

Středoškolská odborná činnost

Obor č. 8 – Ochrana a tvorba životního prostředí

Jak geodiversita ovlivňuje méně známé skupiny bezobratlých a ekosystémy pískoven



Jakub Vácha₁ a Šimon Zeman₂

Školy: ₁Gymnázium Soběslav, Dr. E Beneše 449/II, Soběslav, 392 11

₂Malostranské gymnázium, Josefská 7, Praha 1, 11800

Kraj: Jihočeský a Praha

Řípec a Praha 2019

Prohlášení

Prohlašujeme, že jsme svou práci SOČ vypracovali samostatně a použili jsme pouze podklady uvedené v seznamu vloženém v práci SOČ.

Prohlašujeme, že tištěná verze a elektronická verze soutěžní práce SOČ jsou shodné. Nemáme závažný důvod proti zpřístupnění této práce v souladu se zákonem č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) v platném znění.

V Plané n. L. dne 25. 3. 2019 podpisy:

Poděkování

Rádi bychom poděkovali Dušanu Čudanovi, Petru Dolejšovi, Radku Jahnovi, Lukáši Jánošíkovi, Lucii Juříčkové, Zdeňku Kletečkovi, Petru Kmentovi, Vojtěchu Kolářovi, Igoru Malenovskému, Michaelu Mikátovi, Jakubu Strakovi, Davidu Koprovi, Alexeyi Tishechkinovi a Robertu Tropkovi za determinace a jejich ověření, Lukáši Fiedlerovi, Petru Kmentovi, Vojtěchu Kolářovi, Denise Miklušicové a Petře Váchové za jazykové korektury anglických textů, Vojtěchu Brožovi, Davidu Bystroňovi, Ivanu Doležalovi, Zdeňku Galbovi, Jaromíru Hanušovi, Ondřeji Jarošovi, Vojtěchu Kolářovi, Denise Miklušicové, Petru Rajlichovi a Soně Veselé za poskytnuté fotografie, Petru Rajlichovi za korektury geologické brožury, Jiřímu Hadravovi za pomoc se statistikou, Petru Karlínovi (GeoTec) za přístup do geologické laboratoře a v neposlední řadě také Petru Henebergovi, Kateřině Kubíkové, Luborovi Laichmanovi, Haně Michalíkové, Mileně Peterové, Janu Pokornému, Lence Šebelíkové, Kristýně Šebkové, Malostranskému gymnáziu a Gymnáziu Soběslav.

Projekt by finančně podpořen Českomoravským štěrkem, a. s. (v rámci soutěže QuarryLife Award) a Gymnáziem Soběslav.

Abstrakt

V této studii jsme porovnávali biodiverzitu vybraných skupin bezobratlých na pěti lokalitách v pískovně nedaleko Plané nad Lužnicí (Česká republika, jižní Čechy). Lokality se lišily ve vlhkosti, zrnitosti a penetrabilitě půdy a také v míře pokryvnosti vegetace. S pomocí našich výsledků jsme se pokusili vysvětlit rozdíly ve druhovém složení společenstev na lokalitách. Stanovili jsme biologickou hodnotu každé lokality a doporučili vhodný management. V naší studii jsme se zaměřili především na pavouky (Aranea), plošnice (Heteroptera), brouky (Coleoptera), blanokřídlé (Hymenoptera) a křísy (Auchenorrhyncha). Ostatní skupiny živočichů a rostlin byly zaznamenávány v rámci celkového faunistického průzkumu pískovny. Tento odhalil celkem 271 druhů terestrických bezobratlých, 74 druhů vodních bezobratlých a 30 druhů obratlovců, z nichž 43 je uvedeno na Červených seznamech ČR. Výsledky našich analýz naznačují, že pro jednotlivé skupiny bezobratlých jsou nejdůležitější různé faktory – pro blanokřídlé hrají klíčovou roli charakteristiky půdy (zrnitost, penetrabilita), zatímco pro ostatní druhy bezobratlých hraje roli především vlhkost (pavouci) či vegetační pokryv (křísi). Největší ochranný potenciál mají podle nás suché lokality s jemným pískem, které poskytují náhradní biotopy pro druhy primárně vázané na písečné duny a jiné suché otevřené biotopy. Tyto biotopy již z naší krajiny téměř vymizely. Mezi další výstupy projektu patří především brožura „Geologie pískoven“, návrhy k rekultivaci pískovny Planá a návrh Edukačního biocentra pískovna Planá.

Postup práce a množství obrazových materiálů je umístěno na blogu psaném během výzkumu v rámci soutěže QuarryLife Award (<https://www.quarrylifeaward.cz/node/56986>).

Klíčová slova:

geodiversita, biodiversita, substrát, zrnitost, penetrabilita, pískovna, bezobratlí

Abstract

In this study, we compared biodiversity of several groups of arthropods on five sites within a sandpit near Planá nad Lužnicí (South Bohemia, the Czech Republic), each with different humidity, soil texture, penetrability and vegetation cover. With our results, we tried to explain differences in species composition by above mentioned factors. Later, we estimated biological value of each site and recommended suitable management. In our study, we focused on spiders, true bugs, beetles, planthoppers, leafhoppers and hymenopterans. Other groups of animals and plants were recorded to make species list, too. Detailed survey revealed in total 271 species of terrestrial Arthropods, 74 aquatic invertebrate species and 30 Vertebrates, of which 43 are listed in national Red-list. With results of our analysis, we argue that within different groups, different factors influence the species composition – in hymenopterans, soil characteristics (texture, penetrability) seem to be most important, while in other groups of arthropods, in most cases humidity and vegetation cover play a major role. According to our results, the biggest conservation potential provides dry sites with fine sand, which provide substitute habitats to species primarily associated with sand dunes or other warm, dry and open habitats which almost disappeared from the landscape. Brochure “Geology of Sandpits” for biologists and the project of Planá sandpit education biocenter were made and some restoration recommendations for the sandpit were proposed.

Many additional pictures and short reports about the research are available on our blog written in the course of the research under the Quarry Life Award competition (<https://www.quarrylifeaward.cz/node/56986>).

Keywords:

geodiversity, biodiversity, soil, grain size, penetrability, sandpit, invertebrates

Seznam použitých zkratek

ČR - Česká republika

EIA - Environmental impact assessment (Vyhodnocení vlivů na životní prostředí)

PCA - Principal component analysis (Analýza hlavních komponent)

Kategorie Červeného seznamu:

CR - Critically Endangered (kriticky ohrožený)

EN - Endangered (ohrožený)

VU - Vulnerable (zranitelný)

NT - Near Threatened (téměř ohrožený)

LC - Least Concern (málo dotčený)

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Teoretický úvod.....	8
2.1 Rekultivace pískoven.....	8
2.2 Základní informace o pískovně Planá.....	8
3 Metodika.....	9
3.1 Botanický průzkum.....	9
3.2 Sběr terestrických bezobratlých.....	9
3.3 Sběr vodních bezobratlých a průzkum fauny obojživelníků	10
3.4 Statistické metody.....	10
3.5 Geologická měření.....	10
4 Výsledky.....	11
4.1 Charakteristika výzkumných lokalit	11
4.2 Suchozemští bezobratlí	12
4.3 Biodiversita mokřadních biotopů.....	15
5 Diskuse	16
6 Závěr.....	19
Seznam použité literatury	20
Seznam příloh.....	23
Přílohy	24

1 Úvod

Pískovny jsou signifikantním krajinným fenoménem nejen v Jižních Čechách, ale po celém světě. Kromě retence vody, rekreace, těžby a dalších důležitých funkcí mohou sloužit jako náhradní biotopy pro druhy, které dříve žily na náplavech řek, písčných přesypech nebo jiných otevřených výslunných biotopech. Většina takových biotopů byla zničena, když začal člověk výrazně zasahovat do krajiny. Mnoho řek bylo napříměno a jejich aluvia zanikla. Na písčných přesypech byly vysázeny borovice nebo začaly samovolně zarůstat kvůli vysokému obsahu živin v půdě, způsobeným intenzifikací zemědělství. Počet vnitrozemních písčných dun důsledkem toho masivně klesl a druhy na ně vázané začaly rapidně vymírat. Mnoho z nich ale našlo své útočiště v podobných, člověkem vytvořených biotopech – pískovnách.

2 Teoretický úvod

2.1 Rekultivace pískoven

Existují tři hlavní způsoby, jak rekultivovat pískovnu. Pokud je těžba prováděna pod hladinou podzemní vody, nabízí se tzv. hydrická rekultivace. Při ní vzniká jezero, které bývá později užíváno k rekreaci (například rybaření). Technická rekultivace je bohužel využívána nejčastěji. Při tomto typu rekultivace vznikají monokultury borovice lesní (*Pinus sylvestris*) s malou biodiverzitou a dokonce i malým ekonomickým významem. Někdy jsou při technické rekultivaci dokonce užívány nepůvodní druhy stromů – například borovice černá (*Pinus nigra*), nebo dub červený (*Quercus rubra*) (Matoušková 2015). Ovšem ve světle nedávných událostí spojených s lýkožroutem smrkovým vidíme, že takové monokultury nemusí být vždy nejlepším řešením. Velkou nevýhodou této metody je také její vysoká cena. Rekultivace pomocí spontánní sukcese je nejméně užívaným způsobem rekultivace z výše uvedených. Vede k nejpestřejším, druhově bohatým a stabilním biotopům (Schmidtmayerová 2013). Tento typ obnovy umožňuje přírodě vytvořit ekosystémy, které by se v oblasti měly nacházet. Spontánní sukcese ve finále vede také k lesním stádiům (Řehounek et al. 2015), ale v tomto případě stabilním a druhově bohatým. Tento způsob rekultivace navíc rekultivace nestojí téměř nic. Pokud ovšem chceme v pískovnách zachovat raná sukcesní stadia a jejich specifickou faunu a flóru, je nezbytné sukcesí potlačit pomocí nejrůznějších disturbancí (Heneberg et al. 2016).

2.2 Základní informace o pískovně Planá

Štěrkopískovna Planá nad Lužnicí, těžená od roku 1997, se nachází v jižních Čechách v obci Strkov. Předmětem těžby jsou třetihorní náplavové terasy řeky Lužnice a místně také na nich zformované písčné přesypy. Ložisko je kryto tenkou (0,2 – 0,5 m) vrstvou glejů, pseudoglejů, hnědozemí a podzolů (Hanzlík 2007). Biologický průzkum prováděný před druhou etapou těžby v rámci procesu EIA odhalil v oblasti kryté především borovým lesem celkem 88 druhů rostlin, 26 druhů bezobratlých, 15 druhů ptáků a 2 druhy savců. Jeden z nalezených druhů, kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*), je zařazen v kategorii C4 českého Červeného seznamu (Kos 2011, Vorlová 2011).

3 Metodika

Výzkum ve štěrkopískovně probíhal od března 2018 do července 2018. Bylo vybráno pět geologicky odlišných lokalit (Obr. 15), na nich byly vytyčeny transekty o velikosti 10 X 10 m.

Lokalita 1 – velmi vlhký písek se štěrkovitou a jílovitou složkou, fluktuující penetrabilita, řídká vegetace

Lokalita 2 – písčité substrát, nízká vlhkost i penetrabilita, velice řídká vegetace

Lokalita 3 – hlinito-písčité substrát, převažuje hlinitá složka, hustější vegetace

Lokalita 4 – velice jemný písek, téměř bez vegetace

Lokalita 5 – suchý, hrubší písek, řídká vegetace

Oba dva typy vodních biotopů, které můžeme v pískovně nalézt, byly zkoumány z hlediska vodní fauny a později porovnány mezi sebou. Lokality w1 a w3 jsou písčité tůně s hloubkou do jednoho metru a nacházejí se na severním a jižním konci pískovny. Lokalita w2 je bahnitě litorální pásmo většího jezera.

3.1 Botanický průzkum

Během července 2018 bylo pořízeno celkem 15 fytoecologických snímků na ploše o velikosti 1 x 1 m (3 na každé lokalitě). Bylo zaznamenáno druhové složení cévnatých rostlin a jejich pokryvnost, pokryvnost mechorostů a velikost ploch holé půdy. Botanicky zajímavé druhy rostlin byly zaznamenávány i mimo vybrané lokality za účelem vytvoření seznamu druhů. Červený seznam cévnatých rostlin (Grulich et al. 2017) a mechorostů (Kučera et al. 2005) byl použit pro zařazení do odpovídající kategorie ohrožení.

3.2 Sběr terestrických bezobratlých

Bezobratlí byli sbíráni na každé lokalitě za použití standartních metod (smýkání, padací pasti a individuální sběr). V každém transektu byly umístěny dvě padací pasti vzdálené minimálně 6 m od sebe (za účelem zvětšení vzorkované oblasti). Pasti byly vyrobeny ze dvou jogurtových kelímků vložených do sebe. Vnitřní kelímek měl udělané otvory u vrcholu (odtok přebytečné vody), vnější kelímek ve dně (odtok vody z vnitřního kelímku). Pasti byly umístěny do země tak, jejich okraj byl přesně v úrovni okolního terénu a naplněny slanou vodou (konzervace vzorků) s detergentem (snížení povrchového napětí vody). Materiál z pastí byl vybírán každý měsíc, později třízen pod stereomikroskopem a následně uchován v etanolu. Smýkání vegetace bylo prováděno jednou měsíčně, byl dodržen standardizovaný počet smyků (100). Nasmýkaný materiál byl třízen exhaustorem a uchován v etanolu. Individuální sběry byly realizovány každý měsíc s použitím exhaustoru a entomologické pinzety vždy po dobu 20 minut na každé lokalitě. Létající hmyz byl odchyťován sítkou (především blanokřídlí a vážky) v rámci individuálního sběru. Materiál byl dále uchován v etanolu nebo etyl acetátu. Bezobratlí byli determinováni specialisty (střevlící – Igor Malenovský, blanokřídlí – Jakub Straka; část ploštic – Petr Kment), nebo Šimonem Zemanem a později byly sporné determinace ověřeny specialisty (pavouci, mnohonožky, sekáči, stejnonožci – Petr Dolejš; část ploštic – Petr Kment; křísi – Igor Malenovský). Následující literatura byla použita při determinaci: pavouci – Nentwig (2014) a Miller (1971); mnohonožky – Kocourek et al. (2017); stejnonožci – Frankenberger (1959); sekáči – Šilhavý (1971); ploštice – Péricart (1983, 1984, 1989a, 1989b, 1989c), Wagner (1996); rovnokřídlí – Kočárek et al. (2013); střechatky – Kratochvíl et al. (1959); křísi – Biedermann a Niedringhaus (2009), Kunz et al. (2011). Červené seznamy ohrožených druhů bezobratlých živočichů (Řezáč et al. 2015 (pavouci) a Hejda et al. 2017 (ostatní bezobratlí)) byly použity pro stanovení odpovídající kategorie ohrožení. V některých měsících chyběl materiál z padacích pastí (z důvodu vandalismu a zvěře pokoušející se pít slanou vodu), ale vždy byl přítomen materiál z minimálně jedné pasti. Na každé lokalitě (kromě č. 5) jsme ztratili jednu past v průběhu výzkumu. Jedna náhodně vybraná past z lokality č. 5 nebyla užita ve statistických výpočtech, takže odchyťová doba je u všech lokalit stejná.

3.3 Sběr vodních bezobratlých a průzkum fauny obojživelníků

Vodní bezobratlí (konkrétně vodní brouci a ploštice) a obojživelníci byli odchytáváni do živochytných vrší umístěných do litorálních zón vodních biotopů. Byly užity pasti dvou velikostí, 50 x 23 x 23 cm a 80 x 28 x 28 cm s 3,5cm a 2,5cm redukcemi ústí. Polystyrénový plovák byl použit k udržení pasti nad vodou, jako návnadu jsme použili kachní a kuřecí játra. Na lokalitách w1 a w3 byly umístovány tři pasti, na lokalitě č. w2 dvě (podle velikosti zkoumané oblasti). Kuchyňský cedník o průměru 30 cm byl použit k manuálnímu odchytu vodních bezobratlých. Ten byl realizován vždy po dobu 2 minut v okolí každé pasti. Pokud byly na lokalitě přítomné vážky, tak byly odchyceny sítkou. Obojživelníci byli, kromě vrší, odchytávání také manuálně sítkou, případně zaznamenáni na základě vokalizace nebo determinace snůšek a larev. Vodní měkkýši byli sbíráni manuálně. Všichni odchycení bezobratlí (kromě měkkýšů (určil Jakub Vácha) a dospělců vážek (určil Michael Mikát) byli konzervováni v etanolu k pozdější determinaci Vojtěchem Kolářem. Měkkýši byli determinováni s pomocí publikace Horsák et al. (2013) a určení byla ověřena Lucií Juříčkovou. Všichni odchycení obojživelníci byli po určení a dokumentaci šetrně vypuštěni zpět do přírody. Červené seznamy obratlovců (Chobot et al. 2017) a bezobratlých (Hejda et al. 2017) byly použity pro určení stupně ohrožení.

3.4 Statistické metody

Data byla zpracována s pomocí programu R (verze 3.5.1). PCA analýzy vybraných skupin byly provedeny za použití funkcí z knihovny „vegan“. Data byla transformována pomocí Hellingerovy transformace z důvodu velkých rozdílů mezi abundancemi jednotlivých druhů. K určení indexu diversity byl využit inverzní Simpsonův index, který určuje, jak diverzifikovaná je fauna daného stanoviště.

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S \frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)}}$$

Každá skupina (pavouci, blanokřídlí, ploštice, křísi, vodní bezobratlí a střevlíkovití brouci) byla zpracována samostatně. Finální grafy byly upraveny (pouze vybrané důležité druhy byly začleněny do analýz, protože jinak by byly zmatečné). Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména taxonu. Variační koeficient byl využit ke stanovení variability penetrability v rámci lokality. Proměnlivost půdní vlhkosti byla počítána v rámci lokality a v čase za použití následující metody: Pro poukázání na tendenci ke změnám v průběhu času byly použity absolutní hodnoty rozdílů mezi jednotlivými vzorky (odebrané v 1 den na 1 lokalitě), pro které byl spočítán variační koeficient; rozdíly v rámci lokalit (prostorové) byly kalkulovány jako variační koeficienty průměrných hodnot odebraných vzorků (1 den, 1 lokalita, 2 odběry).

3.5 Geologická měření

Geofyzikální veličiny jako je zrnitost, vlhkost a penetrabilita substrátu byly změřeny v každém transektu. Penetrabilita půdy byla měřena penetrometrem Humboldt Soil Penetrometer H-4200 a adaptérem (pokud bylo potřeba) každý měsíc od dubna do července. Měřeny byly čtyři náhodně vybrané body na každé lokalitě a později byly vypočítány průměrné hodnoty. Ke stanovení půdní vlhkosti byly odebrány dva směsné ~1,5kg vzorky substrátu na náhodných místech v rámci každé lokality ve stejném časovém rozmezí, jako byla měřena penetrabilita. Standartní gravimetrická metoda byla využita ke stanovení vlhkosti (Schmugge et al. 1980). Tato metoda využívá princip určení hmotnostního podílu vody v substrátu určeného jeho zvážením před a po vysušení. Odebrané vzorky půdy byly homogenizovány a redukovány na 1000 g, vzorky byly sušeny při ~105 °C, dokud nedošlo k ustálení jejich hmotnosti. Obsah vody byl vypočítán jako rozdíl váhy původního a vysušeného vzorku. Půdní zrnitost byla stanovena v laboratořích firmy GeoTec na certifikovaných sítích (frakce 32, 16, 8, 4, 2, 1, 0,5, 0,25 a 0,125 mm). Vysušené ~100g vzorky byly vytvořeny z původních ~1000g kvartační metodou.

4 Výsledky

4.1 Charakteristika výzkumných lokalit

Lokalita č. 1 – vlhký štěrkopískový břeh okolních tůní, je nejmladší z pohledu sukcese (5 let). Přítomnost jílových částic způsobuje vyšší hodnoty penetrability (průměrně $1,8 \text{ kg/cm}^2$). Obsah vody v půdě s průměrem 9,4 hm. % (Obr. 3) je nejvyšší mezi zkoumanými lokalitami. Substrát na lokalitě je heterogenní a proměnný obsah jílových částic způsobuje vysoký variační koeficient penetrability (0,9). Obsah vody je v čase poměrně stabilní. Zhruba polovina lokality je bez vegetace (pokryvnost tedy činí 50 %). Dominantními rostlinami jsou buďto graminoidy (sítiny, šáchor na vlhčích místech a třtina křovištní na sušších), nebo malé stromy (bříza, vrba, borovice). Na některých místech se vyskytují poměrně rozsáhlé porosty mechorostů. Fauna je složená především z vlhkomilných druhů a generalistů.

Lokalita č. 2 – nízký písečný val vedle cesty, je tvořena jemným pískem se signifikantním obsahem frakce 0,25 mm (64 hm. %) (Obr. 2). Větší zrna jsou velmi vzácná (1-4 mm), nebo chybí úplně. Půdní vlhkost (průměr 6,5 %) je variabilní v rámci lokality. Vrchní vrstva sedimentu (důležitá pro většinu druhů, např. pavouky) je o poznání sušší než průměrná půdní vlhkost. Vysoký variační koeficient (Obr. 4) jinak velmi nízké penetrability ($0,2 \text{ kg/cm}^2$) je způsobený pěšinou vedoucí přes lokalitu. Lokalita byla opuštěna před 8 lety. Přibližně 28 % této lokality je kryto vegetací. Nejabundantnějším druhem je třtina křovištní, ale turanka kanadská, některé ostřice a bělolist rolní se zde také vyskytují v hojném počtu. Na lokalitě se nevyskytuje mnoho bezobratlých, ale ti, kteří zde žijí, jsou většinou xerothermní specialisté.

Lokalita č. 3 je také typický štěrkopískový sediment (Obr. 2), ale s vyšším obsahem větších zrn (4-16 mm) (Obr. 2) a především živin. Lokalita je velmi suchá (3,4 % vody) a vlhkost silně fluktuuje v rámci lokality (Obr. 3). Hodnota penetrability je poměrně vysoká (průměr $1,5 \text{ kg/cm}^2$) (Obr. 4). Organické složky jsou v půdě přimíchány z důvodu technické rekultivace, která na lokalitě proběhla. Vegetace na této lokalitě je nejhustší ze všech zkoumaných (vegetační pokryv asi 88 %), nejabundantnějším druhem rostliny je zde třtina křovištní. Hojně je také zastoupen psineček obecný, bělolist rolní a bělolist nejmenší. Borovice lesní se vyskytuje v hojných počtech, jelikož je předmětem rekultivace, která zde proběhla před 12 lety. Na této lokalitě se vyskytuje mnoho ruderálních rostlin (mrkev obecná, vrbovka žláznatá, turanka kanadská). Fauna je druhově velmi bohatá, ale složená většinou z generalistů a v menších počtech xerothermofilních specialistů.

Lokalita č. 4, opuštěná sedimentační nádrž, představuje unikátní náhradu za písečné přesypy. Technicky třízený písek se skládá především z frakcí 0,25 mm (51 %), 0,125 mm (30 %) a menších. Penetrabilita je velmi nízká ($0,2 \text{ kg/cm}^2$) a její hodnoty jsou homogenní. Průměrná vlhkost je také nízká (3,6 %) a silně fluktuuje v čase. Odkaliště bylo opuštěno před 15 lety, což z něj dělá nejstarší z našich lokalit, i přesto však na této lokalitě není téměř žádná vegetace (pouze 20 %), což může být vysvětleno pomalejší rostlinnou sukcesí na jemném a suchém písku. Z rostlin se objevil pouze třtina křovištní, borovice lesní a mech. Stejně jako u lokality 2, i zde žije vysoké procento specialistů, především norujících blanokřídlých hnízdících v substrátu.

Lokalita č. 5 je navršená vyvýšenina různorodých písčitých půd s fluktuujícím obsahem organických sloučenin. Zrna jsou většinou písková s občasnými štěrkovými zrny (především frakce 16 mm), nejabundantnější jsou frakce 0,5 a 0,25 mm (dohromady 55 %). Tato lokalita tvoří přechod mezi lokalitami č. 2 a č. 3 z hlediska zrnitosti půdy (Obr. 2). Půdní vlhkost je poměrně nízká (průměr 4 %) a silně fluktuující v rámci lokality. Poslední signifikantní transport materiálu byl proveden před 14 lety. Vegetační pokryv tvoří asi 40 % a překvapivě byly nalezeny i vlhkomilné druhy rostlin (sítiny, bezkoleneček). Kromě nich se na lokalitě vyskytuje také třtina křovištní, psinečky, v nižší míře i kučinka červená, turanka kanadská a dvouzubec černoplodý. Fauna je složená především z druhů preferujících otevřená a teplá stanoviště s řídkou vegetací.

4.2 Suchozemští bezobratlí

Celkem bylo v písčově Planá nalezeno 271 druhů suchozemských bezobratlých (pavouci 73; blanokřídlí 60; křísi 22; ploštice 32; rovnokřídlí 4; stejnonožci 2; sekáči 1; mnohonožky 4; brouci 72; síťokřídlí 1), 24 z nich uvedených na Červeném seznamu ČR (pavouci 12 (10 LC, 2 VU); blanokřídlí 8 (6 NT, 1 VU, 1 EN); křísi 2 (2 NT); ploštice 1 (1 EN), brouci 1 (1 NT)). Z analýzy PCA můžeme vidět, že společenstva křísů, blanokřídlých, střevlíkovitých a pavouků vykazují jisté trendy (závislé na vlastnostech půdy, či pokrývnosti vegetace). PCA analýzy dalších skupin bezobratlých nenaznačují žádný signifikantní trend, ale stále si můžeme povšimnout, že lokality mají specifická druhová složení společenstev.

V případě blanokřídlých (Hymenoptera) (Obr. 9) by mohly být rozdíly způsobeny rozdílnou penetrabilitou a zrnitostí substrátu. Pokud se zaměříme na graf, tak si můžeme povšimnout, že osa PC1 více-méně koreluje s klesající penetrabilitou a velikostí zrn a také koreluje se zvyšujícím se výskytem specialistů. Lokality 1 a 3, kde je penetrabilita podobně vysoká, sdílejí mnoho druhů, zejména generalisty bez vazby na specifickou půdu, nebo preferující hnízdění v hrubším materiálu (např. *Lasioglossum calceatum*, *Lasioglossum minutissimum*, *Seladonia subaurata*, *Andrena flavipes*, další druhy rodu *Andrena*). Na lokalitě 1 byl objeven druh *Anthophora quadrimaculata* – ohrožený druh, který ovšem nemá specifické nároky na půdu. Na lokalitě 1 bylo zaregistrováno 14 druhů, Simpsonův Index je roven 9,47, zatímco na lokalitě 3 bylo objeveno 20 druhů a Simpsonův Index je velmi vysoký (12,45), z důvodu nízkých abundancí nalezených druhů. Na lokalitě 5, kde jsou hodnoty penetrability a zrnitosti okolo průměru, jsme našli převážně generalisty (*Lasioglossum minutissimum*, *Lasioglossum pauxillum*), kteří se objevili i na lokalitě č. 3. Druhy silně preferující nízkou penetrabilitu a písčitou půdu (ale nevyžadují ji nutně) se na této lokalitě objevili také (*Diodontus minutus*, *Smicromyrme rufipes*, *Lasioglossum lucidulum*). Celkem bylo na lokalitě 5 objeveno 16 druhů, Simpsonův Index je roven 10,57, což je pravděpodobně způsobeno také nízkými abundancemi druhů. Lokality 2 a 4 mají nejnižší penetrabilitu a velmi jemný písek. Na těchto lokalitách se objevilo mnoho specialistů na jemný písek (například *Cerceris arenaria*, *Oxybellus bipunctatus*, *Lindenius pygmaeus*, *Alysson spinosus*, *Pompilus cinereus*, *Episyron rufipes*, *Lasioglossum sexstrigatum*, *Andrena barbilabris*, *Hedychrum nobile*). Přestože na lokalitě 2 bylo nalezeno 18 druhů a 22 druhů na lokalitě 4, Simpsonovy Indexy jsou nejnižší ze studovaných lokalit (6,75 pro lokalitu 2 a 4,16 pro lokalitu 4). Takto nízké hodnoty jsou pravděpodobně způsobeny enormně vysokými abundancemi druhu *Lasioglossum sexstrigatum*, což je druh vyžadující velmi jemný písek. Na většině lokalit byli také spolu se svými hostitelskými druhy objeveni i jejich parazité a specializovaní predátoři (*Sphecodes albilabris* na lokalitách s *Colletes cunicularius*, *Sphecodes pellucidus* a *Nomada alboguttata* s *Andrena barbilabris*, *Methocha ichneumonoides* se svižníky, *Tachysphex obscuripennis* blízko okraje lesa s *Ectobius*, *Hedychrum nobile* s *Cerceris* a *Lasioglossum leucozonium*, *Sphecodes ephippius* s *Lasioglossum leucozonium* a *Lasioglossum pauxillum*). Čili na lokalitách s jemným pískem a nízkou penetrabilitou se vyskytuje velké množství specialistů (a jejich parazitů), zatímco na lokalitách s vyšší penetrabilitou a hrubší zrnitostí bylo objeveno více generalistů. Na lokalitách s jemným pískem bylo zaznamenáno vícero druhů z Červeného seznamu (Obr. 5) (4 NT a 1 VU na lokalitě 4; 3 NT na lokalitě 2; 2 NT a 1 EN na lokalitě 1, ostatní lokality bez nálezů).

Co se týče pavouků, vlhkost (osa PC1) a vegetační pokryv nejspíše hráli hlavní roli ve složení jejich společenstev (Obr. 7). Lokalita 1 je nejvlhčí studovanou a proto se zde objevují velmi specifické druhy více nebo méně vázané především na vlhké biotopy (*Pardosa amentata*, *Erigone atra*, *Erigone dentipalpis*, *Xysticus ulmi*, *Tetragnatha extensa*, *Tetragnatha pinicola*, *Pirata piraticus*, *Piratula latitans*), nebo dokonce specialisté objevující se striktně na otevřených vlhkých biotopech (ohrožená *Arctosa leopardus*). Také zde bylo nalezeno několik generalistů objevujících se i na lokalitách 3 a 5 (*Agyneta rupestris*, *Dictyna arundinacea*, *Pardosa prativaga*, *Agelena labyrinthica*, *Mangora acalypha*, *Xysticus kochi*). Simpsonův Index je 6,75. Lokalita 3 je velmi suchá, ale je zde mnoho vegetace poskytující stín pro bezobratlé obývající lokalitu. Proto se na lokalitě vyskytují neextremofilní druhy. Kromě druhů zmíněných výše se na lokalitě vyskytují generalisté a druhy vyžadující vegetaci (*Mermes trilobatus*,

Phylloneta sisypia, *Zora spinimana*, *Platnickina tinctoria*, *Araeoncus humilis*, *Pardosa lugubris*, *Pardosa palustris*, *Zelotes subteraneus*). Na druhou stranu jsme zde také našli několik xerothermofilních druhů (*Centromerus incilium*, *Heliophanus flavipes*, *Sibianor auROCinctus*, *Xerolycosa miniata*, *Xerolycosa nemoralis*, *Zodarion germanicum*, *Zelotes petrensis*). Simpsonův Index je 3,44, což je nejmenší hodnota mezi lokalitami. To je pravděpodobně způsobeno velkým množstvím jedinců druhu *Xerolycosa miniata* a také řadou druhů nalezených na lokalitě pouze jednou (které sem pravděpodobně zalétly). Lokalita 4 je na pavouky poměrně chudá a ti, kteří se zde vyskytují, jsou v nízkých abundancích. Lokalita je velmi suchá a téměř bez vegetace. Objevují se zde především xerothermofilní druhy (*Xerolycosa miniata*, *Zodarion germanicum*, *Talavera aperta*), generalisté (*Synageles venator*, *Tibellus oblongus*, *Xysticus kochi*), ale i několik druhů, které se na lokalitě vyskytly náhodou (*Pelecopsis paralella*, *Erigone atra*). Zajímavý je nález druhu *Singa nitidula*, preferujícího vlhké biotopy (objevil se zde pravděpodobně kvůli nedalekým mokřadům a vrbám). Simpsonův Index je roven 7,21, což může být porovnáváno např. s lokalitou 1, která má hodnotu podobnou. Lokality 2 a 5 sdílí podobné druhy (Obr. 7) a obě mají vysoký Simpsonův Index (lokalita 2 – 11,9 a lokalita 5 – 12,9). Obě jsou suché a vegetační pokryv není rozlehlý. Na obou lokalitách se vyskytují xerothermofilní specialisté (*Aelurillus v-insignitus*, *Steatoda albomaculata*, *Xerolycosa nemoralis*, *Xerolycosa miniata*). Na lokalitě 2 bylo objeveno více specialistů na písčité biotopy (*Zodarion germanicum*, *Zelotes petrensis*, *Attulus saltator*), zatímco na lokalitě 5 byly nalezeny druhy vyžadující teplá, mírně zastíněná stanoviště (*Xerolycosa nemoralis*, *Talavera aperta*) a také generalisté (*Agyneta rurestris*, *Dictyna arundinacea*, *Phylloneta sisypia*, *Pelecopsis paralella*). Celkově tedy můžeme říci, že většina xerothermofilních druhů se objevila na suchých teplých lokalitách se sporou vegetací (lokality 2, 5 a částečně 3), zatímco velmi málo druhů obývalo extrémní lokalitu 4. Lokalita 1 má svou specifickou faunu složenou převážně z generalistů nebo vlhkomilných druhů. Většina druhů z Červeného seznamu byla nalezena na neextrémních teplých a suchých lokalitách (1 VU a 4 LC na lokalitě 2, 3 LC na lokalitě 5, 1 VU a 2 LC na lokalitě 3, 3 LC na lokalitě 1 a 2 LC na lokalitě 4).

Pro křísy (Auchenorrhyncha) (Obr. 6) hraje roli procento vegetačního pokryvu lokality (s ubývající vegetací ubývá počet druhů). Kromě toho je distribuce druhů způsobena i přítomností hostitelských rostlin a rozdíly ve vlhkosti a osluněnosti lokality. Na lokalitě 2 a 4 byla z důvodu nízké pokryvnosti vegetace nalezena extrémně chudá fauna kříسů. Nalezené druhy se zde vyskytly spíše náhodou a převážně žijí v okolních biotopech (*Balclutha punctata*, *Errastunus ocellaris*, *Stenocranus major*, *Hardya tenuis* (která je termofilní, ale preferuje zastíněné biotopy, což není případ lokalit 2 a 4)). Na druhou stranu byl nalezen druh *Psammotettix poecilus*, který přímo vyžaduje řídký porost třtiny (*Calamagrostis*) a otevřená exponovaná stanoviště. Tento druh byl velmi abundantní na lokalitě 2 a byl také přítomen na lokalitě 4 (jediný specialista na tento typ biotopu). Simpsonův Index pro lokality 2 a 4 byl velmi nízký (1,23 – způsobené pravděpodobně nízkým počtem druhů a vysokou abundancí *Psammotettix poecilus*; 2,57 – způsobeno nízkým počtem druhů a nízkými abundancemi). Na lokalitě 1 byly nalezeny druhy preferující mírně vlhké biotopy (*Sagatus punctifrons*, *Cicadella viridis*, *Stenocranus major*, *Conomelus anceps*) a generalisté obývající nejrůznější biotopy (*Javesella pellucida*, *Macrosteles laevis*, *Laodelphax striatella*). Simpsonův Index je 4,36. Lokality 3 a 5 mají podobnou faunu, především z důvodu výskytu druhů preferujících suché lokality s řídkou vegetací (*Anaceratagallia ribauti*, *Psammotettix confinis*, *Macrosteles quadripunctulatus*). Také zde nalezneme generalisty (*Macrosteles laevis*, *Macrosteles sexnotatus*, *Euscelis incisus*). Simpsonův Index je 3,11 pro lokalitu 5 (pravděpodobně kvůli vysokému počtu nálezů *Macrosteles quadripunctulatus*) a 7,21 pro lokalitu 3. Byly nalezeny dva druhy z Červeného seznamu - *Sagatus punctifrons* na lokalitě 1 a *Psammotettix poecilus* na lokalitách 2, 4 a 5.

V případě ploštic (Heteroptera) nebyl pozorován žádný trend (Obr. 8), ale můžeme vidět, že lokality mají specifickou faunu. Druhové složení je pravděpodobně nejvíce ovlivněno vlhkostí, osluněností a vegetačním pokryvem spíše než zrnitostí a penetrabilitou půdy. Na lokalitě 4 byly objeveny druhy asociované se suchými teplými stanovišti (*Drymus sylvaticus*, *Acalypta marginata*), stejně jako generalisté preferující i jiné biotopy (*Stenotus binotatus*, *Stenodema calcarata*, *Rhyparochromus pini*). Simpsonův Index je roven 6. Na lokalitě 1 se vyskytují především vlhkomilné druhy (*Saldula saltatoria*, *Saldula pallipes*, *Saldula*

arenicola) a generalisté (*Trigonotylus caelestialium*, *Stenodema calcarata*, *Cymus clavicolus*, *Cymus melanocephalus*). Nejnižší Simpsonův Index mezi studovanými lokalitami (4,32) byl způsoben extrémními abundancemi druhů striktně vázaných na tuto lokalitu (druhy rodu *Saldula*). Lokalita 5 sdílí s lokalitou 1 druhy *Cymus melanocephalus* a *Cymus clavicolus*, preferující vlhké biotopy s hostitelskými sítinami (*Juncus*). Překvapivá přítomnost sítiny (*Juncus* spp.) je tedy důvodem pro výskyt těchto druhů i na suché lokalitě 5. Mezi další neobvyklé nálezy patří síťnatka *Acalypta carinata*, druh vlhkých lesů žijící v mechu a mrtvém dřevu. Ostatní druhy (*Chlamydatus pullus*, *Chlamydatus saltitans*, *Nysius ericae/thymi*, *Lopus decolor* (druh mírně zarostlejších stanovišť), *Nabis punctatus*) preferují spíše teplá osluněná stanoviště s řídkou vegetací, což odpovídá této lokalitě. Simpsonův Index je 5,74. Na lokalitě č. 2 se objevili převážně generalisté (*Aelia acuminata*, *Lygus rugulipennis*, *Plagiognathus arbustorum*), ale i teplomilné druhy (*Lopus decolor*, *Nysius senecionis*). Simpsonův Index je 7,36, což je poměrně vysoká hodnota, ale je pravděpodobně způsobená nízkými abundancemi všech druhů. Lokalita 3 sdílí druhy s lokalitami 2 a 5, jedná se především o xerotermofilní druhy (*Lopus decolor*, *Nysius ericae/thymi*, *Nysius senecionis*, *Chlamydatus pullus*) a generalisty (*Stenodema calcarata*, *Lygus rugulipennis*, *Trigonotylus caelestialium*, *Plagiognathus arbustorum*). Simpsonův Index je 8,71, což je ze studovaných lokalit nejvyšší hodnota. Byl nalezen pouze jeden druh z Červeného seznamu – *Acalypta carinata*, EN, na lokalitě č. 5.

V případě brouků byla PCA analýza a Simpsonův Index počítány pouze pro střevlíkovité (Carabidae) (Obr. 10), z důvodu nízkých abundancí a druhové diversity ostatních brouků. Nebyl sledován žádný trend, ale můžeme si také povšimnout specifických druhových skladeb jednotlivých lokalit. Tyto rozdíly jsou způsobeny především vlhkostí a vegetačním pokryvem. Na druhou stranu bylo zaznamenáno i několik specialistů vázaných na písčité půdy (*Harpalus flavescens*, *Cylindera arenaria*). Také si můžeme povšimnout, že s klesajícím procentem vegetace klesá i počet druhů. Na lokalitě 1 jsme našli více druhů preferujících otevřená vlhká (nebo pouze vlhká) stanoviště (*Agonum sexpunctatum*, *Ocydromus femoratus*, *Bembidion quadrimaculatus*, *Chlaenius vestitus*, *Oodes helopioides*, *Elaphrus riparius*). Kromě těchto druhů se zde objevili i specialisté říčních písčitých břehů (*Omophron limbatum*, *Elaphropus diabrachys*). Simpsonův Index je 5,18, což je jeden z nejvyšších a indikuje stabilní, poměrně druhově bohatou faunu. Na lokalitě č. 3 byl nalezen druhý nejvyšší počet druhů, ale opět se jednalo především o eurytopní generalisty (například *Nebria brevicollis*, *Anisodactylus binotatus*, *Pseudoophonus rufipes*, *Harpalus affinis*, *Metallina lampros*, druhy rodu *Amara*). Simpsonův Index byl podobný lokalitě 1, ale o trochu vyšší (5,96). Na lokalitě 5 byly nalezeny podobné druhy, většinou druhy tolerující suché půdy podobné těm polním (*Pseudoophonus rufipes*, *Metallina lampros*, *Harpalus affinis*). Nalezen byl také jeden psamofilní specialista, *Harpalus flavescens*. Simpsonův Index byl mírně nižší (4,17), což bylo způsobeno nižším počtem druhů. Na lokalitě 2 byli nalezeni také někteří generalisté, ale v nízkých abundancích (např. *Nebria brevicollis*). Na druhou stranu psamofilní druhy byly přítomny v mírně zvýšených abundancích oproti lokalitě 5 (*Cicindela hybrida*, *Harpalus flavescens*). Na lokalitě č. 4 se vyskytovali téměř výlučně a většinou ve velmi vysokých abundancích specialisté písků (*Cicindela hybrida*, *Cylindera arenaria*, *Harpalus flavescens*), a také druhy obývající stepní biotopy (*Dolichosoma lineare*). *Cylindera arenaria* je velmi zajímavý a vzácný druh svižníka primárně obývající písčité říční břehy, které z přírody vymizely a jejich náhradními biotopy se staly právě pískovny. Obě lokality (2 a 4) mají nízký Simpsonův Index (1,96 pro lokalitu 4 a 3,52 pro lokalitu 2), což je pravděpodobně způsobeno nízkým počtem druhů (jejichž většinu ale tvoří striktní specialisté).

Z řádu rovnokřídlých (Orthoptera) bylo nalezeno pět druhů. Překvapivě pro nás, měly lokality specifickou faunu. *Tetrix undulata* a *Tetrix subulata*, vlhkomilné druhy, byly objeveny v hojných počtech na lokalitě 1 (jeden nález *T. undulata* i z lokality 5). *Tetrix tenuicornis* je tolerantnější pro suché biotopy a proto byla nalezena kromě lokality 1 i na lokalitách 3 a 4. *Chorthippus mollis*, druh teplých řídkce zarostlých biotopů, se objevil na lokalitách 3 a 5.

Ostatní nalezené skupiny bezobratlých jsme se rozhodli nezpracovávat statisticky z důvodu nedostatku dat. Na druhou stranu bylo nalezeno několik druhů, které stojí za pozornost. Svinka *Armadillidium vulgare*, preferující suchá osluněná místa byl nalezen na lokalitě 4 (nároky korespondují s charakteristikou lokality).

Polydesmus inconstans, pionýrský druh mnohonožky (Milipede), byl nalezen na lokalitách 3 a 4. Zajímavý je také nález *Leptoiulus proximus*, vlhkomilného druhu mnohonožky, na nejsušší ze zkoumaných lokalit. Pravděpodobně se na lokalitu dostala z nedalekého lesa, případně z pobřežní vegetace.

Následující literatura byla použita pro získání informací o ekologii zmíněných druhů: Macek et al. (2017), Buchar et al. (2002), Nickel et al. (2003), Wachmann et al. (2004, 2006, 2007, 2008), Kočárek et al. (2013), Kocourek et al. (2017), Frankenberger (1959), Šilhavý (1971), Hůrka (2005), Tropek et al. (2011).

4.3 Biodiversita mokřadních biotopů

Celkem bylo zaznamenáno na lokalitách w1-w3 56 druhů vodních bezobratlých (vážky 10, brouci 21 (1 NT), jepice 2, střechatky 1, chrostíci 1, dvoukřídlí 4, ploštice 12 (1 VU), plži 3, mlži 2). Obratlovci byli reprezentováni 3 druhy obojživelníků (žáby (1 VU, 1 NT) a ocasatí (1 VU)) a jedním druhem plazů (ještěrky (1 NT)) v porovnání s jediným druhem obývajícím lokalitu w2 (skokan zelený - *Pelophylax esculentus*). Všechny z pozorovaných druhů obojživelníků se prokazatelně na lokalitách w1 a w3 rozmnožují.

Na mokřadních lokalitách w1-w3 bylo nalezeno také několik druhů ptáků (Aves), včetně 5 druhů z Červeného seznamu (1 NT, 3 VU, 1 EN). Zajímavé byly nálezy dvou norujících druhů, břehule říční (*Riparia riparia*) a ledňáčka říčního (*Alcedo atthis*). Kromě norujících druhů byly nalezeni dva vzácní ptáci vázaní na říční náplavy (pisík obecný - *Actitis hypoleucos* (EN) a kulík říční - *Charadrius dubius* (VU).

PCA analýza druhového složení společenstva vodních brouků (Coleoptera) a ploštic (Heteroptera) vyčleňuje tři majoritně zastoupené skupiny druhů. Jedná se o skupinu generalistů reprezentovanou např. plošticí *Notonecta glauca*, velmi početnou skupinu druhů specifických buďto pro lokalitu w1 nebo pro lokalitu w3 (pravděpodobně zachyceny pouze na jedné z nich kvůli nízkým abundancím) a skupinu sdílenou lokalitami w1 a w3 vázanou na biotopy s čistší vodou. Specialisté pro lokalitu w2 (bahnité jezero) jsou velmi nenároční generalisté obývající i rybníky, většina z nich se pravděpodobně vyskytuje i na ostatních lokalitách a pouze nebyli podchyceni.

5 Diskuse

Všech pět lokalit mělo ve většině případů svou specifickou faunu vybraných skupin bezobratlých. Ve většině případů bylo druhové složení ovlivněno především vlhkostí a vegetačním krytem, ale byla nalezena i společenstva závislá na jiných faktorech.

Jako nejpodstatnější faktory ovlivňující výskyt blanokřídlých se jeví zrnitost a penetrabilita půdy (Obr. 5, 9) – mnoho blanokřídlých noruje a tím si vytváří vlastní hnízdiště. Zdá se, že preferují různé půdní charakteristiky (Srba a Heneberg 2012). Na lokalitách 2 a 4, které mají podobnou zrnitost i penetrabilitu (Obr. 2) byli nalezeni ve velkých počtech specialisté písečných přesypů. To je způsobeno podobností obou lokalit a písečných dun – nízká penetrabilita, jemný a suchý písek, málo vegetace. Na lokalitě 4, která je sušší a je pokrytá nejjemnějším pískem, bylo objeveno dokonce více striktních specialistů písečných přesypů (*Alyson spinosus*, *Andrena barbilabris*, *Oxybelus bipunctatus*, velmi hojně *Lasioglossum sexstrigatum* a *Smicromyrme rufipes*), než na lokalitě 2. Lokality 1 a 3 skýtaly útočiště pro menší množství druhů. Blanokřídlí těchto stanovišť byli především generalisté (např. *Lasioglossum calceatum*). To je pravděpodobně být způsobeno především vyšší penetrabilitou a hrubší zrnitostí. Lokalita 5 stojí někde uprostřed mezi ostatními lokalitami a to jak z pohledu geologického, tak z hlediska biodiversity. Hostí i specialisty (ne mnoho), i generalisty. Na základě výše uvedených faktů se domníváme, že lokality 4 a 2 (speciálně č. 4) mají nejvyšší ochranný potenciál pro ohrožené a chráněné druhy. Obě jsou obývány mnoha druhy specialistů a někteří z nich figurují i na Červeném seznamu ČR. Tito specialisté na lokalitách podobných jako 4 a 2 nacházejí náhradní útočiště, jelikož dříve obývali dnes již vymizelé písečné přesypy.

Rozdíly mezi společenstvy ostatních druhů bezobratlých byly většinou způsobeny různou vlhkostí a vegetačním pokryvem vybraných lokalit. Lokalita 1 měla napříč většinou zkoumaných skupin bezobratlých specifické druhové složení z důvodu její velmi vysoké vlhkosti (Obr. 3) v porovnání s ostatními lokalitami. Na této lokalitě se objevovali kromě generalistů především vlhkomilné druhy (některé z nich z Červeného seznamu). Druhy z Červeného seznamu nalezené na této lokalitě většinou vyžadují otevřené vlhké biotopy, které nejsou pouze specialitou pískoven a můžou se formovat na mnoha typech substrátu (to ovšem neznamená, že jsou z hlediska ochrany přírody bezcenné). Lokalita č. 3 byla extrémně druhově bohatá (Obr. 5), ale obývaná především generalisty. Vyskytuje se zde nejméně druhů z Červeného seznamu. Mezi ty nejdůležitější, které se zde i přesto vyskytly, patří např. *Centromerus incilium*, ale nesmíme opomenout zmínit, že se jedná o druh cestující na dlouhé vzdálenosti větrem a nález jediného jedince může znamenat, že exemplář byl pouze zalétlý. Až tato lokalita zaroste borovicemi, tak bohužel vymizí i tyto generalisté. Lokalita 5 opět představuje jakýsi střed mezi studovanými lokalitami (co se týče druhové skladby). Hostí jak generalisty, tak i druhy specializované na teplé otevřené biotopy. Stejně jako lokalita 1, tento typ biotopu nemusí nutně vznikat pouze na písku, takže její ochranný potenciál není tak vysoký jako u lokalit s jemným pískem (2 a 4). Pomineme-li blanokřídlé, byla lokalita 4 druhově nejchudší z důvodu jejích extrémních podmínek a absence vegetace. Mezi několika málo druhy, které zde žijí, jsou buďto generalisté (málo abundantní), nebo silně stenotopní specialisté (např. *Cylindera arenaria*, *Harpalus flavescens*). Lokalita 2 vychází jako nejvýznamnější typ biotopu pro neblanokřídlý hmyz. Nebylo zde nalezeno mnoho druhů, ale ty které nalezeny byly, jsou většinou vázané na teplé, suché a otevřené habitaty s velmi řídkou vegetací a objevují se většinou na písčítých půdách. Na této lokalitě bylo nalezeno největší množství druhů z Červeného seznamu (9). Tato lokalita se zdá být „méně extrémnější“ alternativou lokality 4 – není tak suchá a vyskytuje se zde více vegetace a překážek poskytujících stín.

Z výše uvedených dat a závěrů vyplývá, že lokalita 4 (kvůli blanokřídlým) a 2 (kvůli ostatním bezobratlým) jsou nejcennějšími místy pískovny z hlediska ochrany přírody. Tyto lokality, a lokality jim podobné, by neměly být lesnický rekvitovány, naopak by měly být ponechány spontánní sukcesi a občasné disturbovány, aby na nich bylo možné zachovat cenná společenstva bezobratlých. Lokalita 3 (raná fáze borové rekvitace) se zdá být už nyní chudá na vzácné a specializované druhy (borové rekvitace pískoven jsou obecně druhově chudé – např. Řehounek et al. 2015, Šebelíková et al. 2015). Přestože se zde vyskytlo největší množství druhů na lokalitu, musíme konstatovat, že se jedná v drtivé

většině případů o generalisty vyskytující se i v okolní kulturní krajině. Na této lokalitě byly celkem nalezeny pouze 3 druhy z Červeného seznamu, což je třikrát méně, než na lokalitě 2. Tato lokalita v brzké době zaroste borovicemi a dokonce i generalisté z ní téměř úplně vymizí. Z toho důvodu konstatujeme, že tato lokalita má nejnižší potenciál pro ochranu přírody.

Při srovnání naší studie s komplexnější studií zaměřenému na blanokřídlé pískoven (Heneberg et al. 2012) jsme si povšimli několika odlišností. Druhy *Bembecinus tridens* a *Trypoxylon minus*, které byly hojně v pískovněch zařazených ve studii, se vůbec nevyskytly v pískovně Planá. Druh *Lasioglossum sexstrigatum*, vysoce abundantní v naší studii, nedosahoval obdobné hojnosti v žádné z pískoven uvedených v porovnávaném článku. To může být způsobeno přítomností lokalit s velmi jemným pískem v pískovně Planá, se kterými je tento druh asociován. Domníváme se, že absence výše zmíněných blanokřídlých na pískovně v Plané může být způsobena nedostatečným počtem zkoumaných ploch (pouze jedna pískovna). Stejně jako v porovnávané studii jsme pozorovali veliké množství specialistů písčín (viz. výše), které najdeme výlučně na lokalitách se suchým jemným pískem, nízkou penetrabilitou a řídkou vegetací.

Pokud porovnáme náš výzkum s výzkumem pavouků obývajících pískovny (Heneberg et al. 2014), dosáhli jsme velmi podobných výsledků. Počet nalezených druhů byl nižší, protože náš výzkum byl prováděn pouze na jedné pískovně, zatímco zmiňovaná studie začlenila pískoven více a byla prováděna po delší dobu. Stejně jako v porovnávané studii jsme na lokalitách s řídkou vegetací našli pouze několik málo druhů. Lokality s nejvyšším počtem druhů z Červeného seznamu byly 6-15 let staré a se sporým vegetačním pokryvem, což koresponduje se zmíněným článkem. Druhové složení lokality 3 (např. *Zora spinimana*, *Zelotes subterraneus*, *Drassyllus pusillus*, *Trochosa ruricola*, *Pachygnatha degeeri*) nápadně koresponduje druhovému složení přírodně rekultivovaných ploch zkoumaných v porovnávané studii.

Řehouňková et al. (2012) zkoumala biodiverzitu nedaleké pískovny Cep II, která nám poskytuje dobré porovnání s našimi výsledky. Na pískovně Cep II bylo nalezeno 81 druhů pavouků, což je o něco více než v Plané. Druhové složení je podobné, ale Cep II poskytuje útočiště širší řadě specializovaných vlhkomilných druhů, které se v Plané neobjevily (*Arctosa cinerea*, *Clubiona juvenis*). Na druhou stranu Planá hostí bohatší faunu xerotermofilních specialistů, které v pískovně Cep II nenacházíme (*Steatoda albomaculata*, *Clubiona subtilis*, *Centromerus incilium*). Podobně je tomu u brouků – některé xerotermofilní a psamofilní druhy nebyly nalezeny v pískovně Cep II, ale v Plané se objevily (*Cylindera arenaria*, *Harpalus flavescens*). V pískovně Cep II bylo nalezeno 73 druhů blanokřídlých, zatímco v pískovně Planá jsme zaznamenali 59 druhů. Domníváme se, že fauna blanokřídlých je v pískovně Planá bohatší, ale nebyla dostatečně prozkoumána během našeho projektu. Z toho důvodu by další výzkum specializovaný na blanokřídlé mohl velmi pravděpodobně odhalit další druhy. Na Cepu II bylo nalezeno více druhů asociovaných s jemnými písky, ale druhová kompozice společenstev písčinych přesypů byla poměrně podobná (např. *Pompilus cinereus*, *Oxybelus bipunctatus*, *Alysson spinosus*, *Cerceris arenaria*). Avšak některé velmi abundantní druhy na pískovně Cep II chyběly (*Miscophus ater*, *Lindenius pygmaeus*, *Methocha ichneumonoides*). Stejně jako v případě pavouků se zdá, že pískovna Planá (na rozdíl od Cepu II) poskytuje habitat xerotermofilnějším druhům a specialistům písčinych přesypů. Opuštěná sedimentační nádrž (lokalita 4) hostí unikátní společenstva blanokřídlých asociovaných s přesypy, zatímco méně sušší lokalita 2 nabízí více vegetace a tím pádem útočiště xerotermofilním pavoukům a dalším skupinám bezobratlých.

V případě bezobratlých vodních biotopů se zdají být mělké písčité tůně (w1 a w3) s vegetací mnohem cennější než hlavní jezero (w2) s bahnitým dnem. Na lokalitách w1 a w3 se vyskytovaly ve vysokých počtech druhy specializované na takovéto biotopy (Obr. 11), zatímco jediní dva specialisté na lokalitě w2 jsou typické rybníční druhy. Lokalita w2 hostila méně než polovinu druhů oproti lokalitám w1 a w3. Oba druhy z Červeného seznamu (*Laccobius gracilis*, NT a *Notonecta lutea*, VU) byly nalezeny v písčité tůni. Všechny druhy obojživelníků a plazů zcela jasně preferovaly lokality w1 a w3 a prokazatelně se zde rozmnožovaly.

Na lokalitě w2 se vyskytl jediný druh obojživelníka. Raná sukcesní stádia formovaná na oligotrofních půdách se zdají být klíčovým faktorem pro ochranu vzácných druhů (Řehounek et al. 2015). Do budoucna

by mohlo být zajímavé porovnání vodních biotopů s jemnozrnným a hrubozrnným pískem.

Mimo jiné jsme v písčitém prostředí našli několik druhů ptáků vázaných na písčité biotopy. Břehule říční (*Riparia riparia*) a ledňáček říční (*Alcedo atthis*) jsou druhy norující v písčných stěnách. Podle Heneberga (2009), závisí délka tunelů a jejich šířka na penetraibilitě a zrnitosti substrátu. To koresponduje s našimi pozorováními (hrubší substrát - menší ústí tunelu, jemný substrát - široká ústí). Mezi další druhy vázané na písčité břehy patří kulík říční (*Charadrius dubius*), který klade maskovaná vajíčka do štěrku, a proto mu vyhovují hrubší substráty.

6 Závěr

Během našeho výzkumu na písčinně Planá nad Lužnicí bylo nalezeno 345 druhů bezobratlých (26 z nich uvedených v Červeném seznamu), 30 druhů obratlovců (17 v Červeném seznamu), 46 druhů cévnatých rostlin (2 v Červeném seznamu) a 3 druhy mechorostů. Pískovna Planá má tedy značný biologický význam a poskytuje útočiště mnoha druhům ohrožených a biotopově specializovaných živočichů. Písčité oblasti (lokality 2 a 4) s roztroušenou vegetací (~ 70-80 % obnaženého substrátu), nízkou vlhkostí (~ 4 hm. %) a jemným pískem (> 0,25 mm 80 hm. % a více) s nízkou penetrabilitou (~ 0,2 kg/cm²) jsou nejcennějšími biotopy v celé písčinně a poskytují útočiště mnoha specializovaným druhům (např. silně stenotopnímu a vzácnému svižníkovi *Cylindera arenaria*), které osidlují buďto písečné přesypy, nebo stepní biotopy. Naopak rekultivovaná plocha (lokality 3) (i přes velmi rané stádium sukcese) s vysázenými borovicemi je osídlena převážně generalisty a běžnými druhy, které najdeme všude okolo v kulturní krajině. Tato lokalita v budoucnu zaroste borovicemi a její biodiverzita prakticky úplně vymizí. Proto je její ochranný potenciál velmi nízký. Pro blanokřídlé (Hymenoptera) hraje klíčovou roli zrnitost a penetrabilita substrátu, zatímco pro ostatní druhy bezobratlých je klíčová vlhkost půdy a vegetační pokryv lokality.

V případě vodních biotopů se ochránářsky cennější jeví mělké písečné tůně. Bahňité jezero hostilo přibližně třetinu druhů oproti písčitém tůňm a téměř žádní specialisté na tento typ biotopu se v něm nevyskytly. Oproti tomu obě lokality s tůňm hostily asi 30 % specialistů.

Postup práce a množství obrazových materiálů je možné nalézt na blogu psaném během výzkumu v rámci soutěže QuarryLife Award (<https://www.quarrylifeaward.cz/node/56986>).

Seznam použité literatury

- Biedermann, R. a Niedringhaus, R. (2009): The plant- and leafhoppers of Germany – Identification key to all species. Wiss. Akad. Buchv.-Fr., Scheessel.
- Buchar, J. a Růžička, V. (2002): Catalogue of spiders of the Czech Republic. Peres Publishers, Praha.
- Frankenberger, Z. (1959): Fauna ČSR, Svazek 14, Stejnonožci Suchozemští – Oniscoidea. ČS akademie věd, Praha.
- GET, s. r. o. (2015): Sanace a rekultivace pískovny Planá nad Lužnicí. MSC. depon. in GET, s. r. o., Praha.
- Grulich, V. and Chobot, K. [eds] (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Cévnaté rostliny. *Příroda*, 35.
- Hanzlík, P. (2007): Průzkum štěrkopísků východně od DP Planá nad Lužnicí. MSC. depon. in GET, s. r. o., Praha.
- Hejda, R., Farkač, J. a Chobot, K. [eds] (2017): Červený seznam ohrožených druhů České republiky: Bezobratlí. *Příroda*, 36.
- Heneberg, P. (2009): Soil penetrability as a key factor affecting the nesting of burrowing birds. *Ecol. Res.*, 24.
- Heneberg, P. a Řezáč, M. (2014): Dry sandpits and gravel-sandpits serve as key refuges for endangered epigeic spiders (Araneae) and harvestmen (Opiliones) of Central European steppes aeolian sands. *Ecol. Eng.*, 73.
- Heneberg, P., Bogusch, P. a Řehounek, J. (2012): Sandpits provide critical refuge for bees and wasps (Hymenoptera: Apocrita). *Jour. Ins. Cons.*
- Heneberg, P., Bogusch, P. a Řezáč, M. (2016): Off-road motorcycle circuits support long-term persistence of bees and wasps (Hymenoptera: Aculeata) of open landscape at newly formed refugia within otherwise afforested temperate landscape. *Ecol. Eng.* 93, 187 – 198.
- Horsák, M., Juříčková, L. a Picka, J. (2013): Molluscs of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín.
- Hůrka, K. (2005): Brouci České a Slovenské republiky. Kabourek, Zlín.
- Kočárek, P., Holuša, J., Vlk, R. a Marhoul, P. (2013): Rovnokřídlí České republiky (Insecta: Orthoptera). Academia, Praha.
- Kos, V. (2011): Zoologický průzkum „Rozšíření pískovny Planá nad Lužnicí“. MSC. depon. in GET, s. r. o., Praha.
- Koucurek, P., Tajovský, K. a Dolejš, P. (2017): Mnohonožky České republiky – Příručka pro určování našich druhů. Základní organizace ČSOP.
- Kratochvíl, J., Balát, F., Bartoš, E., Dlabola, J., Dobroruka, J., Dobšík, B., Folkmannová, B., Hoberlandt, L., Krkavec, F., Landa, V., Lang, J., Nosek, J., Obr, S., Patočka, J., Pintera, A., Raušer, J., Rosický, B., Šmelhaus, J., Teyrovský, V., Vondráček, K. a Zahradník, J. (1959): Klíč zvířeny ČSR díl III. Vzdušnicovci, drobnušky, mnohonožky, stonožky, hmyzenka, chvostoskok, vidličnatky, šupinušky, jepice, pošvatky, vážky, rovnokřídlí, kudlanky, švábi, škvoři, pisivky, všenky, vši, ploštice, stejnokřídlí, střechatky, dlouhošijky, síťokřídlí, srpice, chrostíci, blehy a motýli. ČS akademie věd, Praha.
- Kučera, J. a Váňa, J. (2005): Seznam a červený seznam mechorostů České republiky (2005). *Příroda*, 23.
- Kunz, G., Nickel, H. a Niederringhaus, R. (2011): Photographic atlas of the planthoppers and leafhoppers of Germany. WABV Frund, Scheessel.
- Macek, J., Straka, J., Bogusch, P., Dvořák, L., Bezděčka, P. and Tyrner, P. (2010): Blanokřídlí ČR I. – žahadloví. Academia, Praha

- Maštera, J. (2012): Terestrické biotopy obojživelníků – ochrana a péče. *MS depon.* in AOPK.
- Matoušková, J. (2015): Rekultivace území zasažených těžbou a jejich možné začlenění do projektu KPÚ. Masters thesis. *MSC.* depon. in JU, České Budějovice.
- Miller, F. (1971): Pavouci-Araneida. Klíč zvířeny ČSSR 4, 51 – 306.
- Nentwig, W., Blick, T., Gloor, D., Hanggi, A. a Kropf, C. (2014): Spiders of Europe. www.araneae.unibe.ch. (Version 09.2018).
- Nickel, H. a Hildebrandt, J. (2003): Auchenorrhyncha communities as indicators of disturbances in grasslands (Insecta, Hemiptera) – a case study from the Elbe flood plains (nothern Germany). *Agri. Ecol. Env.*, 98.
- Péricart, J. (1983): Hémiptères Tingidac Euro-Méditerranées. *Faune de France*, 69.
- Péricart, J. (1984): Hémiptères Berytidae Euro-Méditerranées. *Faune de France*, 70.
- Péricart, J. (1989a): Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranées, vol. 1. *Faune de France*, 84a.
- Péricart, J. (1989b): Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranées, vol. 1. *Faune de France*, 84b.
- Péricart, J. (1989c): Hémiptères Lygaeidae Euro-Méditerranées, vol. 1. *Faune de France*, 84c.
- R Core Team (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Tropek, R. a Prach, K. [eds] (2015): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.
- Řehouňková, K., Bogusch, P., Boukal, D., Čížek, L., Grycz F., Hesoun, P., Lencová, K., Lepšová, A., Řehounek, J., Marhoul, P., Schmidtmayerová, L. a Tropek, R. (2012): Sand pit for Biodiversity at Cep II quarry. QLA project.
- Řezáč, M., Kůrka, A., Růžička, V. a Heneberg, P. (2015): Red List of Czech spiders: 3rd edition, adjusted according to evidence-based national conservation priorities. *Biologia* 70.
- Schmidtmayerová, L. (2013): Spontánní sukcese vs. technická rekultivace na třeboňských pískovných. Master thesis. *MSC.* depon. in JU, České Budějovice.
- Schmugge, T., Jackson, T. a McKim, H. (1980): Survey of Methods for Soil Moisture Determination. *Water Res. Res.*
- Srba, M. a Heneberg, P. (2012): Nesting habitat segregation between closely related terricolous sphecid species (Hymenoptera:Spheciformes): key role of soil physical characteristics. *Journal of Ins. and Cons.*, 16, 4.
- Šebelíková, L., Řehouňková, K. a Prach, K. (2015): Near-natural restoration vs. forestry reclamation in post-mining sand pits. *Envir. Sci. Pollut. Res.*
- Šilhavý, V. (1971): Řád Sekáči – Opilioneida. Klíč zvířeny ČSSR 4. ČS akademie věd, Praha.
- Tropek, R. a Řehounek, J. (2011): Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management. Calla, České Budějovice.
- Vácha, J. (2017): Batrachologický inventarizační průzkum CHLÚ Dráčov a návrh průběžné rekultivace oblasti, včetně transferů během těžby. *MS SOČ*.
- Vorlová, B. (2011): Botanický průzkum „Rozšíření pískovny Planá nad Lužnicí“. *MSC.* depon. in GET, s. r. o., Praha.
- Wagner, E. (1966): Wanzen oder Heteropteren I. Pentatomorpha. G. F. Verlag, Jena.
- Wachmann, E., Melber, A. a Deckert, J. (2004): Microphysidae (lichen bugs), Miridae (mirid bugs).

Revision of bugs from Germany, Austria and German-speaking Switzerland.

Wachmann, E., Melber, A. a Deckert, J. (2006): Die Tierwelt Deutschlands 77. Goecke and Evers Keltern.

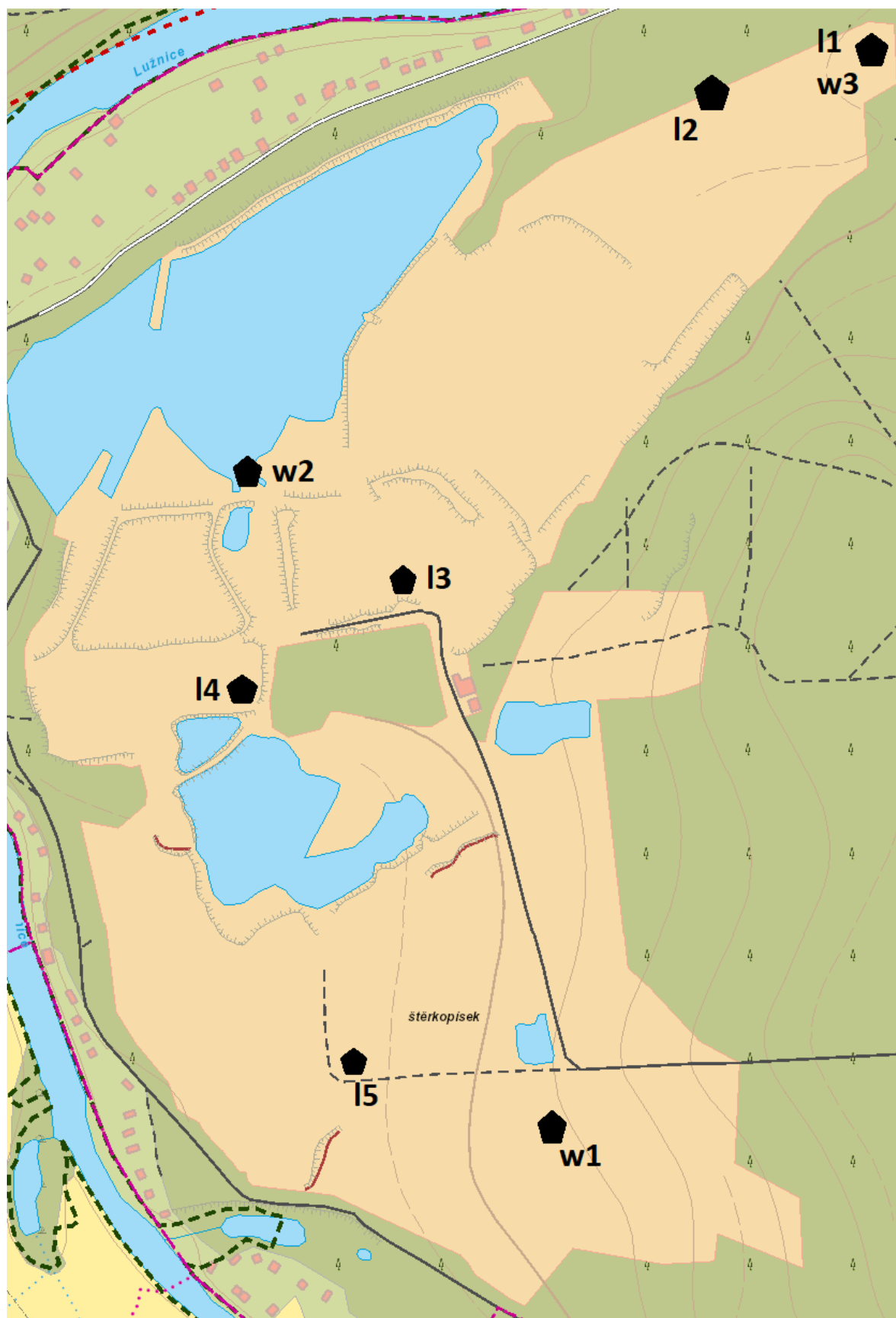
Wachmann, E., Melber, A. a Deckert, J. (2007): Wanzen, 3: Pentatomomorpha I. Tierwelt Deutschlands. Goecke and Evers Keltern.

Wachmann, E., Melber, A. a Deckert, J. (2008): Wanzen, 4: Pentatomomorpha II. Tierwelt Deutschlands, 81. Goecke and Evers Keltern.

Seznam příloh

1 – Mapy.....	24
Obr. 1: Mapa pískovny Planá s vyznačenými výzkumnými lokalitami.....	24
2 – Výsledky	25
Tab. 1: Vybrané charakteristiky lokalit měřené během výzkumu.....	25
Obr. 2: XY-graf půdní zrnitosti na zkoumaných lokalitách	25
Obr. 3: Sloupcový graf půdní vlhkosti a její proměnlivosti v rámci lokality a v čase	26
Obr. 4: Sloupcový graf penetrability půdy měřené na každé lokalitě a její variační koeficient.....	26
Obr. 5: Sloupcový graf počtu druhů nalezených na lokalitách a počtu druhů z Červeného seznamu	27
Tab. 2: Fytocenologické snímky.....	28
Obr. 6: PCA druhové distribuce kříšů (<i>Auchenorrhyncha</i>) na lokalitách	29
Obr. 7: PCA druhové distribuce pavouků (<i>Aranea</i>) na lokalitách.....	30
Obr. 8: PCA druhové distribuce ploštic (<i>Heteroptera</i>) na lokalitách.....	31
Obr. 9: PCA druhové distribuce blanokřídlých (<i>Hymenoptera</i>) na lokalitách.....	32
Obr. 10: PCA distribuce druhů čeledi střevlíkovitých (<i>Carabidae</i>) na lokalitách	33
Obr. 11: PCA distribuce druhů vodních brouků (<i>Coleoptera</i>) a ploštic (<i>Heteroptera</i>) na vodních lokalitách	34
3 – Druhový seznam rostlin	35
Tab. 3: Seznam druhů cévnatých rostlin nalezených v pískovně Planá.....	35
Tab. 4: Seznam druhů mechorostů nalezených v pískovně Planá.....	35
4 – Druhový seznam živočichů	36
Tab. 5: Seznam druhů bezobratlých nalezených v pískovně Planá.....	36
Tab. 6: Seznam druhů obratlovců nalezených v pískovně Planá.....	39
5 – Seznam druhů z Červeného seznamu.....	40
Tab. 7: Seznam druhů živočichů a rostlin uvedených na Červeném seznamu ČR.....	40
6 – Edukační biocentrum pískovna Planá	41
Txt. 1: Edukační biocentrum pískovna Planá.....	41
Obr. 12: Plán edukačního biocentra pískovna Planá	42
Obr. 13: Oblast plánovaná pro hnízdění břehulí a lokalizace navrženého biocentra	43
Obr. 14: Vrstevnice s hodnotami nadmořské výšky a předpokládané výšky stěn.....	43
7 – Doporučení pro rekultivaci.....	44
Txt. 2: Doporučení pro rekultivaci pískovny Planá.....	44
8 – Fotografie výzkumných lokalit	45
Obr. 15: Výzkumné lokality 1 - 5.....	45
9 – Informační brožura „Geologie pískoven“	46

Příloha 1: Mapy



Obr. 1: Mapa pískovny Planá s vyznačenými výzkumnými lokalitami.

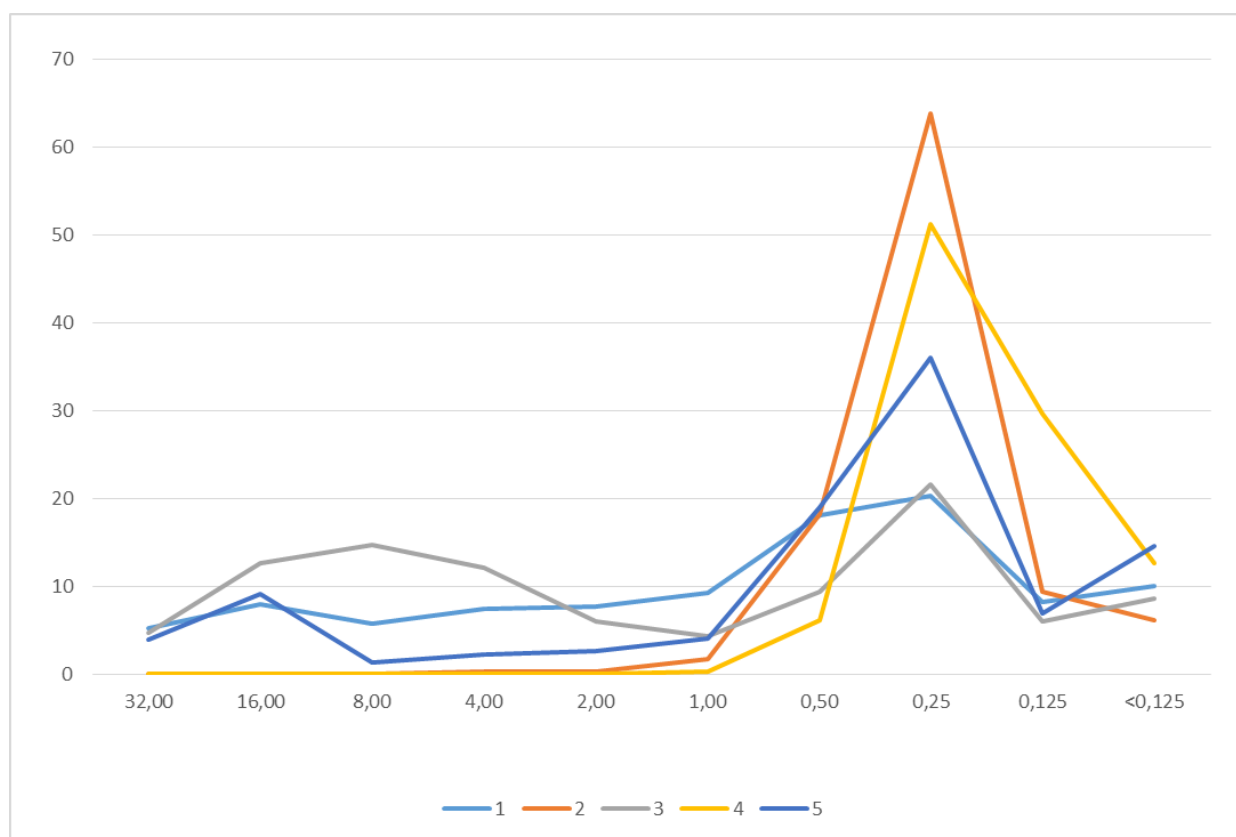
Mapa pískovny v Planá s pozicí našich výzkumných lokalit (1 – 5 a w1 – w3). Autor mapy: ČÚZK a CENIA. Dostupné na <https://geoportal.gov.cz/web/guest/map?permalink=4431e4dc2ba35a207b437d363fc1d154>.

Příloha 2: Výsledky

Lokalita	Zrnitost půdy (hmotnostní %)		Vlhkost půdy (hmotnostní %)	Penetrabilita půdy (kg/cm ²)	Stáří lokality po opuštění	Vegetační pokryv (%)	Počet nalezených druhů bezobratlých	Druhů z Červeného seznamu	Druhy Červeného seznamu (%)
	Hrubá frakce (32 - 1 mm)	Jemná frakce (>1 mm)							
1	43	57	9.4	1.8	5	51	91	8	8.8
2	2	98	6.5	0.2	8	28	67	10	14.9
3	54	46	3.4	1.5	12	83	118	3	2.5
4	0	100	3.6	0.2	15	22	67	9	13.4
5	23	77	4	0.8	14	40	101	6	5.9

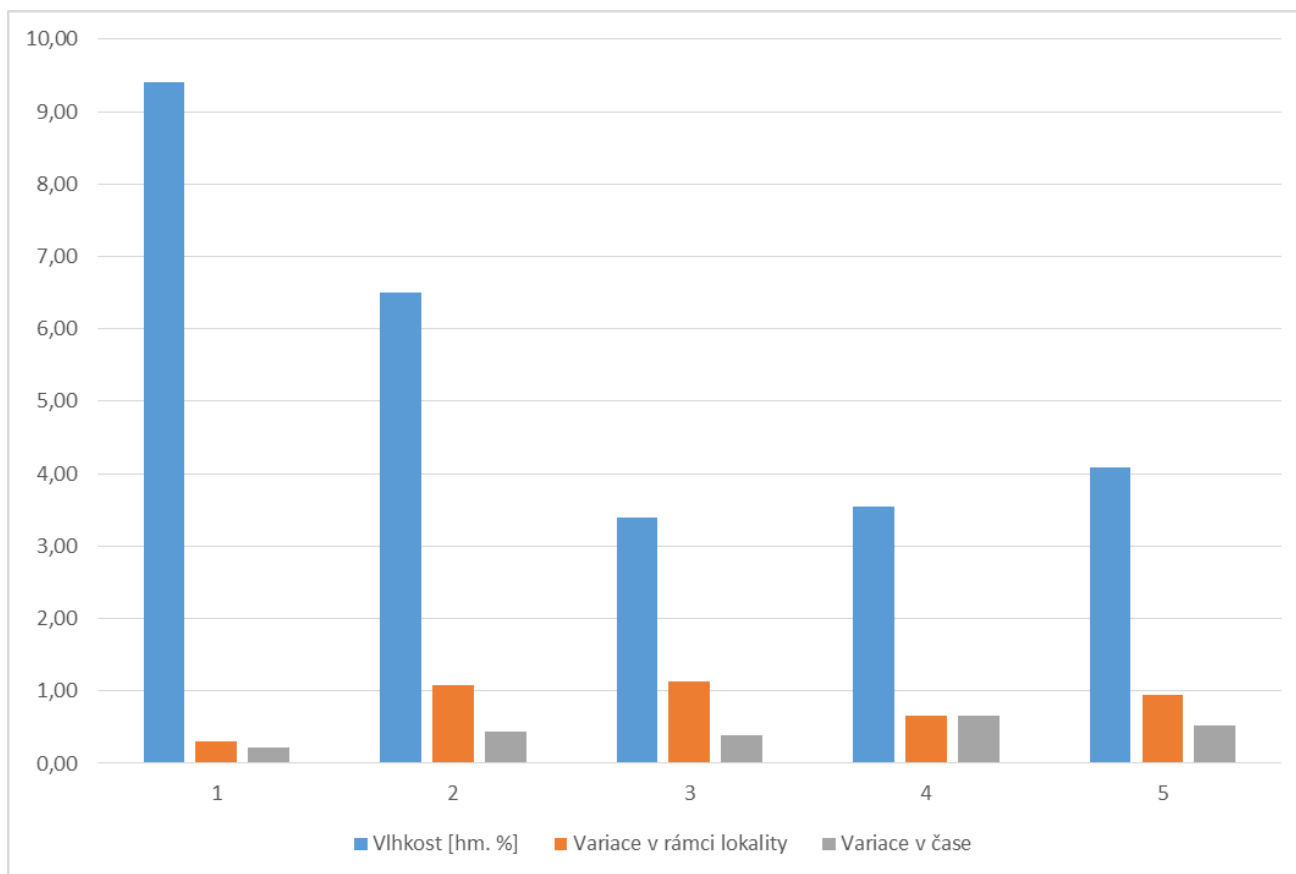
Tab. 1: Vybrané charakteristiky lokalit měřené během výzkumu.

Povšimněte si signifikantní korelace mezi zrnitostí, penetrabilitou půdy a vegetačním pokryvem vs. počtem nalezených druhů a množstvím druhů z Červeného seznamu (absolutní i procentuální zastoupení).



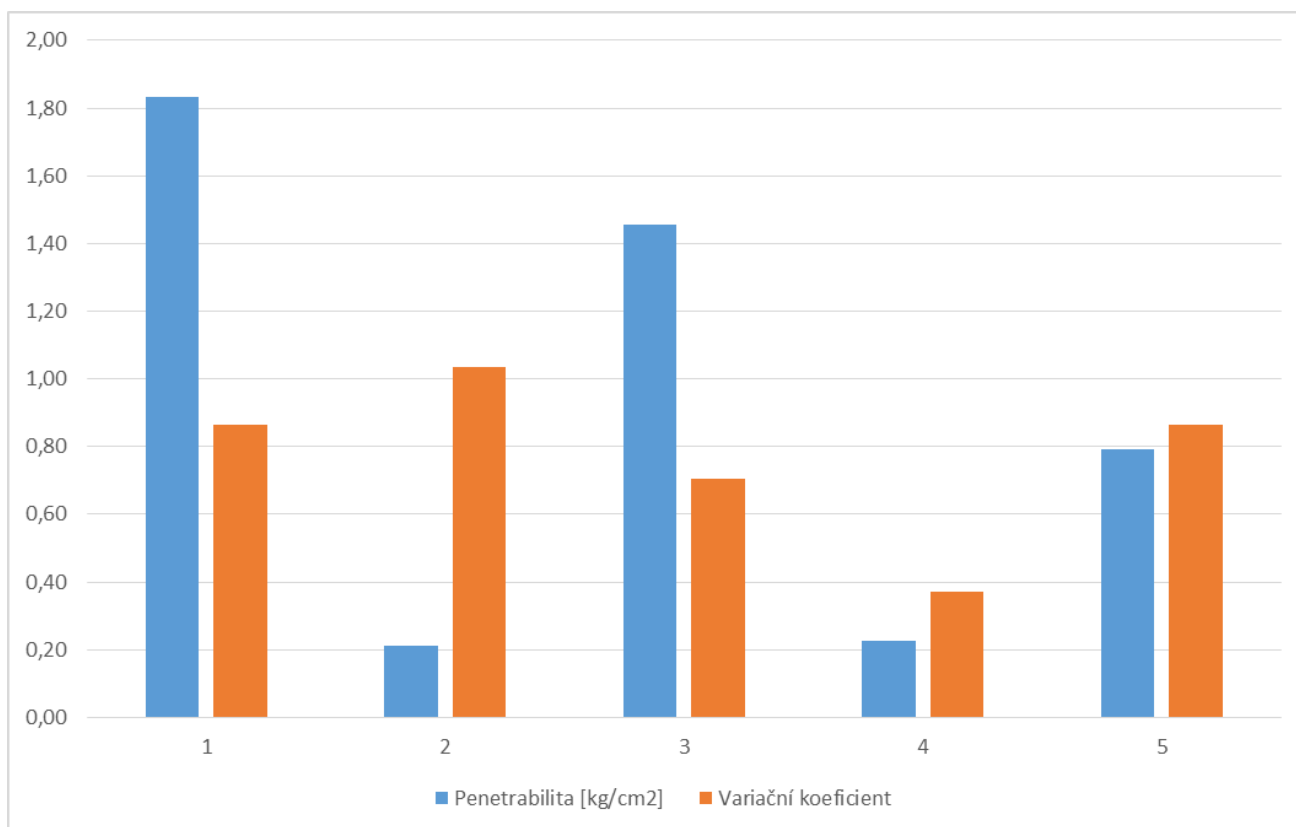
Obr. 2: XY- graf půdní zrnitosti na zkoumaných lokalitách.

Graf měřených frakcí (osa x) [mm] a jejich abundance (osa y) [%]. Barevné linie znázorňují lokality 1 – 5. Povšimněte si chybějících hrubších frakcí na lokalitách 2 a 4.



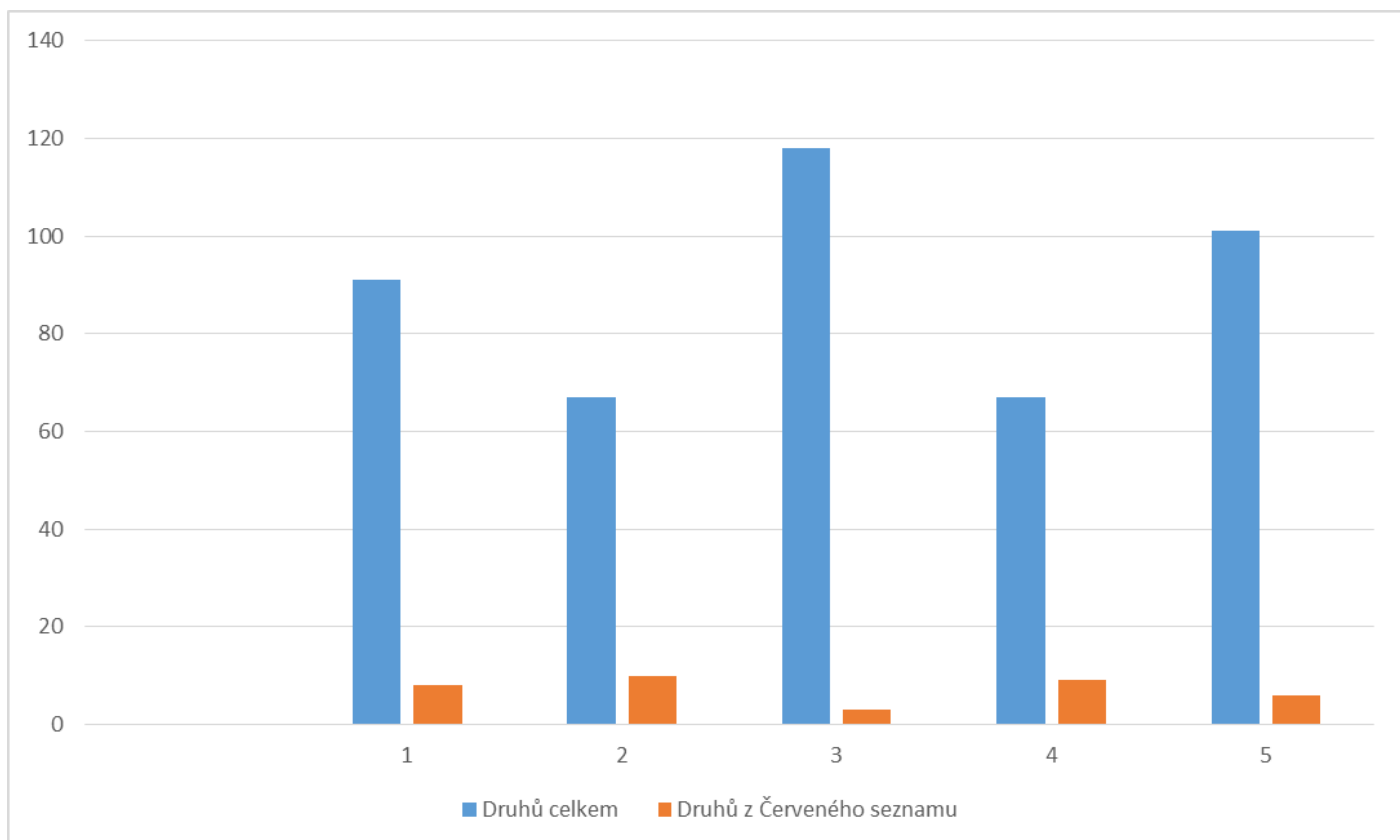
Obr. 3: Sloupcový graf půdní vlhkosti a její proměnlivosti v rámci lokality a v čase.

Graf půdní vlhkosti a jejího kolísání v rámci lokality a v čase. Lokality jsou promítnuty na osu x a hodnoty na osu y.



Obr. 4: Sloupcový graf penetrability půdy měřené na každé lokalitě a její variační koeficient.

Lokality jsou promítnuty na osu x a hodnoty na osu y.

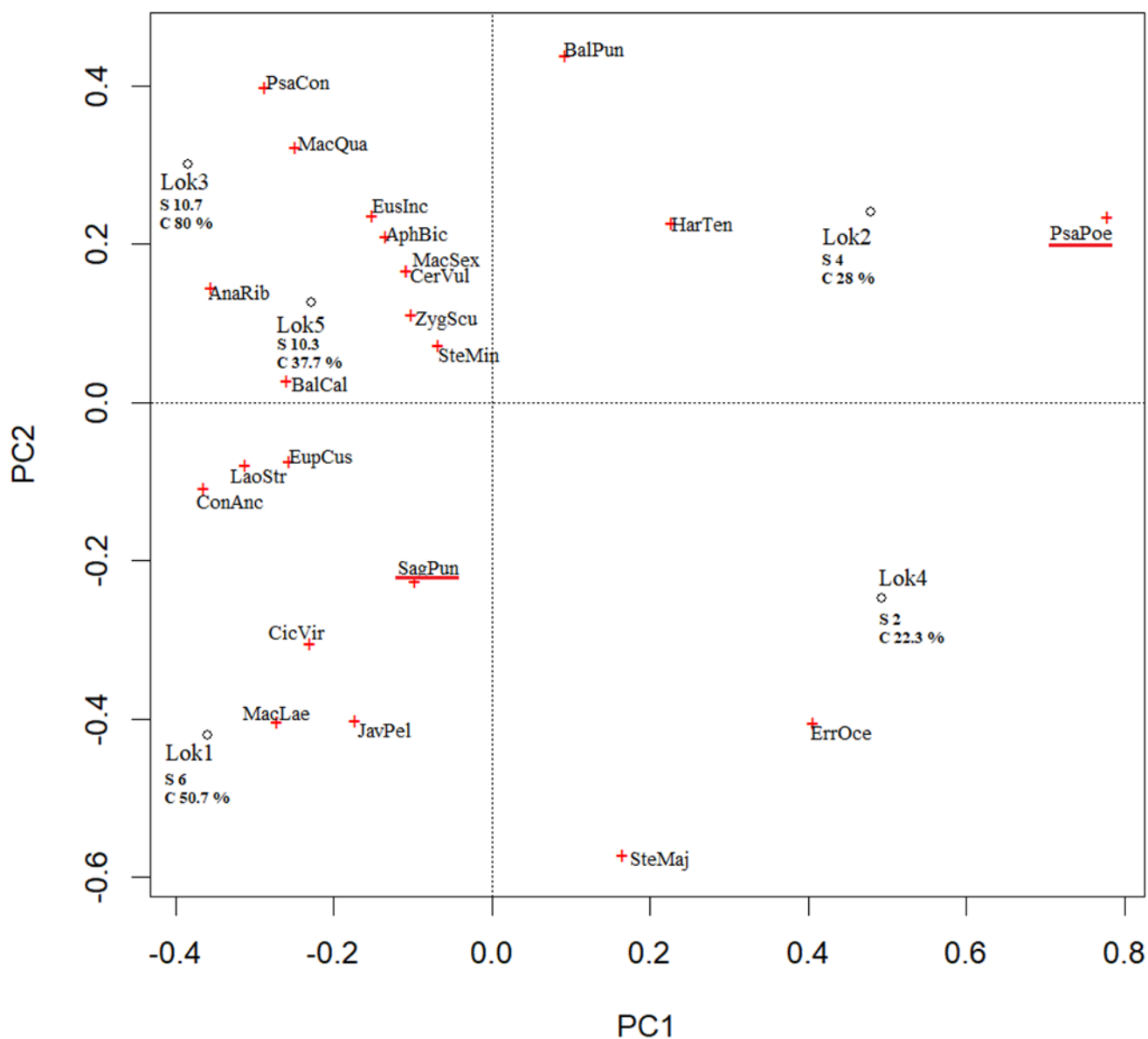


Obr. 5: Sloupcový graf počtu druhů nalezených na lokalitách a počtu druhů z Červeného seznamu. Lokality jsou promítnuty na osu x a počty druhů na osu y.

Lokalita	1			2			3			4			5		
Číslo snímku	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Holý substrát [%]	45	15	83	46	89	38	8	4	24	90	58	85	69	67	45
Překážky [%]		5		5		38	12	4	8						
Zaznamenané druhy [%]															
<i>Agrostis capillaris</i>	.	.	.	.	.	.	8	6	.	.	.	.	2	3	.
<i>Agrostis sp.</i>	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrostis stolonifera</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Alopecurus aequalis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.
<i>Bellis perennis</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Betula pendula</i>	.	3	1	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	4
<i>Bidens frondosa</i>	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	4	3
<i>Calamagrostis epigejos</i>	6	7	.	27	5	5	28	36	24	.	14	7	2	11	22
<i>Calluna vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	4	2	.	.	.	.	.	.
<i>Carex sp.</i>	.	.	.	.	.	7	.	.	.	.	.	.	4	2	1
<i>Cirsium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Conyza canadiensis</i>	.	.	.	13	.	.	4	.	.	.	.	.	2	.	1
<i>Cyperus fuscus</i>	14	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Daucus carota</i>	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Echinochloa crus-galli</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.
<i>Epilobium adenocaulon</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.
<i>Filago arvensis</i>	.	.	4	.	.	9	8	22	16	.	.	.	.	.	.
<i>Fragaria vesca</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hieracium sp.</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Hypochaeris sp.</i>	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Juncus effusus</i>	25	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	2	.	13
<i>Juncus tenuis</i>	.	.	.	.	.	.	.	5	2	.	.	.	6	.	3
<i>Luzula campestris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.
<i>Lycopus europaeus</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Molinia caerulea</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	7	.
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinus sylvestris</i>	.	5	7	.	3	3	16	6	6	90	14	8	.	.	.
<i>Poa annua</i>	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.
<i>Rubus sp.</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Salix herbacea</i>	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.
<i>Salix sp.</i>	3	2	3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Senecio vulgaris</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	1
<i>Spergularia rubra</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	4	2
<i>Tragopogon pratensis</i>	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium dubium</i>	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.
<i>Trifolium repens</i>	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Tussilago farfara</i>	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Veronica officinalis</i>	.	.	.	.	.	.	4	6	2	.	.	.	.	.	.
mech	.	63	2	.	.	.	.	.	11	.	14	.	.	.	.

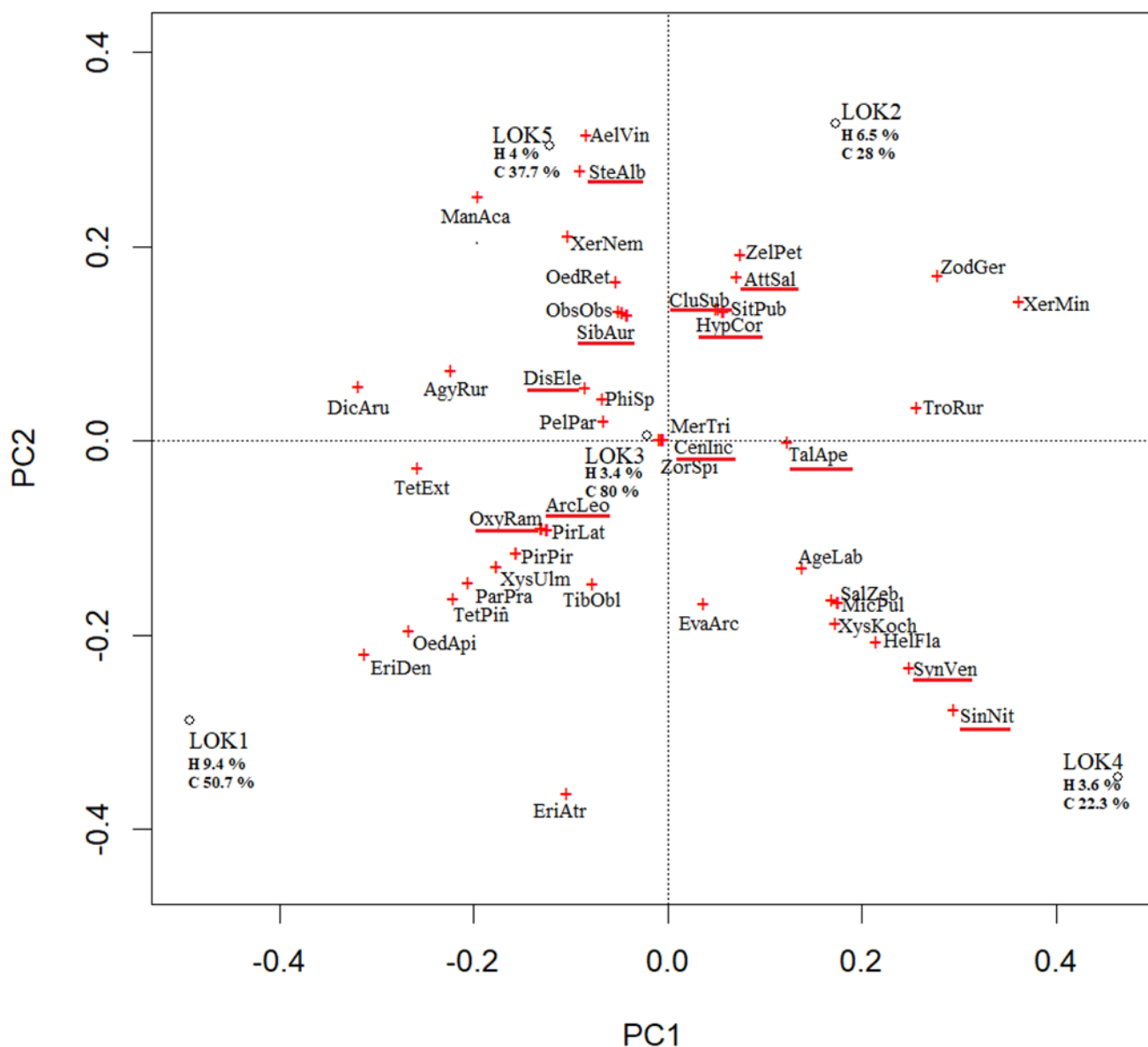
Tab. 2: Fytocenologické snímky.

Snímkování bylo prováděno na ploše 1 x 1 m. Více podrobností viz. Metodika.



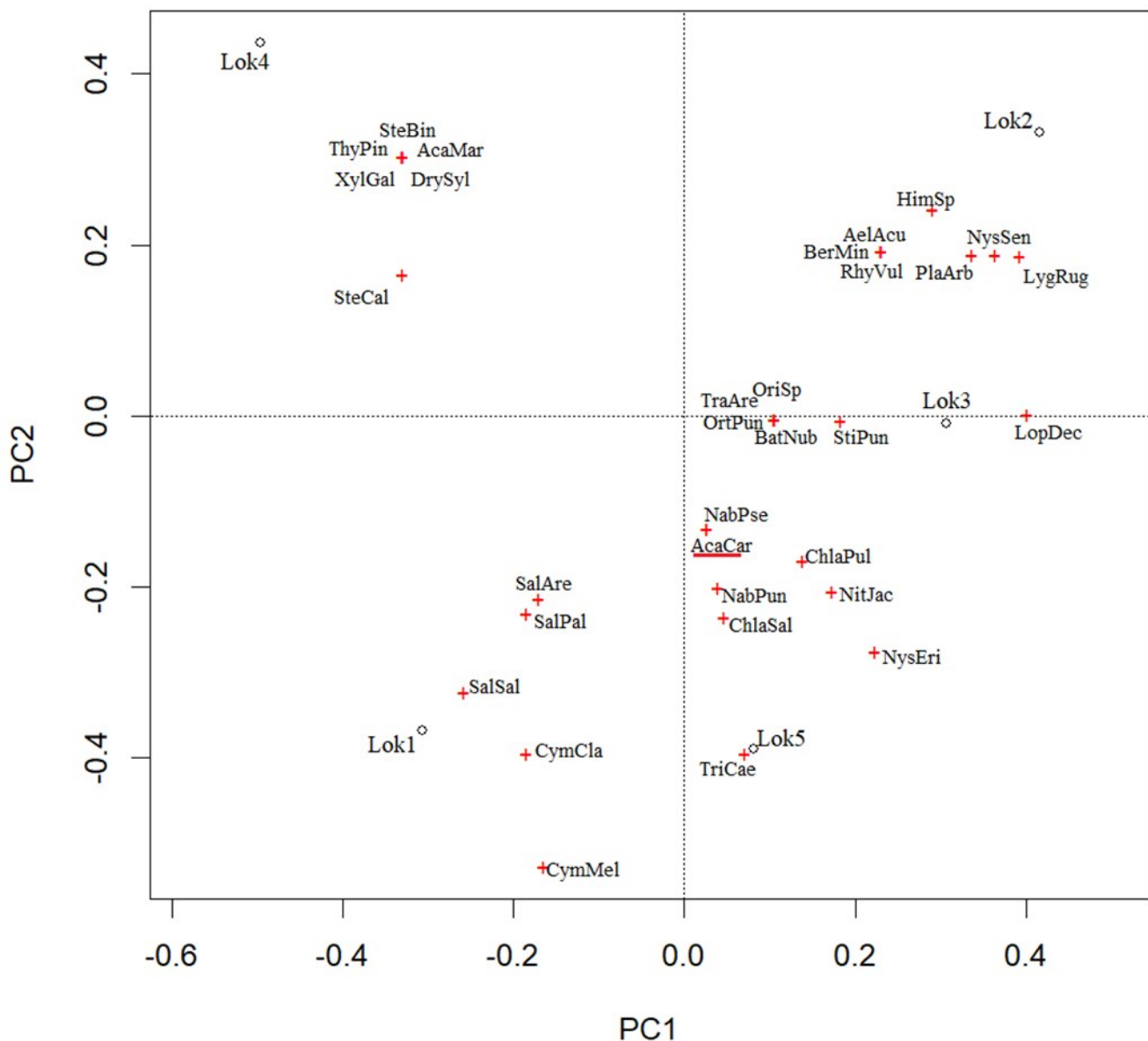
Obr. 6: PCA druhové distribuce kříšů (Auchenorrhyncha) na lokalitách.

PCA druhů kříšů (Auchenorrhyncha) a jejich distribuce na lokalitách (Lok1 – Lok5). Druhy z Červeného seznamu jsou podtrženy. Graf naznačuje vlhkomilná společenstva na lokalitě 1 a vysoké abundance více generalistů a xerothermofilních druhů na lokalitách 3 a 5. Lokality 4 a 2 hostí pouze malé množství druhů, ale výrazná je vysoká abundance *Psammotettix poecilus* na lokalitě 2. Stojí za zmínku, že počty druhů klesají s klesajícím vegetačním pokryvem a počtem druhů rostlin na lokalitě (PC1). Vysvětlená variabilita PC1 = 46.2 %; PC2 = 23.2 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména. S = průměrné hodnoty počtu druhů zaznamenaných na lokalitě (viz. Příloha 2 Tab. 2), C = průměrný vegetační pokryv zaznamenaný při fytoocenologickém snímkování.



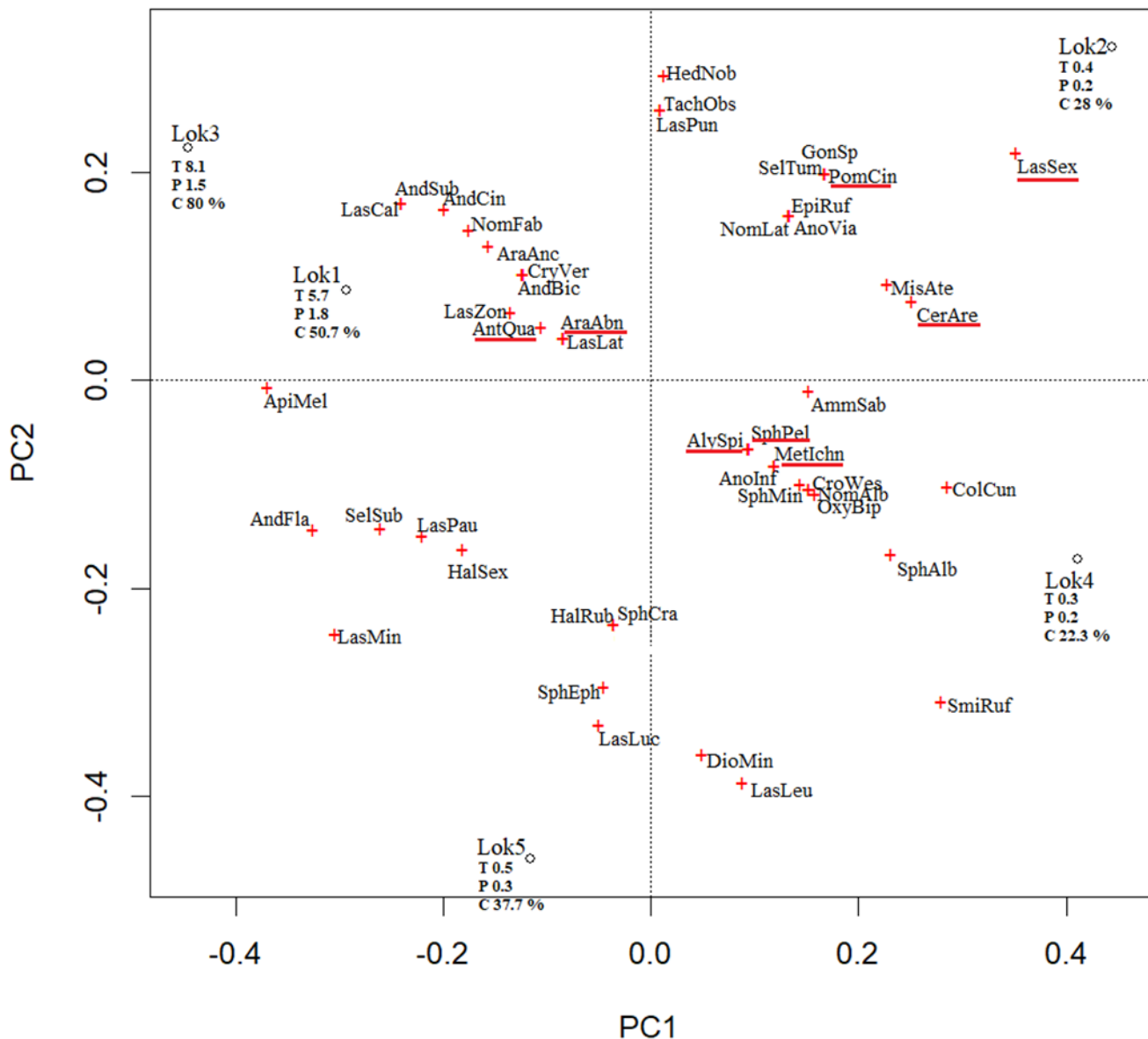
Obr. 7: PCA druhové distribuce pavouků (Aranea) na lokalitách.

PCA druhů pavouků (Aranea) a jejich distribuce mezi lokalitami (Lok1 – Lok5). Druhy z Červeného seznamu jsou podtrženy. Graf naznačuje zřetelné společenstvo pavouků na velmi vlhké lokalitě 1. Lokalita 3 je téměř uprostřed, sdílí většinu druhů s ostatními lokalitami. Lokalita 4 je druhově chudá, protože má extrémní podmínky. Lokality 2 a 5 hostí především komunitu vzácných xerotermofilních druhů preferujících habitaty s řídkou vegetací. Druhové složení se významně mění s vlhkostí půdy a procentem vegetačního pokryvu (PC1). Vysvětlená variabilita PC1 = 33 %; PC2 = 26.3 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména. C = průměrný vegetační pokryv zaznamenaný při fytoocenologickém snímkování, H = průměrná vlhkost lokality. Vlhkost vrchní vrstvy substrátu na lokalitě 2 je významně nižší, než uváděný průměr.



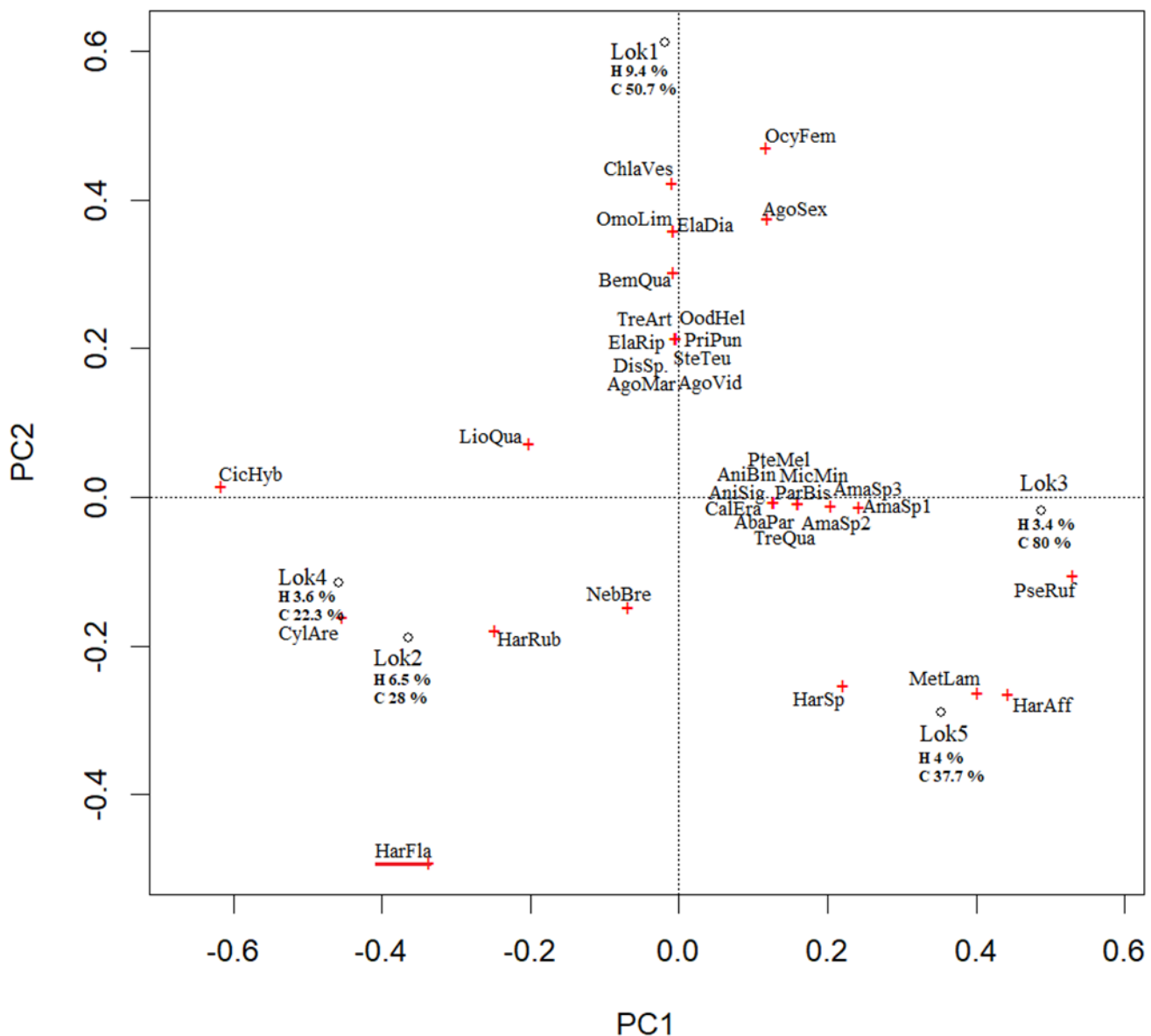
Obr. 8: PCA druhové distribuce ploštic (Heteroptera) na lokalitách.

PCA druhů ploštic (Heteroptera) a jejich distribuce mezi lokalitami (Lok1 – Lok5). Druhy z Červeného seznamu jsou podtrženy. Graf znázorňuje specifickou komunitu vlhkomilných druhů na lokalitě 1 (zejména rod *Saldula*). Lokality 5 a 3 sdílí veliké množství generalistů a spíše xerotermofilních druhů. Lokalita 4 je druhově chudá, ale objevuje se zde několik termofilních specialistů (*Xylocoris galactinus*). Na rozdíl od pavouků, blanokřídlých, křísů a křísků neobývá lokalitu 2 téměř žádný ohrožený druh. Druh z Červeného seznamu, *Acalypta carinata*, byl nalezen na velmi zvláštním místě, na suché lokalitě 5 se sporou vegetací. Tento druh je ale téměř exkluzivním specialistou mechů a tlejícího dřeva ve vlhkých lesích. Vysvětlená variabilita PC1 = 33.6 %; PC2 = 32 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména.



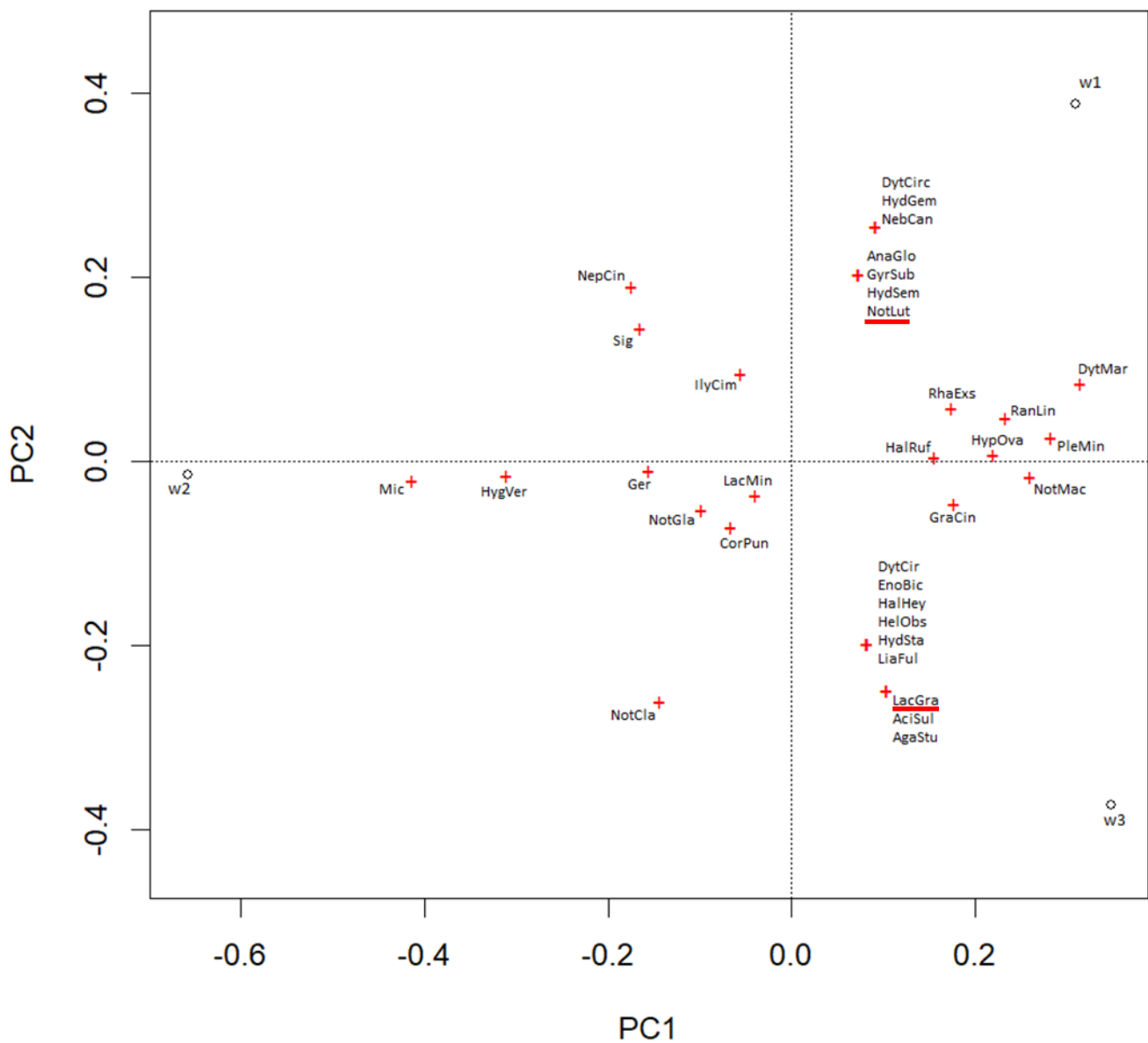
Obr. 9: PCA druhové distribuce blanokřídlých (Hymenoptera) na lokalitách.

PCA druhů blanokřídlých (Hymenoptera) a jejich distribuce mezi lokalitami (Lok1 – Lok5). Druhy Červeného seznamu jsou podtrhnuté. Graf naznačuje specifická společenstva vzácných specialistů písků na lokalitách 2 a (hlavně) 4, kde se objevilo nejvíce druhů z Červeného seznamu. Lokality 3 a 1 byly obývány podobnými společenstvy generalistů a specialistů hrubých písků, zatímco lokalita 5 leží někde mezi zmíněnými biotopy a vyskytují se na ní i generalisté, (v menší míře) i specialisté jemných písků. Patrný je trend měnícího se druhového složení a procentuálního zastoupení druhů z Červeného seznamu (a zároveň specialistů jemných písků) podle osy PC1. Vysvětlená variabilita PC1 = 39 %; PC2 = 24 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména. C = průměrný vegetační pokryv zaznamenaný při fytoocenologickém snímkování, T = vážený průměr půdní zrnitosti [mm], P = průměrná penetrabilita půdy [kg/cm²].



Obr. 10: PCA distribuce druhů čeledi střevlíkovitých (Carabidae) na lokalitách.

PCA druhů střevlíkovitých brouků (Carabidae) a jejich distribuce mezi lokalitami (Lok1 – Lok5). Druhy Červeného seznamu jsou podtržuté. Graf naznačuje velmi specifická a druhově pestrá společenstva na lokalitě 3 a 1. Tyto komunity se mezi sebou liší, což je způsobeno především vlhkostí. Lokalita 1 je obývána spíše vlhkomilnými druhy, zatímco lokalita 3 generalisty. Lokality 2, 4 a 5 jsou obývány malým počtem druhů, ale objevují se zde psamofilní specialisté (*Cylindera arenaria*, *Harpalus flavescens*, *Cicindela hybrida*). Počet specialistů koreluje s procentem vegetačního pokryvu a druhové složení je závislé na vlhkosti. Vysvětlená variabilita PC1 = 39.2 %; PC2 = 28.2 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména. C = průměrný vegetační pokryv zaznamenaný při fytoecnologickém snímkování, H = průměrná vlhkost lokality. Vlhkost vrchní vrstvy substrátu na lokalitě 2 je signifikantně nižší, než uváděný průměr.



Obr. 11: PCA distribuce druhů vodních brouků (Coleoptera) a ploštic (Heteroptera) na vodních lokalitách.

PCA vodních druhů brouků (Coleoptera) a ploštic (Heteroptera) a jejich distribuce mezi lokalitami (w1 – w3). Graf naznačuje specifická společenstva pro lokality w1 a w3, dále společenstvo sdílející tyto dvě lokality a velmi malý počet druhů specifických pro lokalitu w2 (bahňité jezero). Na všech lokalitách zároveň bylo nalezeno pouze několik druhů generalistů. Vysvětlená variabilita PC1 = 70 %; PC2 = 30 %. Zkratky druhů byly vytvořeny z prvních tří písmen rodového a druhového jména. Druhy z Červeného seznamu jsou podtrženy.

Příloha 3: Druhový seznam rostlin

Tab. 3: Seznam druhů cévnatých rostlin nalezených v písčinně Planá.

<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Luzula campestris</i>
<i>Agrostis stolnifera</i>	<i>Lycopus europaeus</i>
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Molinia caerulea</i>
<i>Alopecurus aequalis</i>	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>
<i>Bellis perennis</i>	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Betula pendula</i>	<i>Pinus sylvestris</i>
<i>Bidens frondosa</i>	<i>Poa annua</i>
<i>Calamagrostis epigejos</i>	<i>Potamogeton natans</i>
<i>Calluna vulgaris</i>	<i>Quercus rubra</i>
<i>Carex sp.</i>	<i>Quercus sp.</i>
<i>Cirsium sp.</i>	<i>Robinia pseudacacia</i>
<i>Conyza canadiensis</i>	<i>Rubus sp.</i>
<i>Cyperus fuscus</i>	<i>Salix herbacea</i>
<i>Duacus carota</i>	<i>Salix sp.</i>
<i>Echinochloa crus-galli</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Epilobium adenocaulon</i>	<i>Spergularia rubra</i>
<i>Filago arvensis</i>	<i>Tragopogon pratensis</i>
<i>Filago minima</i>	<i>Trifolium dubium</i>
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Trifolium repens</i>
<i>Hieracium sp.</i>	<i>Tussilago farfara</i>
<i>Hypochaeris sp.</i>	<i>Utricularia australis</i>
<i>Juncus effusus</i>	<i>Verbascum densiflorum</i>
<i>Juncus tenuis</i>	<i>Veronica officinalis</i>

Tab. 4: Seznam druhů mechorostů nalezených v písčinně Planá.

<i>Marchantia polymorpha</i>
<i>Ricciocarpos natans</i>
<i>Sphagnum sp.</i>

Příloha 4: Druhový seznam živočichů

Tab. 5: Seznam druhů bezobratlých nalezených v písčově Planá.

Pavouci (Aranea)

Aellurilus v-insignitus
Agelena labyrinthica
Agyneta rurestris
Alopecosa pulverulenta
Araeoncus humilis
Araneus sturmi
Araniella sp.
Arctosa leopardus
Attulus saltator
Aulonia albimana
Centromerus incilium
Clubiona subtilis
Dictyna arundinacea
Diplostyla concolor
Dismodicus elevatus
Drassyllus lutetianus
Drassyllus pusillus
Erigone atra
Erigone dentipalpis
Euophrys frontalis
Evarcha arcuata
Heliophanus flavipes
Histoipona torpida
Hypomma cornutum
Cheiracanthium erraticum
Cheiracanthium virescens
Leptorhoptrum robustum
Mangora acalypha
Mermessus trilobatus
Micaria pulicaria
Obscuriphantes obscurus
Oedothorax apicatus
Oedothorax retusus
Oxyopes ramosus
Pachygnatha degeeri
Pachygnatha sp.
Pardosa agrestis
Pardosa amentata
Pardosa lugubris
Pardosa monticola
Pardosa palustris
Pardosa prativaga
Pelecopsis paralella
Philodromus sp.
Phrurolithus festivus
Phylloneta sisyphia
Pirata piraticus
Piratula latitans
Platnickina tincta
Salticus zebraneus

Sibianor aurocinctus
Singa nitidula
Sittipub pubescens
Steatoda albomaculata
Synageles venator
Talavera aperta
Tenuiphantes mendei
Tetragnatha extensa
Tetragnatha pinicola
Tibellus oblongus
Trematocephalus cristatus
Trochosa ruricola
Trochosa terricola
Xerolycosa miniata
Xerolycosa nemoralis
Xysticus audax
Xysticus cristatus
Xysticus kochi
Xysticus ulmi
Zelotes petrensis
Zelotes subterraneus
Zodarion germanicum
Zora spinimana

Křísi (Auchenorrhyncha)

Anaceratagallia ribauti
Aphrodes bicincta
Balclutha calamagrostis
Balclutha punctata
Cercopis vulnerata
Cicadella viridis
Conomelus anceps
Errastunus ocellaris
Eupelix cuspidata
Euscelis Incisus
Hardya tenuis
Javesella pellucida
Laodelphax striatella
Macrosteles laevis
Macrosteles quadripunctulatus
Macrosteles sexnotatus
Psammotettix confinis
Psammotettix poecilus
Sagatus punctifrons
Stenocranus major
Stenocranus minutus
Zyginidia scutellaris

Blanokřídlí (Hymenoptera)

Alyson spinosus
Ammophila sabulosa
Andrena barbilabris

Andrena bicolor
Andrena cineraria
Andrena flavipes
Andrena labiata
Andrena minutula
Andrena nigroaenea
Andrena subopaca
Anoplius concinnus
Anoplius infuscatus
Anoplius viaticus
Anthophora quadrimaculata
Apis mellifera
Arachnospila abnormis
Arachnospila anceps
Arachnospila ausa
Bombus bohemicus
Bombus pascuorum
Bombus terrestris
Cerceris arenaria
Colletes cunicularius
Crossocerus wesmaeli
Cryptocheilus versicolor
Diodontus minutus
Episyron rufipes
Gonatopinae sp.
Halictus rubicundus
Halictus sexcinctus
Hedychrum gerstaeckeri
Hedychrum nobile
Lasioglossum calceatum
Lasioglossum lativentre
Lasioglossum leucozonium
Lasioglossum lucidulum
Lasioglossum minutissimum
Lasioglossum morio
Lasioglossum pauxillum
Lasioglossum punctatissimum
Lasioglossum sexstrigatum
Lasioglossum zonulum
Lindenius pygmaeus
Methocha ichneumonides
Mimumesa dahlborni
Miscophus ater
Nomada alboguttata
Nomada fabriciana
Nomada lathburiana
Oxybelus bipunctatus
Pompilus cinereus
Seladonia subaurata
Seladonia tumulorum
Smicromyrme rufipes
Sphecodes albilabris

Sphecodes crassus
Sphecodes ephippius
Sphecodes miniatus
Sphecodes pellucidus
Tachysphex obscuripennis

Ploštice (Heteroptera)

Acalypta carinata
Acalypta marginata
Aelia acuminata
Bathysolen nubilus
Berytinus minor
Corixa punctata
Cymus claviculus
Cymus melanocephalus
Drymus sylvaticus
Gerris sp.
Himacerus sp.
Hydrometra stagnorum
Chlamydatus saltitans
Chlamydatus pullus
Ilyocoris cimicoides
Lopus decolor
Lygus rugulipennis
Micronecta sp.
Nabis pseudoferus
Nabis punctatus
Nithecus jacobaeae
Notonecta glauca
Notonecta lutea
Notonecta maculata
Nysius ericae/thymi
Nysius senecionis
Orius sp.
Ortholomus punctipennis
Plagiognathus arbustorum
Plea minutissima
Ranatra linearis
Rhyparochromus pini
Rhyparochromus vulgaris
Saldula arenicola
Saldula pallipes
Saldula saltatoria
Sigara sp.
Stenodema calcarata
Stenotus binotatus
Stictopleurus punctatonervosus
Trapezonotus arenarius
Trigonotylus caelestialium
Xylocoris galactinus

Brouci (Coleoptera)

Abax parallelus
Acilius sulcatus
Agabus sturmii
Agelastica alni
Agonum marginatum

Agonum sexpunctatum
Agonum viduum
Agrillus pratensis
Agriotes sp. 1
Agriotes sp. 2
Aleocharinae sp.
Amara sp. 1
Amara sp. 2
Amara sp. 3
Anacaena globulus
Anisodactylus binotatus
Anisodactylus signatus
Anostirus castaneus
Anotylus rugosus
Anthaxia cf. *helvetica*
Anthicidae sp.
Anthobium atrocephalum
Atholus duodecimstriatus
Bembidion quadrimaculatus
Calathus erratus
Cassida sp.
Cicindela hybrida
Cleonis pigra
Coccinella septempunctata
Coelostoma orbiculare
Cylindera arenaria
Cytilus sericeus
Dischyrius sp.
Dolichosoma lineare
Dytiscus circumflexus
Dytiscus marginalis
Elaphropus diabrachys
Elaphrus riparius
Elateridae sp.
Enochrus bicolor
Exochomus quadripustulatus
Graphoderus cinereus
Gyrinus substriatus
Haliphus heydeni
Haliphus ruficollis
Harpalus affinis
Harpalus flavescens
Harpalus rubripes
Harpalus sp.
Helochares obscurus
Helophorus sp.
Hippodamia tredecimpunctata
Hippodamia variegata
Hydaticus seminiger
Hydrobius fuscipes
Hydroglyphus geminus
Hydroporus erythrocephalus
Hygrotus versicolor
Hyphydrus ovatus
Chlaenius vestitus
Ischnosoma splendidum
Labidostomis longimana

Laccobius gracilis
Laccophilus minutus
Lathrididae sp.
Lemini sp.
Liaphlus cf. *fulvus*
Lionychus quadrillum
Malachidae sp.
Margarinotus purpurascens
Metallina lampros
Microlestes minutulus
Nebria brevicollis
Nebrioporus canaliculatus
Nicrophorus vespillo
Nitidulidae sp.
Noterus clavicornis
Notoxus monoceros
Ocydromus femoratus
Oedemeridae sp.
Omophron limbatum
Onthophagus cf. *joannae*
Oodes helepoides
Paratachys bistriatus
Philonthus atratus
Princidium punctulatum
Protapion apricans
Pseudoophonus rufipes
Pterostichus melanarius
Quedius fuliginosus/curtipennis
Rhantus exsoletus
Rhinoncus castor
Scolytinae sp.
Scymnus frontalis
Simplocaria sp.
Sitona lineatus
Staphylinus dimidiaticornis
Stenolophus teutonius
Stenus sp. 1
Stenus sp. 2
Strophosoma capitatum
Tachyporus dispar
Tachyporus nitidulus
Trechus quadristriatus
Trepanes articulatus
Trypocopris vernalis
Tychius picirostris

Vážky (Odonata)

Aeschna cyanea
Anax imperator
Coenagrion puella
Ischnura elegans
Ischnura pumilio
Libellula depressa
Libellula quadrimaculata
Orthetrum cancellatum
Pyrrhosoma nymphula
Sympetma fusca

Jepice (Ephemeroptera)

Ephemeroptera sp.

Cleon dipterum

Střechatky (Megaloptera)

Sialis sp.

Chrostíci (Trichoptera)

Trichoptera sp.

Dvoukřídlí (Diptera)

Culicidae sp.

Chaoborus sp.

Chironomidae sp.

Sít'okřídlí (Neuroptera)

Myrmeleon sp.

Rovnokřídlí (Orthoptera)

Chorthippus mollis

Tetrix subulata

Tetrix tenuicornis

Tetrix undulata

Stejnonožci (Isopoda)

Armadillidium vulgare

Trachelipus rathkii

Sekáči (Opiliones)

Phalangium opilio

Mnohonožky (Diplopoda)

Julus scandinavus

Leptoiulus proximus

Ophiulus pillosus

Polydesmus inconstans

Plicnatí (Pulmonata)

Radix labiata

Physella acuta

Radix auricularia

Radix labiata

Galba truncatula

Cepaea hortensis

Unionida

Anodonta anatina

Cardiida

Pisidium subtruncatum

Tab. 6: Druhový seznam obratlovců nalezených v pískovně Planá.

Dravci (Accipitriformes)

Buteo butteo
Milvus milvus
Motacilla alba

Zajícovci (Lagomorpha)

Lepus europaeus

Vrubozobí (Anseriformes)

Alopochen aegyptiaca
Anas platyrhynchos
Cygnus olor

Brodiví (Ciconiiformes)

Ciconia ciconia
Ciconia nigra

Srostloprstí (Coraciiformes)

Alcedo atthis

Kukačky (Cuculiformes)

Cuculus canorus

Dlouhokřídlí (Charadriiformes)

Actitis hypoleucos
Gallinago gallinago
Charadrius dubius

Pěvci (Passeriformes)

Oriolus oriolus
Parus major
Phylloscopus collybita
Phylloscopus trochilus
Riparia riparia

Veslonoží (Pelecaniformes)

Ardea alba
Ardea cinerea

Žáby (Anura)

Bufo bufo
Hyla arborea
Pelophylax esculentus

Ocasatí (Caudata)

Lissotriton vulgaris

Šupinatí (Squamata)

Natrix natrix
Lacerta agilis

Sudkopytníci (Cetartiodactyla)

Capreolus capreolus
Sus scrofa

Hmyzožravci (Eulipotyphla)

Sorex araneus

Příloha 5: Seznam druhů z Červeného seznamu

Tab. 7: Seznam druhů živočichů a rostli uvedených na Červeném seznamu ČR.

Kategorie Červeného seznamu: CR - kriticky ohrožený, EN - ohrožený, VU - zranitelný, NT - téměř ohrožený, LC - málo dotčený (pavouci - kategorie odpovídá NT)

Cévnaté rostliny (Tracheophyta)

Filago arvensis (NT)

Filago minima (NT)

Ptáci (Aves)

Actitis hypoleucos (EN)

Alcedo atthis (VU)

Ardea cinerea (NT)

Ciconia ciconia (NT)

Ciconia nigra (VU)

Cygnus olor (VU)

Gallinago gallinago (EN)

Charadrius dubius (VU)

Milvus milvus (CR)

Riparia riparia (NT)

Savci (Mammalia)

Lepus europaeus (NT)

Plazi (Reptilia)

Lacerta agilis (VU)

Natrix natrix (NT)

Obojživelníci (Amphibia)

Bufo bufo (VU)

Hyla arborea (NT)

Lissotriton vulgaris (VU)

Pelophylax esculentus (NT)

Blanokřídlí (Hymenoptera)

Alyson spinosus (VU)

Anthophora quadrimaculata (EN)

Arachnospila abnormis (NT)

Cerceris arenaria (NT)

Lasioglossum sexstrigatum (NT)

Methocha ichneumonides (NT)

Pompilus cinereus (NT)

Sphecodes pellucidus (NT)

Brouci (Coleoptera)

Harpalus flavescens (NT)

Laccobius gracilis (NT)

Křísi (Auchenorrhyncha)

Psammotettix poecilus (NT)

Sagatus punctifrons (NT)

Pavouci (Araneae)

Arctosa leopardus (LC)

Attulus saltator (VU)

Centromerus incilium (VU)

Clubiona subtilis (LC)

Dismodicus elevatus (LC)

Hypomma cornutum (LC)

Oxyopes ramosus (LC)

Sibianor aurocinctus (LC)

Singa nitidula (LC)

Steatoda albomaculata (LC)

Synageles venator (LC)

Talavera aperta (LC)

Ploštice (Heteroptera)

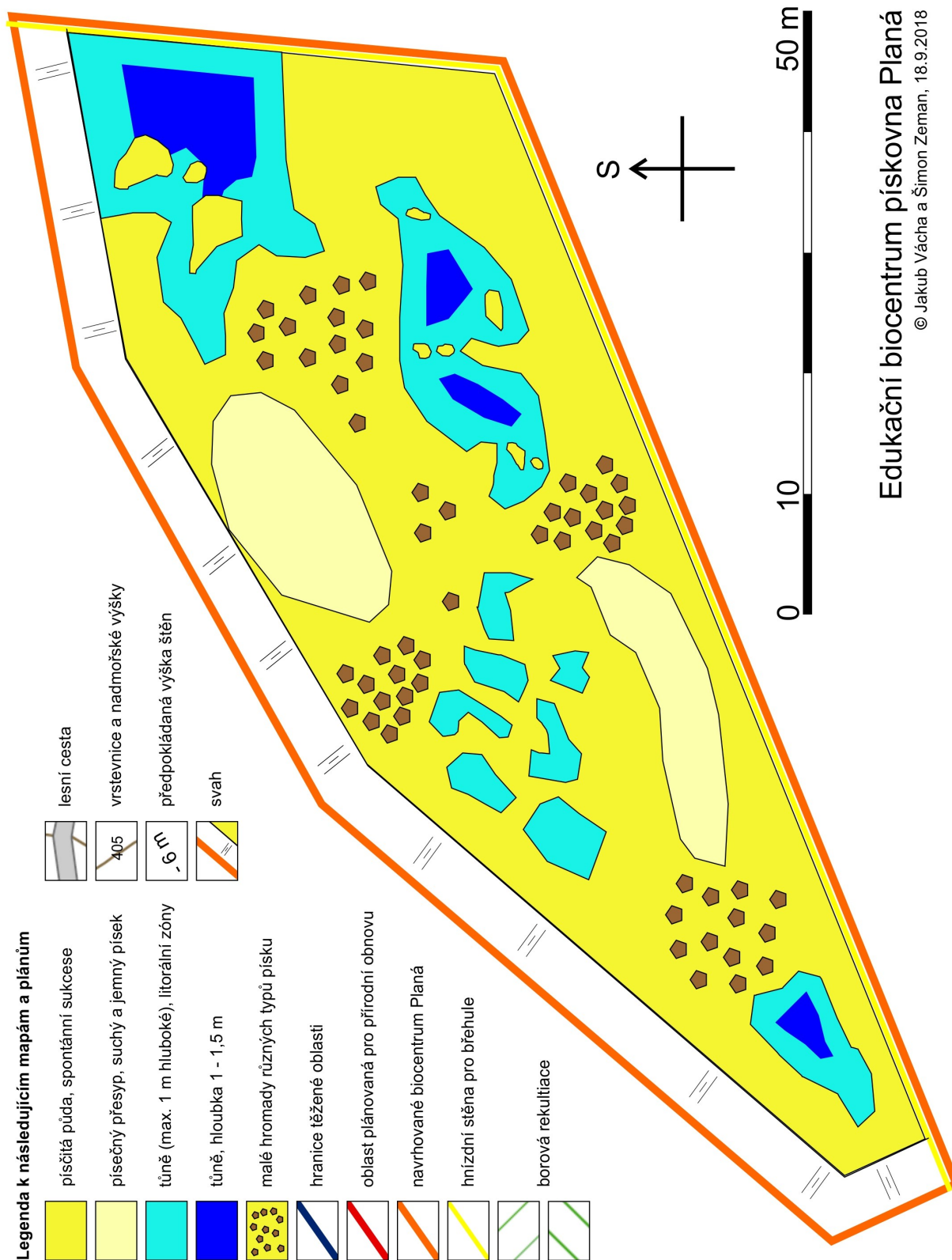
Acalypta carinata (EN)

Notonecta lutea (VU)

Příloha 6: Edukační biocentrum pískovna Planá

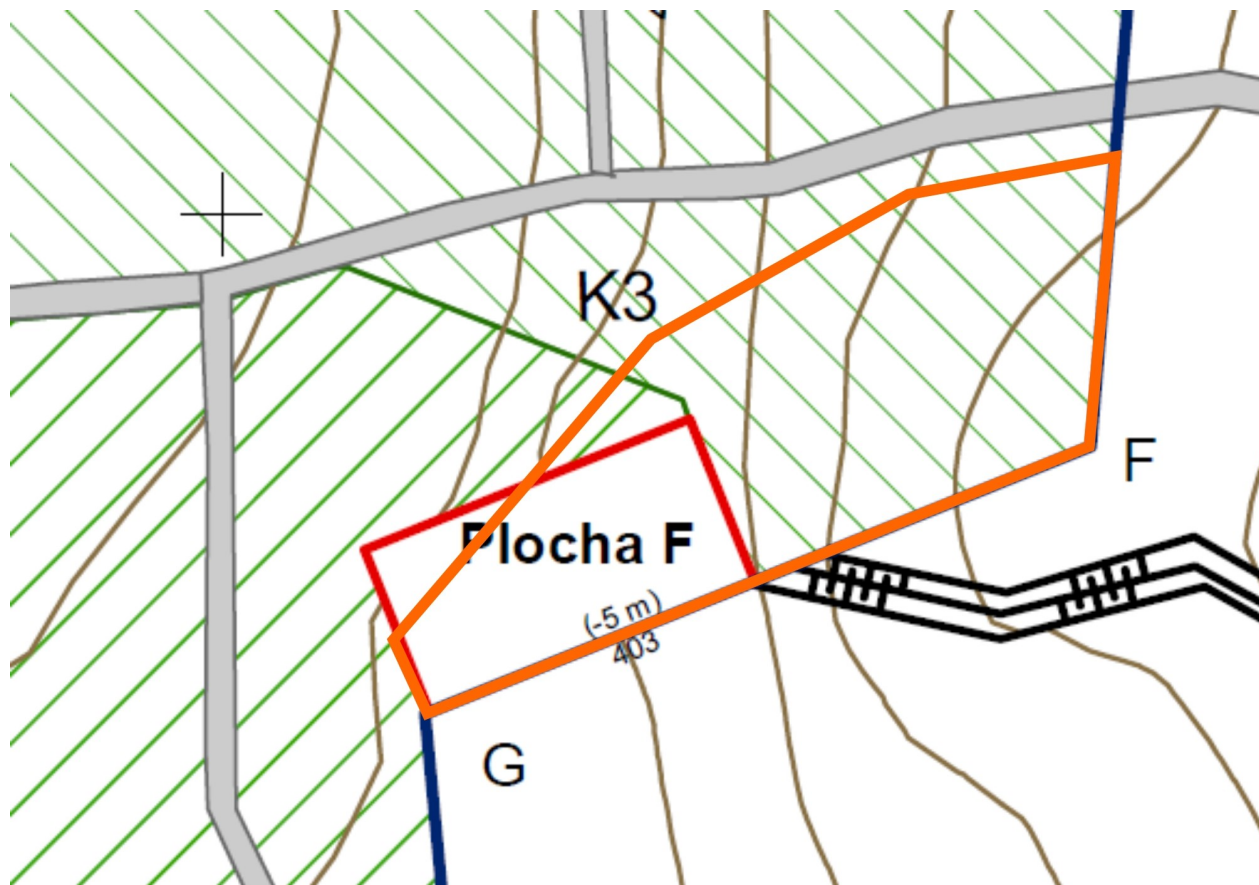
Txt. 1: Edukační biocentrum pískovna Planá.

Hlavním posláním tohoto subprojektu je vytvořit oblast fungující jednak z pohledu edukace, ale i z pohledu ochrany přírody. K realizaci projektu jsou zapotřebí pouze malé změny stávajícího plánu sanace a rekultivace (GET, s. r. o. 2015). Projekt je lokalizován ve zvětšené oblasti F aktuálně ponechané pro přírodě blízkou obnovu. Současné rozměry plochy pro hnízdění břehule říční (*Riparia riparia*) jsou 50 x 25 m (0,125 ha). Navrhované rozšíření by navýšilo rozlohu na 0,35 ha (Obr. 12). Biocentrum by bylo umístěno vedle lesní cesty, takže celá oblast by mohla být pohodlně dostupná pro veřejnost. Dominantou celého biocentra by byla téměř 150 m dlouhá, 5 m vysoká hnízdní stěna pro břehule říční (*Riparia riparia*), norující včely (Bogusch et al. 2013) a další živočichy (například blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), žijící v osypových kuželech (Vácha 2017)). Oblast pod stěnami by tvořila pestrá mozaika vodních a terestrických biotopů. Aktuálně se v oblasti vyskytuje hluboké jezero se strmými břehy, které navrhujeme vyplnit písčítým a jílovitým substrátem bez organických složek za účelem vytvoření pestrého spektra mělkých tůní. Terestrické biotopy vytvořené v oblasti F jsou důležité i pro některé vodní druhy (např. zimující obojživelníky (Maštera 2012)). Doporučujeme vytvoření několika písečných přesypů z jemného písku (materiál v odkališti, nevyužité deponie) pro vzácné specialisty písečných přesypů. Žádoucí jsou mozaikovitě disturbance za účelem obnovení sukcesního procesu, tak dojde k využití maximálního potenciálu oblasti (Řehounek et al. 2015, Boukal 2010, Řehouňková et al. 2016). Také je podstatná obnova hnízdní stěny pro břehule ve dvouletém intervalu (Heneberg et al. 2007). Odebraný písek může být později využit majitelem pozemku (město Tábor) např. k zimním posypům cest, což by mohlo částečně kompenzovat nový zábor půdy. Je velice důležité pokrýt svahy vedoucí do biocentra jílovitým materiálem, aby se zabránilo splavu materiálu a eutrofizaci oligotrofních biotopů na lokalitě, což by pro ně bylo katastrofální (Tropek et al. 2012). Doporučujeme vytvořit tzv. nárazníkovou zónu (minimálně 5 m) v okolí biocentra, složenou výlučně z listnatých stromů, které jsou schopné efektivněji zachytit hnojiva a další chemikálie využitě v lesnické rekultivaci. Umístění „geokeší“ v oblasti by mohlo podpořit doplňkové disturbance biotopů. V oblasti by mohly být naistalovány interaktivní naučné tabule ukazující například hnízdění břehulí, vznik písečných přesypů a případně další biologické i geologické fenomény přítomné v biocentru. Edukační biocentrum pískovna Planá může být zároveň náhradním biotopem pro chráněné a ohrožené druhy transferované během rekultivace oblasti. Pokud byl projekt úspěšný, mohly by být ve spolupráci s Jihočeskou Univerzitou nebo lokálním muzeem organizovány i komentované prohlídky biocentra. Popularizace efektivní ochrany přírody v post-těžebních lokalitách je bezesporu velmi důležitá a biocentrum pro ni představuje nenásilný a efektivní prostředek. Pískovna Planá pro tento projekt poskytuje ideální geomorfologické a geologické podmínky, kterých by bylo škoda nevyužít.



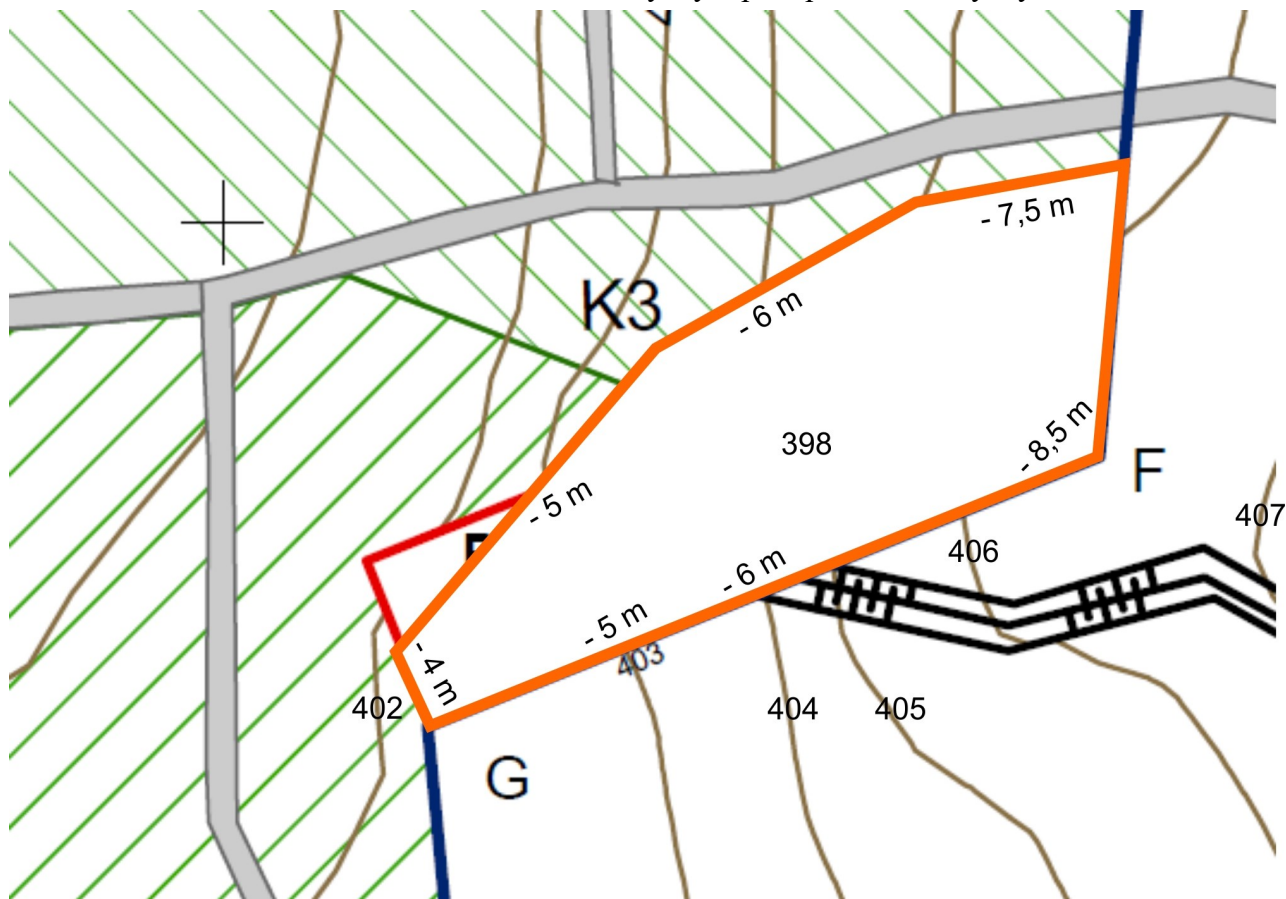
Obr. 12: Plán edukačního biocentra pískovna Planá.

Obr. 13: Oblast plánovaná pro hníždění břehulí a lokalizace navrženého biocentra.



Mapový podklad převzatý z GET, s. r. o. (2015), upraveno.

Obr. 14: Vrstevnice s hodnotami nadmořské výšky a předpokládané výšky stěn.



Mapový podklad převzatý z GET, s. r. o. (2015), upraveno.

Příloha 7: Doporučení pro rekultivaci

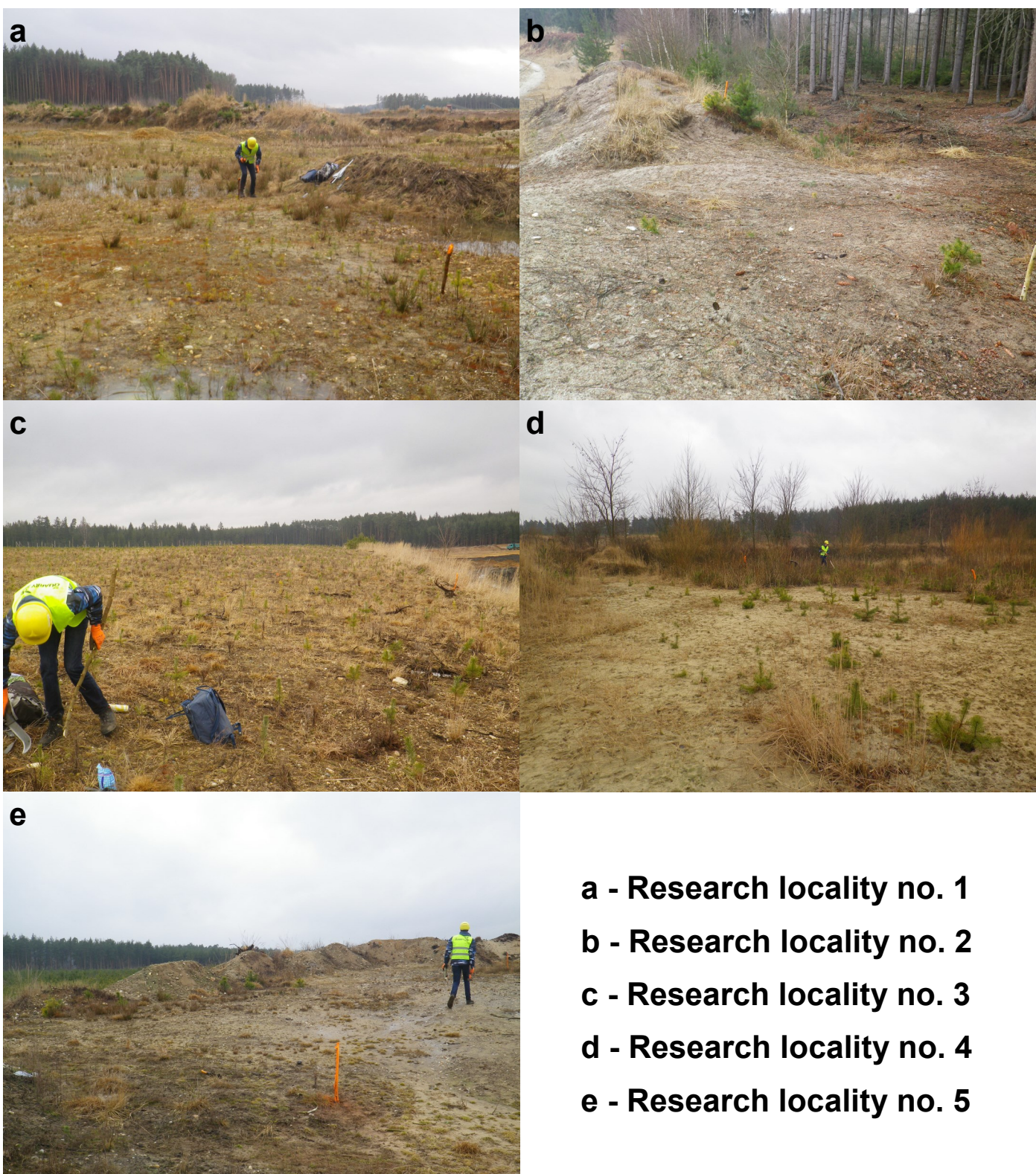
Txt. 2: Doporučení pro rekultivaci pískovny Planá.

Následující body byly zpracovány s maximálním ohledem na lokální podmínky a současný plán rekultivace (GET, s. r. o. 2015). Dopad těchto opatření téměř neovlivní rozpočet rekultivace.

- Oblast F (Obr. 13) navržená pro hnízdění břehule říční (*Riparia riparia*) je poměrně malá (50*25 m) v porovnání s lesnickou rekultivací (asi 42 ha). Navrhujeme ponechání větší oblasti (asi 100*25 m), aktuální lokalizace je vybraná vhodně. Písek v oblasti je stabilní, středně zrnitý a může zde být vytvořena více než 5m hnízdni stěna.
- Jezero vytvořené v oblasti F je aktuálně poměrně hluboké a má strmé břehy. Doporučujeme jeho částečné zasypání písčítým(!) substrátem za účelem vytvoření pozvolných břehů a tůní s maximální hloubkou okolo 150 cm. Pobřežní linie by měla být různorodá, žádoucí je vytvoření více menších tůní.
- Doporučujeme použít jemný písek (z odkaliště nebo nevyužitých deponií jemných frakcí) k vytvoření umělých písečných dun v oblasti F. Písečné duny vymizely z české krajiny a je na ně vázáno mnoho specifických druhů zvířat.
- Oblast F by měla být aktivně disturbována za účelem vytvoření mozaiky sukcesních fází a biotopů. Doplnková lesní rekultivace plochy (jak je uvedeno v současném plánu rekultivace) je nežádoucí a neměla by být realizována.
- Možnost vytvoření Edukačního biocentra pískovna Planá v rozšířené oblasti F (více Příloha 6) se zdá být vhodný řešením pro ochranu lokality. Projekt biocentra bude konzultován se společností Českomoravský šterk, majitelem pozemku a dalšími organizacemi během podzimu a zimy.
- Pobřežní linie hlavního jezera by měla být pestrá, různorodá, postupně klesající a bez živin. Vytvoření menších tůní na břehu jezera (nekomunikujících s jezerem) a malých ostrovů v jezeře by bylo pro biodiverzitu velice prospěšné.
- Všechny chráněné druhy živočichů a rostlin (případně další druhy vzácných organismů) by měly být transferovány do náhradních biotopů, které musí být předem připravené. Náhradní biotop vyžaduje minimálně 2 roky spontánní sukcese (ideálně i transfer důležitých ekosystém-formujících rostlin v počátku), aby mohl být použitelný jako náhradní útočiště.
- Mokřadní biotopy (w1, w3) a sedimentační nádrže by měly zůstat nezrekultivované co nejdéle to bude možné.
- V okolí oblastí navržených pro přírodě blízkou rekultivaci by měl být používán převážně písčítý materiál s nízkým obsahem organických látek za účelem prevence eutrofizace cílových oligotrofních biotopů. Hnojiva a postřiky proti škůdcům by neměly být používány v minimálně 5m „nárazníkové zóně“ okolo těchto ploch.
- Sazenice stromů užívané k lesnickým rekultivacím by měly být výlučně původní druhy. Dub červený (*Quercus rubra*) a další nepůvodní druhy by neměly být využívány vůbec.

Příloha 8: Fotografie výzkumných lokalit

Obr. 15: Výzkumné lokality 1 - 5.



Geology of Sandpits



Moldavite (40 mm) in situ, Vrábče, Czech Republic. Photo I. Doležal

Introduction

Sandpits are like a huge treasure chests that collect material from the large area. Most of mined sand deposits are of river origin, so they contain objects collected by the water flow. A sandpit can be full of local rock fragments, interesting mostly heavy minerals, fossils and other items. Heavy minerals are concentrated in the river sand deposits in the amount that can be even mined, there. In the past, a lot of animals and plants fell in the river. They were buried in the sand deposit and they await their discovery. Each sandpit hides a lot of secrets, information about weather conditions in the past and a lot more. So, let's discover it.

Origin of the Sand Deposit

Matrix is in the beginning. If matrix erodes, sand is created. Later, it can be transported away in multiple ways. There are three main transporters: wind, river (water flow) and sea.

Wind-transported sand deposit (also known as sand dune) is a pile of fine-grained sand located near to primary (river/sea) sand deposit, where the material comes from.

Sea sand deposits can contain various material collected usually nearby and can be useful in researches of former storms. Some deposits, for example around the Baltic sea, contain amber, numerous fossils etc.

River sand deposits are the most interesting ones. River deposit is often untouched and layers aren't mixed up. Deposit like this can be formed in the meander or in the river mouth (delta is ideal). Size of grains in specific layers can give us information about flow strength, which can be related to huge rains. Thickness helps with duration establishment. Organic remains can be used for carbon-dating of the layer, as well as some specific fossils.



Layered river sediment (photo width 50 cm). Photo J. Vácha

Geomorphological Phenomenons

In each sandpit we can find some geological structures formed in sand. Common are **rain gullies**, furrows formed by water in sandy slopes. Under sand walls are located **debris cones**, piles of sand which fell down from the walls. These can host a lot of animals from amphibians to the smallest Arthropods.

Dreikanter are stones with sharp edges grinded by sand transported by wind during ice ages. Dreikanter are found in river-sand deposits, where they were formed.

Sand or gravel can be bonded with calcite, limonite, quartz, manganese oxides etc. Formed stone is called **concretion**. The most common one is limonite concretion, where gravel or sand is bonded by iron oxides.

Frostwedge is soil formation created during ice age. The water expanded in the small crack in the sediment, creating wedge crack, sometimes tens of meters tall. Crack was filled with the soil from surface. Age of wedge can be established from pollen in the soil.



Rain gully (width 30 cm). Photo J. Vácha



Debris cone (wall height 4 m). Photo J. Vácha



Quartz dreikanter (12 cm). Photo J. Vácha



Limonite concretion (7 cm). Photo J. Vácha



Frostwedge (30x10 cm), Dienice sandpit, Czech Republic. Photo I. Doležal

Tektites

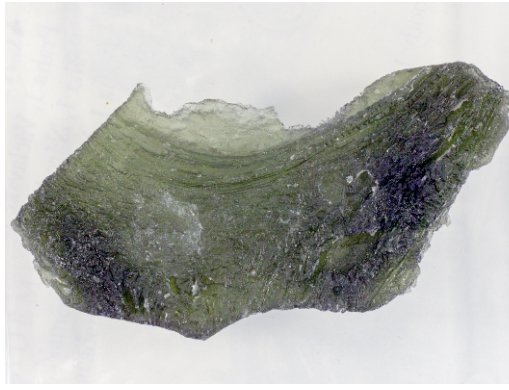
Tektites are a specific group of rocks formed from sediment melted during meteorite impact. There are several tektite species, each specie created by different impact. Species of tektites are usually named after area, where they are found. The most known species are **indochinites**, **philippinites** or **Czech moldavites**.



Indochinite (105 mm), Mao Ming, China.
Photo I. Doležal



Moldavite „drop“ (67 mm), Bartelov, Czech Republic. Photo P. Rájlich



Moldavite (60 mm), Bartelov, Czech Republic.
Photo P. Rájlich

Design and text: Jakub Vácha

Proofreading: RNDr. Petr Rájlich, PhD., CSc.

© **Jakub Vácha, 2018**

Created with support of **HeidelbergCement Czech Republic**

Authors of photographs: David Bysitř, Mgr. Ivan Doležal – Dolmat, Zdeněk Galba, Jaromír Hanuš, Mrg. Ondřej Jaroš, Petr Rájlich, PhD., Jakub Vácha, Soňa Veselá

Minerals

Many interesting minerals can be found in sandpits. Some heavy minerals concentrated in sand sediments are sometimes mined there and even used in the gem industry. Typical precious heavy minerals found in sandpits can be **saphires (corunds)**, **spinel**s, **garnets**, **topases** or even **diamonds**. **Gold** and other metals can be found, too. Common are findings of **quartz crystals** (many varieties) or **chalcedony** pieces. Also, different **tourmalines** are likely to be found in sandpits. Lucchesite, the new tourmaline species, was discovered in river sediments in Sri Lanka.



Native gold, Czech Republic. Photo O. Jaroš



Sapphire, Czech Republic. Photo O. Jaroš



Native gold and cinnabarite, Czech Republic. Photo O. Jaroš



Garnet (pyrope), Czech Republic. Photo O. Jaroš



Tourmaline in pegmatite, Planá sandpit. Photo J. Vácha

Rocks

All kinds of **local rocks** can pop out if we search them in the pit. These rocks can be helpful, if we want to know where the material came from. Some kinds of rocks (e.g. limestone) can also change the soil chemistry.

Rarely, we can find special rock called **varvite**. This is rock formed from local sediments, where each layer (with slightly different color) represents one year of sedimentation. Study of varvite layers is an important geochronological method.



Orthogneiss (23 cm), Photo J. Vácha



Varvite (picture width 100 cm), Polárka sandpit, Czech Republic. Photo D. Bystř, Ondřej Jaroš

Fossils

Fossils, especially quartzified specimens, are sometimes found in sandpits, too. Common are findings of **petrified wood**, less common are **mammal teeth**, **bones** or even **mammoth tusks**. Fossil **pinecones** or different parts of flora are found rarely, too.



Mammoth tooth (23 cm), Hulín sandpit, Czech Republic. Photo S. Veselá



Seashell in flint (2 cm), Žabčice sandpit, Czech Republic. Photo Z. Galba



Petrified wood (4 cm), Hulín sandpit, Czech Republic. Photo J. Hanuš