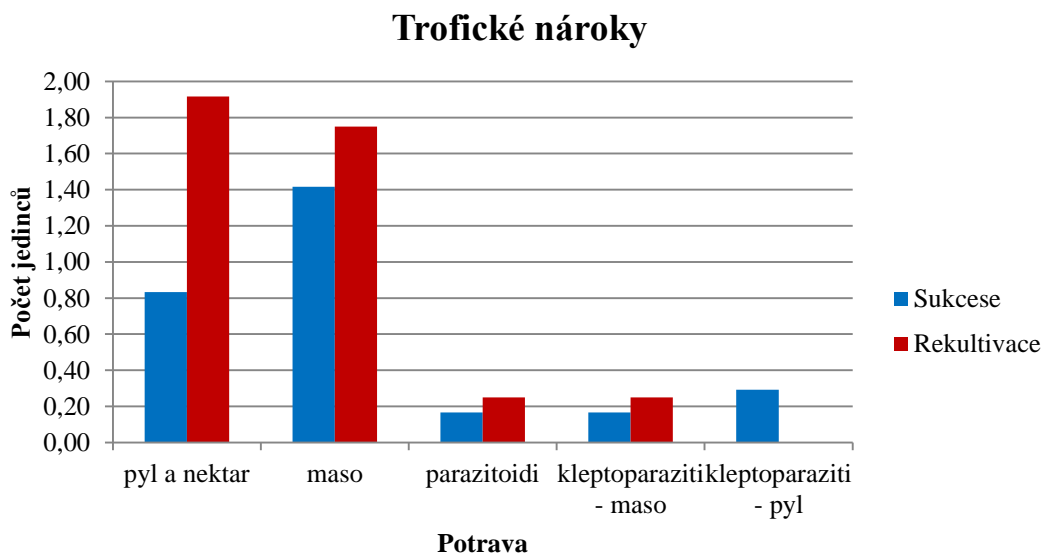
Parazitický způsob hnízdní strategie se u obou typů stanovišť pohybuje mezi 10 – 20 % sebraných druhů. Stavění hnízd a hnízdění v dutinách se dle dostupných dat zdálo nepříliš vhodným způsobem, jak hnízdit. U sukcese i rekultivace se zastoupení druhů v těchto jednotlivých typech stanovišť objevuje do 10 %. V dutinách raději hnízdily

druhy nalezené na sukcesi. Naproti tomu jen 4 % druhů odchycených na sukcesi si stavěla hnízda.

5.2.3 Trofické nároky

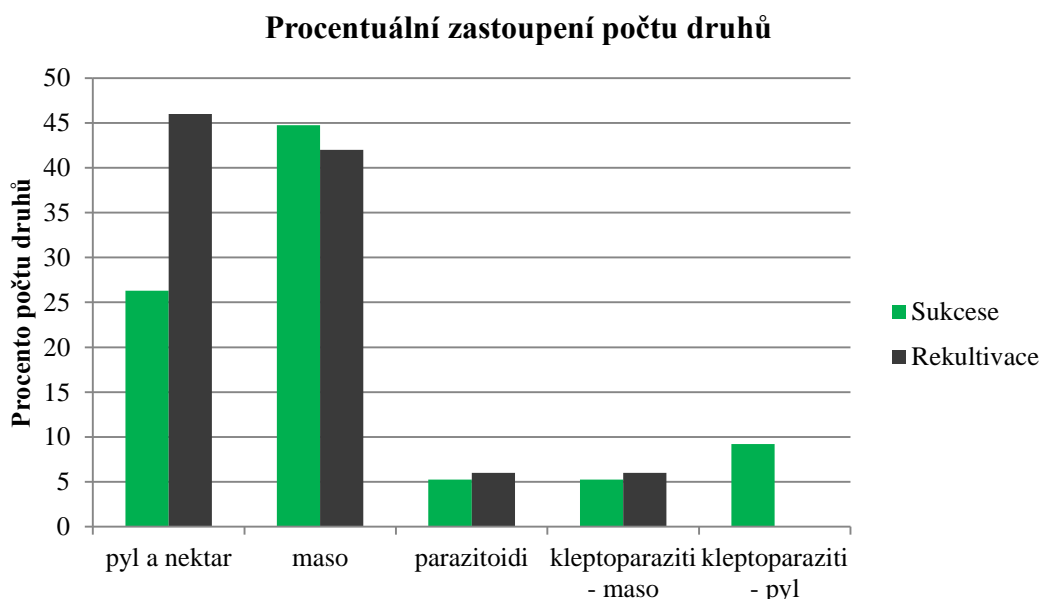
Pylem a nektarem se z celkového počtu druhů živilo druhů 35 a ostatními živočichy se živilo 37 druhů. Parazitoidů se zde vyskytovaly čtyři druhy, pět druhů kleptoparazitoidů soustřeďujících se na živočišnou stravu a sedm druhů soustřeďujících se na pyl.

Grafické srovnání trofických nároků sebraného hmyzu je znázorněno na obr. č. 13. Z grafu je patrné, že největší rozdíly mezi počty druhů nalezených na sukcesi a rekultivaci se objevily u pylosběrných společenstev hmyzu.



Obr. č. 13: Grafické vyjádření potravních nároků hmyzu.

Více než dvojnásobný počet druhů živících se pylem a nektarem byl nasbíráán na rekultivacích, zatímco zástupci pylových kleptoparazitů se na rekultivacích nezaznamenali vůbec. U ostatních potravních nároků byl rozdíl v počtech druhů podobný.

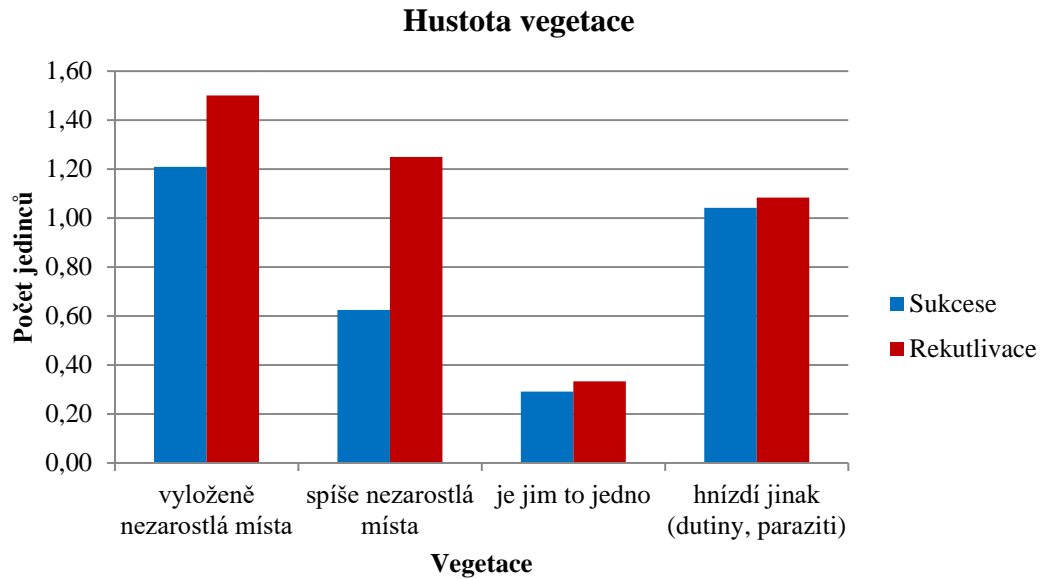


Obr. č. 14: Grafické znázornění procent počtů druhů s různými trofickými nároky.

Z obr. č. 14 zobrazujícího procentuální zastoupení počtu druhů nalezených na rekultivaci a sukcesi, je patrné, že téměř polovina druhů nalezených na sukcesních plochách se živí ostatními živočichy. Přes 40 % se tak živí i druhy na rekultivacích. Podobně je tomu tak i s pylem a nektarem, kde počet druhů nalezených na rekultivaci tvoří 46 % sebraných druhů na rekultivacích. Stejně procento druhů (5 a 6 %) nalezených na obou typech stanovišť bylo zařazeno mezi parazitoidy a kleptoparazity soustředící se na živočišnou stravu.

5.2.4 Hustota vegetace

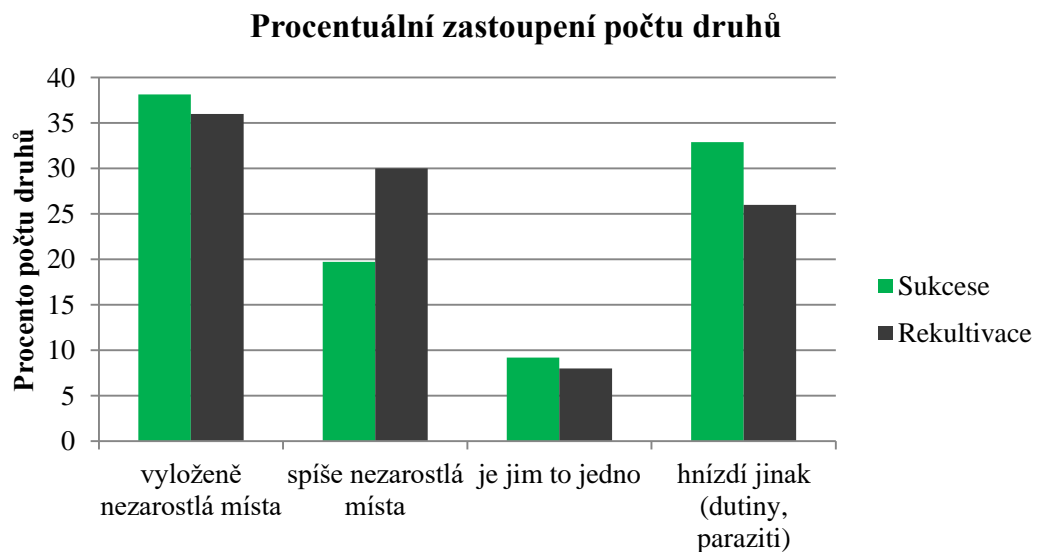
Na sukcesní i zrekultivované ploše se odchytily druhy, které upřednostňují vyložené nezarostlá místa. Těchto druhů bylo celkově nalezeno 31. U rekultivací tomu bylo o něco více než u sukcesí, stejně jako ve všech ostatních typech lokalit v rámci hustoty vegetace. Největší rozdíl je patrný u výběru spíše nezarostlých míst, kdy je rozdíl téměř dvojnásobný. Celkový počet druhů preferujících spíše nezarostlá místa byl 23. Pouze sedm druhů ze všech je tolerantní k více typům stanovišť. Dutiny upřednostňuje dvanáct druhů. Srovnání hmyzem preferované hustoty vegetace na sukcesích a rekultivacích je znázorněno na obr. č. 15.



Obr. č. 15: Grafické vyjádření hmyzem preferované hustoty vegetace.

U druhů hnízdících v dutinách či parazitických druhů byl počet druhů přepočtených na jednu past v obou případech téměř shodný. Jednalo se o druhý nejvyhledávanější způsob hnízdění pro druhy na sukcesích a třetí nejvyhledávanější způsob pro druhy na rekultivacích.

Procentuální zastoupení počtu druhů na sukcesích a rekultivaci je znázorněn na obr. č. 16.



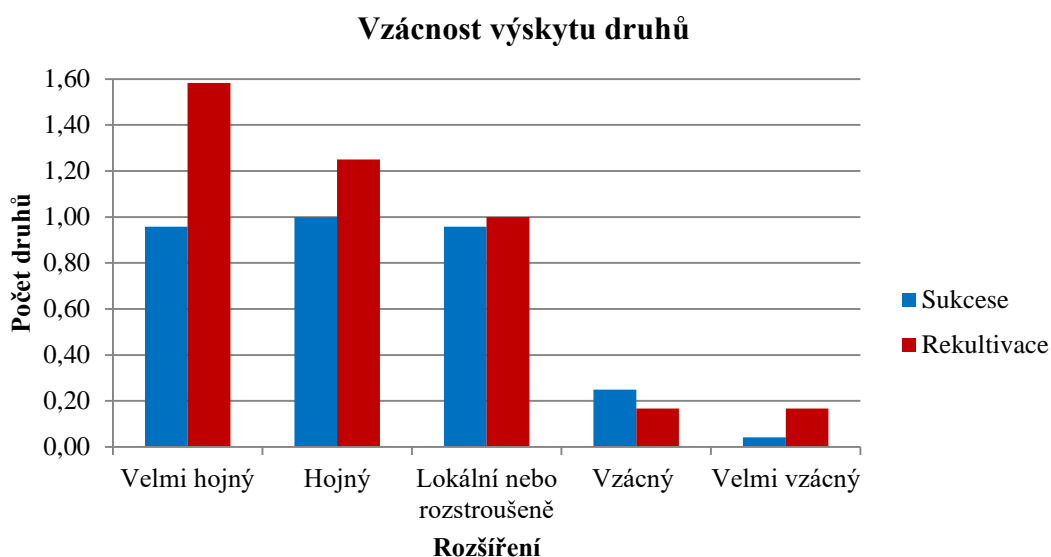
Obr. č. 16: Grafické znázornění procent počtů druhů s různými nároky na hustotu vegetace.

Graf ukazuje, že vyloženě nezarostlá místa vyhledávalo 38 % druhů nalezených na sukcesích a 36 % druhů sebraných na rekultivaci. Z obrázku také vyplývá, že téměř třetina druhů nalezených na rekultivovaných stanovištích preferuje spíše nezarostlá místa. Zatímco u sukcesí to v tomto případě byla pětina druhů. U druhů, které nemají danou preferenci, bylo zastoupení druhů nalezených na rekultivaci (8 % zde odchycených druhů) podobný se zastoupením nalezeným na sukcesích (9 % druhů zde nalezených). Těchto druhů bylo nalezeno nejméně.

5.3 Vzácnost

Z celkových 88 druhů se velmi hojných druhů v rámci České republiky na všech lokalitách našlo 27 a hojných druhů 31. Šest druhů se našlo vzácných a dva druhy velmi vzácné.

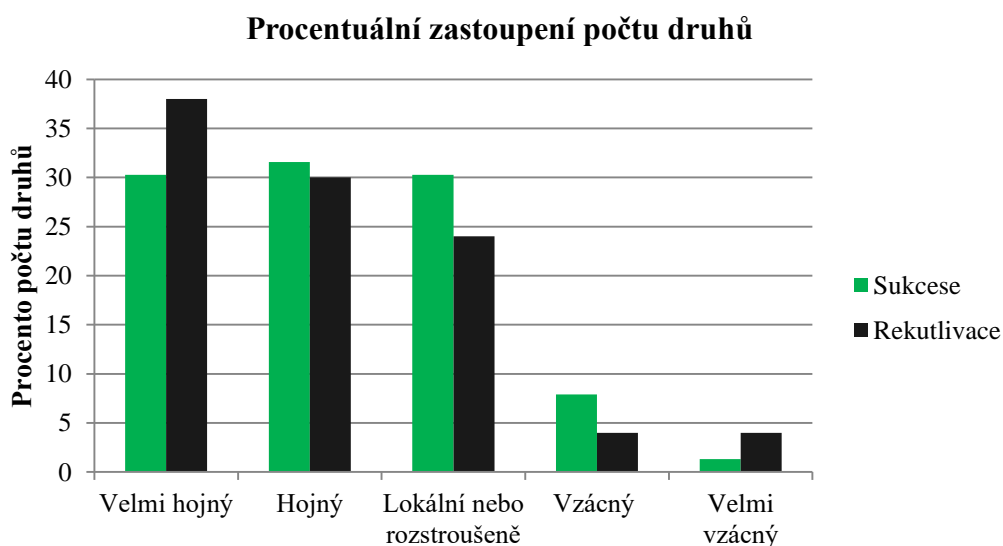
Grafické znázornění výskytu druhů vzhledem k jejich vzácnosti v přepočtu ne jedno sběrné místo je vyobrazeno na následujícím obr. č. 17. Nejmenší rozdíly mezi počty druhů na sukcesích a rekultivacích se objevily u lokálních či roztroušených druhů. Rozdíly v počtech se zvyšují přes hojně se vyskytující druhy až po velmi hojné, kdy je rozdíl značný. V obou posledních případech se více těchto zmíněných druhů vyskytuje více na rekultivacích.



Obr. č. 17: Grafické vyjádření vzácnosti výskytu hmyzu.

Vzácných druhů se vyskytlo více na sukcesních plochách. Za to si lze všimnout většího počtu druhů u velmi vzácných jedinců. Tento rozdíl si můžeme vysvětlit tím, že skutečný nalezený počet byl na rekultivaci 2 jedinci a na sukcesích 1 jedinec. Následný přepočítání počtu druhů na jedno sběrné místo pro porovnání způsobilo takovýto znatelný grafický rozdíl.

Procentuální zastoupení počtu druhů nalezených na sukcesních a rekultivovaných plochách je znázorněn na obr. č. 18. Druhy na sukcesích se vyskytují po přibližně 30 % ve velmi hojných a hojných počtech, a také lokálně nebo roztroušeně. Vzácných druhů zde bylo 8 % a velmi vzácných 1 %.



Obr. č. 18 : Grafické znázornění procent počtů druhů dle jejich vzácnosti.

Co se týče zrekultivovaných ploch, procentuální zastoupení druhů se snižuje s rostoucí vzácností nalezených druhů. Velmi hojné druhy tvořily téměř 40 % a hojné 30 % počtu druhů. Lokálních nebo roztroušených druhů zde byla téměř čtvrtina odchycených druhů. Vzácné a velmi vzácné druhy se vyskytovaly po 4 % sebraných druhů.

5.3.1 Přírodo-ochranářská hodnota podle hojnosti výskytu v ČR

Právní ochrana vyhláškou 395/1992 Sb. se u žahadlových blanokřídlých vztahuje pouze na všechny druhy čmeláků *Bombus* sp. Během experimentu se našel čmelák zemní (*Bombus terrestris*), a to v místech s nižší vegetací a částečně nebo úplně obnaženým terénem (Pru_2, Pru_3, Pru_5 a Pru_6).

Bylo nalezeno celkem 32 druhů, které jsou uvedené v Červeném seznamu blanokřídlých. Na sukcesních plochách se našlo 20 druhů a zbylých 12 na rekultivovaných plochách. Konkrétní počty nalezených druhů a jejich rozdělení do kategorií dle Červeného seznamu jsou v tab. č. 4.

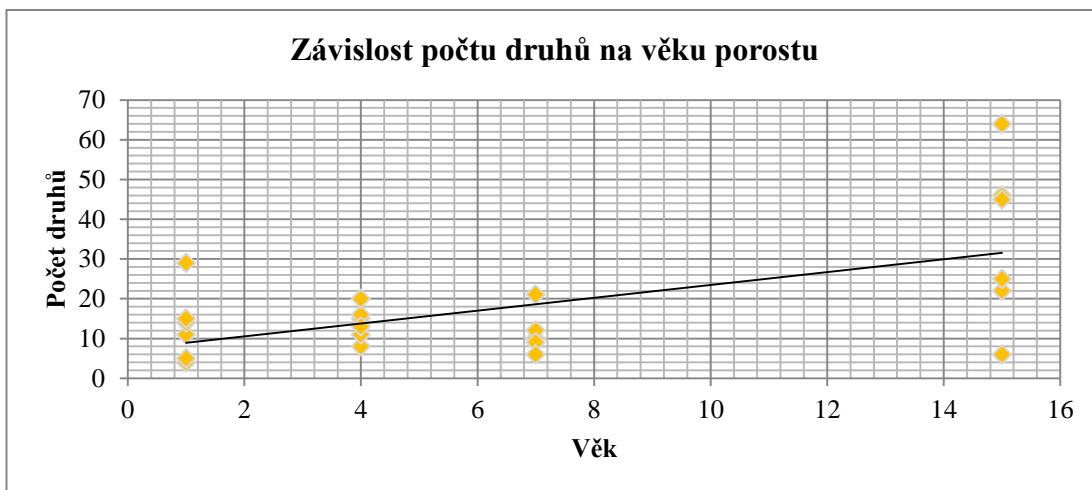
Statut ohrožení	Sukcesní plochy	Rekultivované plochy
Kriticky ohrožení (CR)	1	2
Ohrožení (EN)	7	2
Zranitelný (VU)	12	5
Suma	20	12

Tab. č. 4: Počet druhů uvedených v Červeném seznamu.

Na sukcesích se našlo 12 druhů klasifikovaných jako zranitelný (VU) a 5 druhů na rekultivacích. Celkem se zranitelných druhů našlo třináct, jen jediný druh *Andrena barbilabris* se vyskytoval pouze na rekultivaci. Podobná situace nastala i v souvislosti s ohroženými druhy (EN), kterých se na sukcesi našlo 7 a na rekultivaci 5. Na rekultivacích se ale v tomto případě nenašel žádný druh (EN), který by se na sukcesi nevyskytoval. Při pohledu na počty kriticky ohrožených druhů (CR) se na rekultivaci vyskytoval o jeden druh více než na sukcesi. Kriticky ohrožené druhy nalezené během odběru jsou *Mimumesa littoralis* a *Halictus scabiosae*. První ze zmiňovaných druhů se vyskytoval na obou typech managementu – na sukcesi po 6 jedincích a na rekultivaci po 3 jedincích. Za to druh *Halictus scabiosae* byl nalezen jen na rekultivaci, a to jeden jedinec. Tato skutečnost by se dala vysvětlit polohou odběrného místa (Pru_6), kdy past byla položena do obnaženého terénu tvořeného převážně materiálem odkaliště.

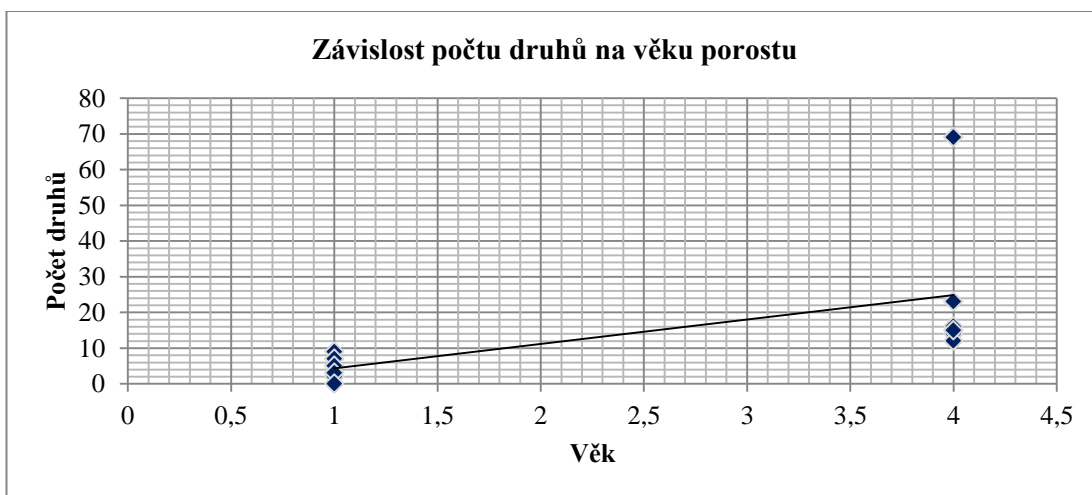
5.4 Efekt stáří vegetace

Vliv stáří stanoviště na počet druhů na sukcesních plochách znázorňuje obr. č. 19. Závislost počtu druhů na věku porostu byla spočítána pomocí korelačního koeficientu, jehož hodnota $r = 0,49$ ukázala jen náznak vztahu, že by s přibývajícím věkem porostu na sukcesi mohlo docházet ke zvyšování počtu druhů. Zároveň však druhy blanokřídlých obývají rády porosty mladší či plochy bez vegetace.



Obr. č. 19: Závislost počtu druhů na věku porostu sukcese.

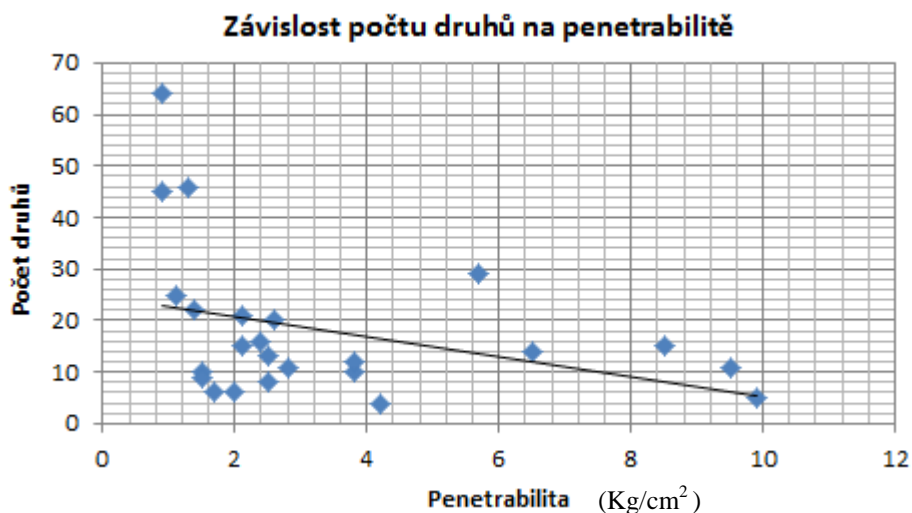
Vliv stáří stanoviště na počet druhů na rekultivovaných plochách znázorňuje obr. č. 20. Věkové třídy zde byly zastoupeny opět daty na ordinální stupnici, kdy každé číslo představovalo určité stáří porostu. Rozmezí let je znázorněno v předešlé tabulce č. 4. Korelační koeficient vyšel $r = 0,58$ a jedná se již tedy o pozitivní korelaci, jak naznačuje i graf níže.



Obr. č. 20: Závislost počtu druhů na věku porostu rekultivace.

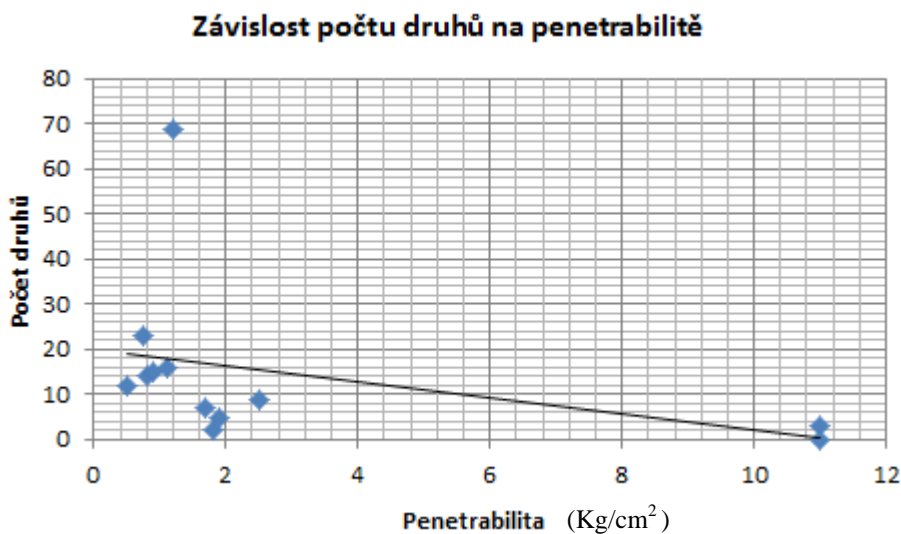
5.5 Efekt zhutnění půdy

Vliv zhutnění půdy na počet druhů na stanovištích sukcese je zobrazen na obr. č. 21. S korelačním koeficientem $r = -0,36$ nemůžeme říci, že mezi daty je nepřímá korelace, ale z grafu bychom mohli usoudit, že v případě mých měření čím méně je půda zhutněná, tím více druhů se na ní nachází. Při pohledu do grafu vidíme, že nejvíce druhů se vyskytuje při penetrabilitě pohybující se kolem hodnoty 2 kg/cm^2 .



Obr. č. 21 : Závislost počtu druhů na věku zhutnění půdy na sukcese.

Co se týče rekultivačních ploch, zde se hodnota penetrability, při které se vyskytuje největší počet druhů, se pohybuje kolem hodnoty 1 kg/cm^2 . Korelační koeficient ($r = -0,37$) opět ukázal nepřímou závislost počtu druhů na stanovišti na penetrabilitě půdy (obr. č. 22). Druhy sebrané na rekultivaci preferují spíše hutnější půdy.



Obr. č. 22: Závislost počtu druhů na věku zhutnění půdy na rekultivaci.

Závislost počtu druhů na stanovištích a penetrability půdy na věku porostu byla také spočítána mnohonásobnou regresí. V případě sukcese se neprokázala závislost počtu druhů na věku porostu a prokázala se závislost penetrability půdy na věku porostu ($F = 27,03, p > 0,01$).

6. DISKUZE

Výzkum biologické rozmanitosti lokalit na odkališti Ušák v elektrárně Prunéřov odhalil zajímavé informace. Někteří autoři (Bogush, 2010; Radics, 2015; Jakub Straka et al., 2009) se shodují na tom, že odkaliště jsou velmi významným typem stanoviště. Jsou významná zvláště v tom, že v České republice ubývá písčitých ploch a tudíž odkaliště slouží jako náhradní biotop pro organismy, kteří by jinak nenašli vhodný biotop. Data, která jsem nasbírala na Ušáku, dokazují to, o čem se autoři zmiňovali. Odkaliště mohou být biotopem i pro vzácné druhy nebo alespoň prezence těchto druhů dokazuje, že popílkoviště mohou být dočasným stanovištěm těchto druhů.

Při srovnání počtu druhů na sukcesních plochách a na plochách po rekultivaci se ukázalo, že oba typy ploch jsou si v počtech druhů velmi podobné. Toto zjištění je zajímavé. Můžeme si ho vysvětlit například tím, že se oba typy managementu nacházejí blízko sebe a také tím, že druhy tolerují typ managementu, který je na rekultivaci prováděn.

Pro podrobnější náhled do života odehrávajícího se na zkoumaném odkališti se druhům v rámci ekologických skupin přiřadily hodnoty, které závisely na požadavcích přítomných druhů na stanoviště. Účelem tohoto rozdělení bylo pokusit se zjistit, jaké nároky z hlediska ekologie má druh, který byl odchycený na odkališti. Tím by se mohla nepřímo soudit vhodnost stanoviště pro určitou ekologickou niku druhu. První z těchto ekologických skupin byla zaměřená na lokality, na které jsou žahadloví specializovaní. Ve vědeckých pracích se často uvádí, že žahadloví blanokřídlí preferují písčité a stanoviště (Černá, n.d.; Řehounek, Grycz, & Křivan, 2011; J. Straka & Bogush, 2011). Při pokusu na odkališti Ušák se odchytilo čtyřicet pískomilných druhů z celkových osmdesáti osmi druhů. Tedy téměř polovina všech determinovaných druhů preferovala písčiny jako svůj hlavní biotop, což potvrzuje tvrzení zmíněných vědeckých výzkumů a článků. Při experimentu na Ušáku se odchytilo značný počet druhů, které jsou pískomilné. Tuto skutečnost můžeme vysvětlit značnou blízkostí zkoumaných lokalit a také jejich značnou podobností – na plochách sukcese i plochách zrekultivovaných se nacházejí obnažené plochy i plochy pokryté porostem. Druhým nejčastějším nárokem na stanoviště byla otevřená

stanoviště. Předpoklad, že otevřená stanoviště jsou oblíbeným habitatem pro život jedinců žahadlových blanokřídlých je již znám (Kočárek, n.d., 2011; Pech & Juříčková, 2011) a tedy druhé pořadí ve stanovištní preferenci odchylených druhů není až tak velikým překvapením. V rámci otevřených stanovišť bylo odchyceno v průměru více jedinců na rekultivaci než na sukcesi, tento případ mohl nastat například proto, že povrch rekultivované plochy je přibližně z poloviny tvořen jen materiálem odkaliště (obnažený) a je pokryt sporadickou vegetací, zatímco druhou polovinu tvoří pravidelně sečený trávnickový svah. Zajímavým zjištěním je také to, že se na odkališti nepodařilo odchytit žádné mokřadní druhy. Voda na odkalištích je obecně pro živé organismy většinou velmi toxická, proto se zde druhy vázané na vodu téměř nevyskytují (Gremlica et al., 2011). Absence nálezu druhů s touto stanovištní preferencí tuto skutečnost může jen potvrdit. Dále se odchytily druhy, které nemají vyhraněné stanovištní preference. Jejich počet může mít takové vysvětlení u rekultivace, že druhy mají snížené nároky na stanoviště a nevadilo jim osídlit i tyto plochy.

Dalším řešeným ekologickým nárokem odchylených druhů byla jejich hnízdní strategie. Dle poznatků zmíněných v odborných publikacích (Bogush, 2010; Jakub Straka et al., 2009) se častěji ukazuje, že velmi oblíbeným způsobem hnízdění žahadlového hmyzu je parazitismus. Přesto se během experimentu na Ušáku odchytilo celých 62 druhů hnízdicích v zemi. Parazitickou strategii hnízdění představovalo jen šestnáct nalezených druhů. V tomto případě se tedy můžeme zamyslet nad možným důvodem, proč k tomuto opačnému jevu došlo. V tomto případě mohlo jít o to, že druhy, na kterých žahadloví parazitují, se na lokalitě nevyskytovaly. Tento jev by mohl být námětem k dalšímu studování.

Třetím ekologickým nárokem druhů byly jejich trofické požadavky. Ze získaných dat při bližším pohledu na druhy a jejich potravní nároky můžeme říci, že nižší počet parazitických druhů se ukázal i v tomto případě. Druhů, které jsem na odkališti nasbírala a které z hlediska trofie preferují parazitismus (ať už parazitismus, kleptoparazitismus – pyl i maso), je nejmenší množství. Na rekultivované části odkaliště se našlo podobné množství druhů, které se živily masožravě a pylem a nektarem, těchto druhů bylo také největší množství. Za to u sukcese se objevil rozdíl v počtu druhů, které byly pylosběrné a druhů, které byly masožravé. Jednoznačně

nelze určit důvod, proč tomu tak bylo, ale můžeme se domnívat, že chudší rostlinná skladba odkaliště ovlivnila výskyt pylosběrných druhů hmyzu.

Posledním ekologickým nárokem byla preferovaná hustota vegetace nachytaných druhů žahadlového hmyzu. Podobné množství počtů druhů nalezených na sukcesi i rekultivaci preferuje vyloženě nezarostlá místa, ale u spíše nezarostlých míst si můžeme všimnout rozdílu v těchto počtech. U rekultivaci bylo těchto druhů více a mohlo k tomu dojít proto, že pasti položené na tomto stanovišti byly položeny na více exponovaných místech a také místech s nízkou vegetací (nižší než sukcesní vegetace). Pro hodnoty hnízdění v dutinách nebo paraziticky platí opačný jev. Na rekultivaci bylo odchyceno méně druhů než na sukcesi. Vzhledem k předchozím výsledkům, že se našel menší počet druhů s parazitickým způsobem života, můžeme předpokládat, že větší část druhů „hnízdících jinak“ jsou druhy hnízdící v dutinách nebo v zemi.

Další informací, kterou jsem se snažila o odchycených družích zjistit, byla významnost daného druhu v rámci České republiky. Je pravdou, že se našlo 58 velmi hojných nebo hojných druhů z celkových osmdesáti osmi, ale vzácné druhy se podařilo objevit také. Dva druhy se odchytily na rekultivaci a jeden druh na sukcesi. Na lokalitách se vyskytovalo šest druhů vzácných a dva druhy velmi vzácné. Dále se podařilo odchytit druhy zapsané v Červeném seznamu bezobratlých, a to ze zranitelných druhů (VU) na sukcesi 12 druhů a na rekultivaci 5 druhů, ohrožených (EN) na sukcesi 7 a na rekultivaci 5 a velkým úspěchem je nález také kriticky ohrožených druhů (CR) – na sukcesi 1 a na rekultivaci 2. Druhy kriticky ohrožené (CR) odpovídají velmi vzácným druhům v rozdělení dle ekologických nároků v případě vzácnosti druhu v rámci České republiky. Tento nález by mohl jistě podpořit tvrzení, že toto odkaliště (a zároveň i ostatní) jsou vzácnými stanovišti a refugii vzácných druhů, jak se ostatně zmiňují i mnohé publikace (Černá, n.d.; Kočárek, n.d., 2011; Peters et al., 2017; Jakub Straka et al., 2009) a že je zcela jistě na místě tato stanoviště podporovat vhodným managementem. Dále například probíhal výzkum na odkališti hnědouhelné elektrárny v Ledvicích, kde byly také odchyceny druhy uvedené v Červeném seznamu - 10 druhů, tři druhy jsou kriticky ohrožené, tři druhy jsou ohrožené a čtyři druhy zranitelné (Chládek, 2014). V Mostecké pánvi byly při výzkumu odchyceny také uvedené v Červeném seznamu, jednalo se o 7 kriticky ohrožených druhů, 14 ohrožených druhů a 23 zranitelných

druhů. Pět druhů bylo chráněných zákonem a odchyceny byly další tři vzácné druhy (Hendrychová & Bogush, 2016).

Efekt stáří porostu na počet druhů na sukcesi se nepodařilo přímo prokázat. Druhy, které jsem odchytila na sukcesi, se vyskytovaly jak v mladších porostech a v porostech bez vegetace, tak v porostech starších, a to i více než deset let. Za to u druhů odchycených na rekultivaci se vztah mezi věkem porostu a počtem druhů podařilo prokázat (obr. č. 20). Vliv zhutnění půdy se korelací nepodařilo prokázat ani v jednom případě. Jak na rekultivaci, tak sukcesi, se ukázal náznak toho, že čím nižší hodnota penetrability půdy, tím nižší počet jedinců, toto je ale ovšem jen domněnka, která dokud není statisticky významná, nemůže být považována za výsledek mého pokusu. Proto jsem ke statistickému vyhodnocení použila mnohonásobnou regresi, která prokázala, že v mém případě věk porostu sukcesních ploch neovlivňuje počet druhů na stanovišti. Ani u rekultivaci se vztah věku porostu a počtu druhů nepodařilo prokázat. Proto lze vzhledem ke dvěma zmíněným statistickým metodám říci, že věk porostu opravdu neovlivnil počet druhů na stanovišti, kde výzkum probíhal.

7. ZÁVĚR

Celkem se na ploše o velikosti přibližně dvou hektarů odchytilo 603 jedinců žahadlového blanokřídlého hmyzu, kteří byli zařazeni do 88 druhů. Na stanovišti ponechaném přirozené sukcesi to bylo 429 jedinců zařazených do 76 druhů a na zrekultivovaném stanovišti 174 jedinců spadajících do 50 druhů. Výzkum prokázal výskyt vzácných druhů, které se v České republice vyskytují a podpořil tak teorie o významnosti odkališť jako unikátních stanovišť.

V popílkových odkalištích nacházejí útočiště zejména druhy, jejichž přirozeným prostředím jsou písčiny. Ty však ve střední Evropě rychle mizí a náhradu nacházejí někteří živočichové právě v jemném popílku.

Z hlediska ochrany biologické rozmanitosti na odkališti je důležité zachovávat plochy, které jsou obnažené. Nejhorší případ nastane, když se popílek přestane ukládat a povrch odkaliště se poté většinou zahrne zeminou. Zavezením popílku dojde k zániku společenstev vzácných živočichů. Místo usazování v sedimentačních nádržích, které se provádělo dříve, se v současnosti většina popílku ukládá ve formě stabilizátu. Ten ve styku s vodou ztvrdne do jednotné hmoty a následně je překrytý zeminou, čímž dojde k zamezení možnosti vzniku druhotného stanoviště významného pro ochranu biodiverzity.

Biologicky cenné plochy, které vznikají v areálech elektráren, by se tedy měly jednoznačně zachovávat. Problémem je v přístupu široké veřejnosti, která na popílek a jeho složiště pohlíží jako na velmi negativní jevy v české krajině. Problémem je vysoká prašnost popílku, která zatěžuje životní prostředí, stejně jako jeho složiště, na která je pohlíženo jako na zdevastované území. Možným řešením by mohlo být zapojení co nejvíce výrobních podniků, v jejichž areálech se tato složiště vyskytují, do ochrany biodiverzity aktivní spoluprací s odborníky a také aktivní komunikací s veřejností a přispění její informovanosti o této problematice.

8. SEZNAM LITERATURY

Advances in Agronomy. (2013). Academic Press.

AOPK. (2016a). Fauna. Retrieved August 7, 2016, from
<http://labskepiskovce.ochranaprirody.cz/zakladni-udaje-o-chko/fauna/>

AOPK. (2016b). Pruněřovská lípa.

Aranda, R., & Gracioli, G. (2016). Protocol for collecting Mutillidae (Hymenoptera, Aculeata) in ecological studies: species–area effects on Mutillidae communities. *Revista Brasileira de Entomologia*, 60(4), 312–318.
<https://doi.org/10.1016/j.rbe.2016.08.003>

Asokan, P., Saxena, M., & Asolekar, S. R. (2005). Coal combustion residues— environmental implications and recycling potentials. *Resources, Conservation and Recycling*, 43(3), 239–262. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2004.06.003>

Belanová, M. (2006). THE DIVERSITY OF BRANCHES ON BASE OF THE BRANCH CLASSIFICATION OF ENTERPRISES ACCORDING TO THE ECONOMIC ACTIVITY IN THE SLOVAK REPUBLIC. Retrieved from
http://www.slpk.sk/eldo/2006/025_06/sekcia7/s7_belanova_maria_12.pdf

Bogush, P. (2010). Parazitické strategie blanokřídlých. *Živa*, 5, 222. Retrieved from
<http://ziva.avcr.cz/2010-5/paraziticke-strategie-blanokridlych.html>

Bonte, D., Maelfait, J. P., & Hoffmann, M. (2000). The impact of grazing on spider communities in a mesophytic calcareous dune grassland. *Journal of Coastal Conservation*, 6(2), 135–144. <https://doi.org/10.1007/BF02913810>

Coeurdassier, M., Scheifler, R., Mench, M., Crini, N., Vangronsveld, J., & de Vaufléury, A. (2010). Arsenic transfer and impacts on snails exposed to stabilized and untreated As-contaminated soils. *Environmental Pollution*, 158(6), 2078–2083. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.03.008>

Černá, I. (n.d.). Význam struskopopílkových odkališť pro psammofilní bezobratlé.

ČR, L. (2016). CHKO Krušné hory. Retrieved December 5, 2016, from

<http://www.lesycr.cz/oi33/charakteristika/Stranky/charakteristika.aspx>

- Dik, E. P., Soboleva, A. N., & Smirnova, O. A. (2011). Environmental hazard classes of ashes and slags from thermal power stations. *Thermal Engineering*, 58(6), 506–512. <https://doi.org/10.1134/S0040601511060024>
- Everson, G. W. (2014). Hymenoptera. In *Encyclopedia of Toxicology* (pp. 984–985). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00737-5>
- Farkač, J., Král, D., & Škorpík, M. (2005). Červený seznam ohrožených druhů České republiky Bezobratlí Red list of threatened species in the Czech Republic Invertebrates. Retrieved from http://portal.nature.cz/publik_syst/files/RL_2005_bezobr.pdf
- Fečko, P. (Ed.). (2005). *Fly ash*. Ostrava: VŠB--Technical University of Ostrava.
- Gilroy, J. J., Anderson, G. Q. A., Grice, P. V., Vickery, J. A., Bray, I., Nicholas Watts, P., & Sutherland, W. J. (2008). Could soil degradation contribute to farmland bird declines? Links between soil penetrability and the abundance of yellow wagtails *Motacilla flava* in arable fields. *Biological Conservation*, 141(12), 3116–3126. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2008.09.019>
- Gremlica, T., Čilek, V., Vrabec, V., Farkač, J., Frouz, J., Godány, J., ... Zavadil, V. Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice (2011). Retrieved from <http://www.ekopolitika.cz/cs/publikace/publikace-uep/vav-sp-2d1-141-07-rekultivace-a-management-neprirodnich-biotopu-v-ceske-republice-/view.html>
- Hanslian, D., & Hošek, J. (2015). Combining the VAS 3D interpolation method and Wind Atlas methodology to produce a high-resolution wind resource map for the Czech Republic. *Renewable Energy*, 77, 291–299. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.12.013>
- Hendrychová, M., & Bogush, P. (2016). Combination of reclaimed and unreclaimed sites is the best practice for protection of aculeate Hymenoptera species on brown coal spoil heaps. *J Insect Conserv*, 20, 807–820. Retrieved from <https://www.email.cz/download/k/tnH-EBfo2FXTUbfWTC0lN2NSHIKkcTYzqxjvSpI5WC9bNyqOOULpzu3A94p5zI>

OWNNgPoqA/2016_JICO_Hendrychova_Bogusch_Hymenoptera.pdf

Heneberg, P. (2010). Penetrabilita půdy: významný faktor ovlivňující přítomnost zvířat. *Živa*, 1, 25. Retrieved from <http://ziva.avcr.cz/2010-1/penetrabilita-pudy-vyznamny-faktor-ovlivnujici-pritomnost-zvirat.html>

Chládek, J. (2014). *Vliv sukcese a rekultivace na výskyt žahadlového hmyzu (Hymenoptera: Aculea) na odkališti*. Retrieved from https://www.email.cz/download/k/h1rJxnJk4cKMmQOosSUT6dmYEOQK3HetTvToP938Ar_iHKRugxgiCGf66TzzBnVIThIBVDo/zaverecna_prace-Estok_fin.pdf

Chlupáč, I. (2002). *Geologická minulost České republiky* (Vyd. 1). Praha: Academia.

Jarkovský, J., Littnerová, S., Dušek, L., & Masarykova univerzita. Institut biostatistiky a analýz. (2012). *Statistické hodnocení biodiverzity*. Akademické nakladatelství CERM.

Kerkhoff. (2010). Measuring biodiversity of ecological communities. Retrieved from <http://biology.kenyon.edu/courses/biol229/diversity.pdf>

Kočárek. (n.d.). Bezobratlí postindustriálních stanovišť.

Kočárek, P. (2011). Rovnokřídlý hmyz. In *Bezobratlí postindustriálních stanovišť* (p. 75).

Krüger, O., & Adam, C. (2015). Recovery potential of German sewage sludge ash. *Waste Management*, 45, 400–406. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2015.01.025>

Ley, M. T. (2007). *The effects of fly ash on the ability to entrain and stabilize air in concrete*. Retrieved from <https://repositories.lib.utexas.edu/handle/2152/3331>

Park, J. H., Edraki, M., Mulligan, D., & Jang, H. S. (2014). The application of coal combustion by-products in mine site rehabilitation. *Journal of Cleaner Production*, 84, 761–772. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.01.049>

Park, J. Y. (2014). The evolution of waste into a resource: Examining innovation in technologies reusing coal combustion by-products using patent data. *Research*

- Policy*, 43(10), 1816–1826. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2014.06.002>
- Pech, P., & Juříčková, L. (2011). Suchozemští plži. In *Bezobratlí postindustriálních stanovišť* (pp. 99–109).
- Peters, R. S., Krogmann, L., Mayer, C., Donath, A., Gunkel, S., Meusemann, K., ... Niehuis, O. (2017). Evolutionary History of the Hymenoptera. *Current Biology*, 27(7), 1013–1018. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2017.01.027>
- Prunéřov | Uhelné elektrárny | Skupina ČEZ. (2016). Retrieved April 15, 2016, from <https://www.cez.cz/cs/vyroba-elektřiny/uhelne-elektřarny/cr/prunerov.html>
- 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. <https://doi.org/10.1134/S0040601510070141>
- Quitt, E. (1971). *Klimatické oblasti Československa: Climatic regions of Czechoslovakia*. Brno: Geografický ústav ČSAV: Studio Geographica.
- Radics, M. (2015). Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeae) na plochách po těžbě hnědého uhlí Severočeské hnědouhelné pánve. Retrieved from <https://dspace.vsb.cz/handle/10084/107780?show=full>
- Rekultivační materiály: sborník semináře, Modřice 18.-19.10. 2000*. (2000). Praha: Vydavatelství VŠCHT.
- Řehounek, J., Grycz, F., & Křivan, V. (2011). Suchozemští brouci. In *Bezobratlí postindustriálních stanovišť* (pp. 35–50).
- Řehounek, J., Řehouňková, K., & Prach, K. (2010). *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. České Budějovice: Calla.
- Sajwan, K. S., Alva, A. K., & Keefer, R. F. (Eds.). (2003). *Chemistry of trace elements in fly ash*. New York: Kluwer Academic / Plenum Publishers.
- Sear, L. K. A. (Ed.). (2001). *Properties and use of coal fly ash: a valuable industrial by-product ; coal fly ash, or pulverised fuel ash, from coal-fired power stations:*

the production, properties and applications of the material. London: Thomas Telford.

Straka, J., & Bogush, P. (2011). Contribution to the taxonomy of the *Hylaeus gibbus* species group in Europe (Hymenoptera, Apoidea and Colletidae). *Zootaxa*, 1, 51–67. Retrieved from https://scholar.google.de/citations?view_op=view_citation&hl=de&user=1bOwg5cAAAAJ&citation_for_view=1bOwg5cAAAAJ:W7OEmFMy1HYC

Straka, J., Dvořák, L., & Bogusch, P. (2009). Žahadloví blanokřídlí (Hymenoptera: Aculeata) Jizerských hor a Frýdlantska Aculeata (Hymenoptera) of the Jizerské hory Mts and Frýdlant region (northern Bohemia, Czech Republic). *Sborník Severočeského Muzea*, 27, 239–276. Retrieved from http://www.muzeumlb.cz/files/sborniky/n/2009_Straka-et-al_Aculeata.pdf

Tlapák, V., Knedlhans, R., Legát, V., & Šálek, J. (1992). *Voda v zemědělské krajině*. Praha: Brázda : Ministerstvo životního prostředí České republiky.

Tropek, R., Cerna, I., Straka, J., Cizek, O., & Konvicka, M. (2013). Is coal combustion the last chance for vanishing insects of inland drift sand dunes in Europe? *Biological Conservation*, 162, 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.03.027>

Tropek, R., Kadlec, T., & Beneš, J. (2011). Denní motýli. In *Bezobratlí postindustriálních stanovišť* (pp. 21–34). Retrieved from <http://restoration-ecology.eu/CZ/data/uploads/bezobratli-postindustrialnich-stanovist.pdf>

Tuček, O. (2009a). *Manipulační a provozní řád vodního díla Mezideponie Ušák, Elektrárna Pruněřov*.

Tuček, O. (2009b). *Program technickobezpečnostního dohledu nad odkalištěm „Mezideponie Ušák“*.

Vaňková, J. (2005). Jak rostliny osidlují opuštěná odkaliště? *Živa*, 5, 201. Retrieved from <http://ziva.avcr.cz/2005-5/jak-rostliny-osidluji-opustena-odkaliste.html>

Verma, S. K., Masto, R. E., Gautam, S., Choudhury, D. P., Ram, L. C., Maiti, S. K., & Maity, S. (2015). Investigations on PAHs and trace elements in coal and its

combustion residues from a power plant. *Fuel*, 162, 138–147.

<https://doi.org/10.1016/j.fuel.2015.09.005>

Vráblíková, J. (2008). *Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří.*

I. část, I. část. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem,

Fakulta životního prostředí.

Ward, C., Hassan, S., & Mendonça, M. (2009). Accumulation and Depuration of

Trace Metals in Southern Toads, *Bufo terrestris*, Exposed to Coal Combustion

Waste. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 56(2), 268–

275. <https://doi.org/10.1007/s00244-008-9179-5>

Wilczyńska-Michalik, W., Moryl, R., Sobczyk, J., & Michalik, M. (2014).

Composition of coal combustion by-products: The importance of combustion

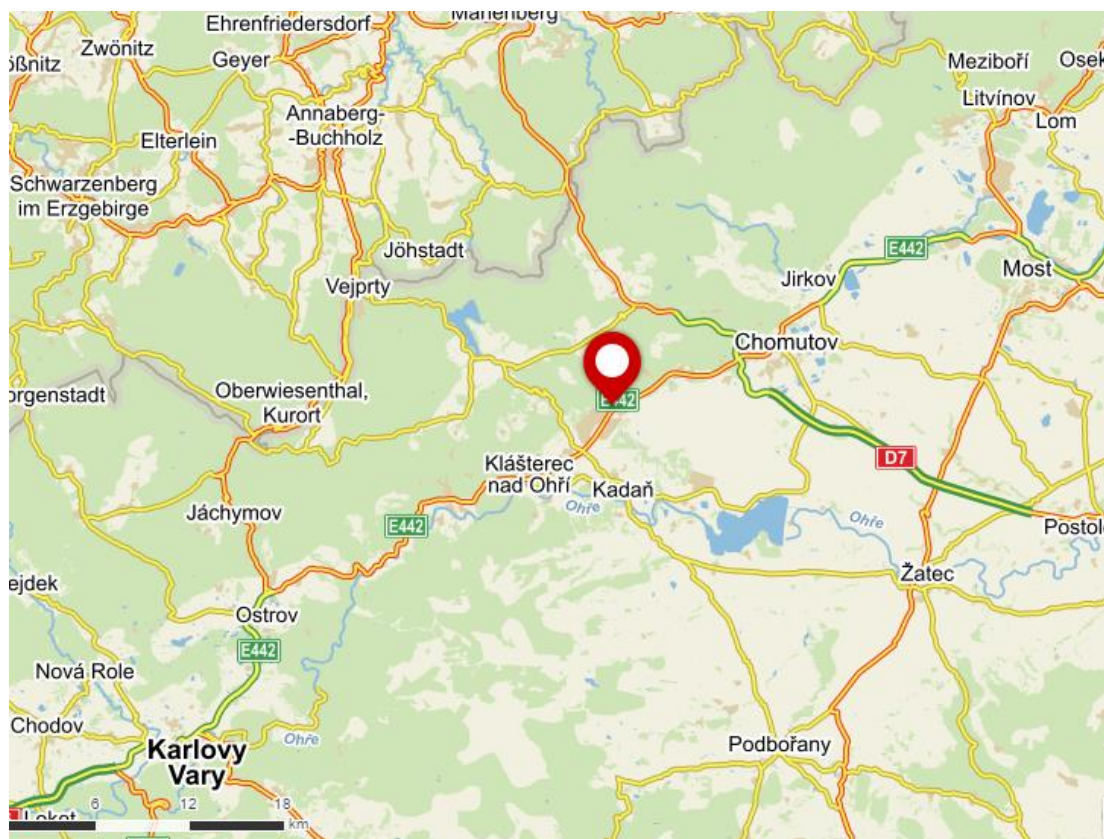
technology. *Fuel Processing Technology*, 124, 35–43.

<https://doi.org/10.1016/j.fuproc.2014.02.016>

9. PŘÍLOHY



Příloha č. 1: Ukázka xponované pasti na odkališti.



Příloha č. 2: Mapa širšího okolí elektrárny Prunéřov.



Příloha č. 3: Lokaizace čisti obce Pruněřov v rámci Kadaně.

Název druhu	Rozšíření	Ekologie	Hnízdění	Potrava	Vegetace	Vzácnost
<i>Ammophila pubescens</i>	4	5	1	2	1	EN
<i>Ammophila sabulosa</i>	1	5	1	2	1	
<i>Andrena barbilabris</i>	4	5	1	1	1	VU
<i>Andrena flavipes</i>	1	3	1	1	2	
<i>Andrena haemorrhoa</i>	1	1	1	1	3	
<i>Andrena minutula</i>	1	6	1	1	3	
<i>Andrena nigrospina</i>	3	3	1	1	1	
<i>Andrena pusilla</i>	2	6	1	1	2	
<i>Anoplius concinnus</i>	3	5	1	2	1	
<i>Anoplius infuscatus</i>	1	6	1	2	3	
<i>Anoplius viaticus</i>	1	5	1	2	1	
<i>Apis mellifera</i>	1	6	3	1	4	
<i>Arachnospila anceps</i>	1	3	1	2	2	
<i>Arachnospila minutula</i>	2	3	1	2	2	
<i>Arachnospila spissa</i>	2	1	1	2	3	
<i>Astata boops</i>	2	6	1	2	2	
<i>Bembecinus tridens</i>	3	5	1	2	1	VU
<i>Bombus terrestris</i>	1	6	1	1	4	chráněn zákonem
<i>Cerceris rybyensis</i>	1	6	1	2	3	
<i>Colletes cunicularius</i>	2	5	1	1	1	
<i>Crabro peltarius</i>	4	5	1	2	1	VU
<i>Dinetus pictus</i>	3	5	1	2	1	VU
<i>Diodontus luperus</i>	2	3	1	2	2	
<i>Diodontus minutus</i>	1	3	1	2	2	
<i>Episyron rufipes</i>	3	5	1	2	1	VU
<i>Evagetes crassicornis</i>	2	6	4	4	4	
<i>Evagetes pectinipes</i>	3	5	4	4	4	EN
<i>Halictus rubicundus</i>	2	5	1	1	1	
<i>Halictus scabiosae</i>	5	3	1	1	2	CR
<i>Halictus sexcinctus</i>	3	5	1	1	1	VU
<i>Halictus simplex</i>	2	3	1	1	2	
<i>Halictus subauratus</i>	2	3	1	1	1	
<i>Halictus tumulorum</i>	1	6	1	1	3	
<i>Harpactus elegans</i>	3	5	1	2	1	
<i>Hedychrum niemelaei</i>	2	3	4	3	4	
<i>Hylaeus brevicornis</i>	1	3	2	1	4	
<i>Lasioglossum aeratum</i>	3	5	1	1	2	VU
<i>Lasioglossum calceatum</i>	1	6	1	1	3	
<i>Lasioglossum fulvicorne</i>	2	3	1	1	2	
<i>Lasioglossum laticeps</i>	1	6	1	1	2	

<i>Lasioglossum leucozonium</i>	2	5	1	1	2	
<i>Lasioglossum lucidulum</i>	2	5	1	1	1	
<i>Lasioglossum malachurum</i>	2	3	1	1	2	
<i>Lasioglossum morio</i>	1	6	1	1	2	
<i>Lasioglossum pauxillum</i>	1	6	1	1	2	
<i>Lasioglossum punctatissimum</i>	2	5	1	1	2	
<i>Lasioglossum sabulosum</i>	3	5	1	1	1	
<i>Lasioglossum villosulum</i>	1	5	1	1	2	
<i>Lindenius albilabris</i>	2	3	1	2	2	
<i>Mellinus arvensis</i>	2	5	1	2	2	
<i>Mimumesa littoralis</i>	5	5	1	2	1	CR
<i>Nomada alboguttata</i>	3	5	4	5	4	
<i>Nomada rufipes</i>	3	5	4	5	4	
<i>Nomada sheppardana</i>	2	3	4	5	4	
<i>Nomada striata</i>	2	3	4	5	4	
<i>Nysson distinguendus</i>	2	5	4	4	4	
<i>Nysson maculosus</i>	2	5	4	4	4	VU
<i>Nysson niger</i>	3	5	4	4	4	EN
<i>Osmia aurulenta</i>	2	2	2	1	4	
<i>Oxybelus argentatus</i>	3	5	1	2	1	EN
<i>Oxybelus bipunctatus</i>	3	5	1	2	1	
<i>Oxybelus mandibularis</i>	4	5	1	2	1	EN
<i>Oxybelus trispinosus</i>	2	5	1	2	1	
<i>Oxybelus variegatus</i>	3	5	1	2	1	VU
<i>Panurgus calcaratus</i>	3	5	1	1	1	
<i>Pemphredon lethifer</i>	1	6	2	2	4	
<i>Philanthus triangulum</i>	2	5	1	2	1	
<i>Pompilus cinereus</i>	3	5	1	2	1	VU
<i>Sphecodes albilabris</i>	2	5	4	5	4	
<i>Sphecodes ephippius</i>	1	6	4	5	4	
<i>Sphecodes longulus</i>	3	5	4	5	4	VU
<i>Tiphia femorata</i>	1	3	4	3	4	
<i>Trachusa byssina</i>	1	1	1	1	3	
<i>Trypoxylon attenuatum</i>	2	6	2	2	4	
<i>Trypoxylon minus</i>	1	6	2	2	4	
<i>Vespula germanica</i>	1	3	3	2	4	
<i>Vespula vulgaris</i>	1	1	3	2	4	
<i>Lasioglossum sexstrigatum</i>	3	5	1	1	1	VU
<i>Lestica alata</i>	3	5	1	2	1	EN
<i>Megachile leachella</i>	4	5	1	1	1	EN
<i>Tachysphex unicolor</i>	2	5	1	2	1	
<i>Lindenius pygmaeus armatus</i>	3	3	1	2	2	VU
<i>Lasioglossum nitidiusculum</i>	2	3	1	1	2	

<i>Chrysura dichroa</i>	2	3	4	3	4	
<i>Chrysis scutellaris</i>	4	2	4	3	4	
<i>Mimumesa atratina</i>	2	5	1	2	1	
<i>Andrena nigroaenea</i>	1	6	1	1	2	
<i>Crossocerus wesmaeli</i>	3	5	2	2	4	VU

Příloha č. 4: Seznam odchycených druhů, jejich ekologické nároky a vzácnost v rámci ČR.

Způsob hnízdění	Počet druhů		
	Sukcese	Rekultivace	Obojí zároveň
v zemi	27	12	24
v dutinách	4	0	3
staví hnízda	0	0	3
parazitický	10	1	5

Příloha č. 5: Počty druhů a jejich způsoby hnízdění.

Typ stanoviště	Počet druhů		
	Sukcese	Rekultivace	Obojí zároveň
lesní	2	1	1
stepní	2	0	0
otevřená stanoviště	7	3	11
mokřadní	0	0	0
písečný	22	4	18
nespecializovaný	6	5	7

Příloha č.6: Počty druhů a typ stanoviště, který obývají.

Potrava	Počet druhů		
	Sukcese	Rekultivace	Obojí zároveň
pyl a nektar	12	15	8
maso	17	4	17
parazitoidi	1	0	3
kleptoparaziti - maso	2	1	2
kleptoparaziti - pyl	7	0	0

Příloha č. 7: Počet druhů a jejich způsob obživy.