

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
KATEDRA EKOLOGIE



**Společenstva drobných zemních savců na výsypkách po těžbě  
uranu na Příbramsku.**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Vedoucí práce:** Prof. RNDr. Karel Šťastný, CSc.

**Zpracoval:** Bc. Markéta Jánská

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. RNDr. Karla Šťastného, CSc. (Další informace mi poskytl Ing. Karel Škvor), a že jsem uvedla všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpala.

V Praze 30.4.2012

.....

### **Poděkování**

Ráda bych poděkovala prof. RNDr. Karlu Šťastnému, CSc. za odborné vedení a pomoc při zpracování diplomové práce. Dále děkuji Ing. Škvorovi z DIOMO, s. p., o. z. SUL za pomoc se získáváním literárních zdrojů z rozsáhlého archivu této společnosti. Mé poděkování také patří Mgr. Tamaře Vosecké za kontrolu anglické části abstraktu a Janu Klimentovi, který mi pomáhal se získáváním dat v terénu.

**Abstrakt:**

V post-hornické krajině Příbramska byla studována společenstva drobných zemních savců v prostředí hald, které jsou v různém stupni rekultivace, a v přilehlých kulturních plochách. Období studia trvalo od podzimu roku 2009 do podzimu 2011. Celkem bylo zjištěno pět druhů z řádu hlodavců a hmyzožravců. Ve všech biotopech, kromě lesa, dominovala myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*). Druh, který se také vyskytoval ve všech biotopech, byl myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), ale významnou početnost vykazovala pouze na lokalitách s významným zastoupením stromového patra (nerekultivovaná a zrekultivovaná halda). Na částečně zrekultivované haldě, kde není vyvinutý dřevinný porost, byl významně zastoupen hraboš polní (*Microtus arvalis*). Zbylé druhy se vyskytovaly v nepatrných početnostech. Největší počet druhů a relativní početnost vykazovala částečně zrekultivovaná halda. Naopak nejnižší počet druhů vykazovaly les a zrekultivovaná halda. Les měl nejnižší relativní početnost. Diskutovány byly výskyty a početnosti druhů v jednotlivých lokalitách.

**Klíčová slova:** drobní savci, sukcese, haldy, rekultivace.

**Abstrakt:**

In the post-mining landscape of Příbram small mammal communities were studied at environment dumps in different degrees of recultivation and other areas around the dumps. The study continued since the autumn 2009 to the autumn 2011. In total, five species from the order Rodentia and Insectivora were found. *Apodemus sylvaticus* was found in all habitats and it was dominant species everywhere, except the forest. *Apodemus flavicollis* was found in all habitats, but it had a significant abundance only in unrecultivated and recultivated dumps. These dumps have a significant tree layer. *Microtus arvalis* was found in a habitat without trees on the partially recultivated dump. Other species didn't have a significant numerical representation. The highest diversity and abundance was found in the partially recultivated dump. On the contrary, the lowest diversity was discovered in the forest and at the recultivated dump. The forest habitat had the lowest abundance. Presence and abundance in the different habitats were discussed.

**Keywords:** small mammals, succession, dumps, recultivation.

# **Obsah**

<b>1. Úvod.....</b>	<b>8</b>
<b>2. Literární rešerše.....</b>	<b>9</b>
2.1. Taxonomické zařazení.....	9
2.2. Hlodavci ( <i>Rodentia</i> ).....	10
2.2.1. Hrabošoví (Arvicolidae).....	11
2.2.2. Myšovití ( <i>Muridae</i> ).....	14
2.3. Hmyzožravci ( <i>Insectivora</i> ).....	17
2.3.1. Rejskoví ( <i>Soricidae</i> ).....	18
2.4. Populační dynamika drobných savců.....	19
2.4.1. Vnější faktory.....	20
2.4.2. Vnitřní faktory.....	21
2.5. Společnost výsypek a hald.....	22
2.5.1. Sukcesní procesy v jednotlivých letech.....	23
2.5.2. Vliv zalesnění výsypek.....	24
2.6. Společenstva izolovaných lesních komplexů.....	25
2.7. Společenstva roztroušené zeleně.....	26
2.8. Společenstva polí.....	27
2.9. Hornictví na Příbramsku.....	27
2.9.1. Vznik uranového ložiska.....	27
2.9.2. Historie hornictví na Příbramsku.....	28
<b>3. Charakteristika území.....</b>	<b>29</b>
3.1. Materiál hald.....	29
3.1.1. Petrologické složení.....	30
3.1.2. Mineralogické složení.....	30
3.2. Sanační procesy jednotlivých hald.....	31
3.2.1. Průběh jednotlivých sanačních procesů.....	31
3.3. Prostředí okolních ploch.....	35
3.4. Klimatické podmínky.....	35
<b>4. Materiál a metodika.....</b>	<b>36</b>
4.1. Způsob odchyťů.....	36
4.1.1. Harmonogram odchyťů.....	37
4.2. Materiál.....	37

4.3. Metodika zpracování materiálu.....	37
4.4. Zpracování dat.....	38
<b>5. Výsledky.....</b>	<b>40</b>
5.1. Srovnání společenstev drobných zemních savců v jednotlivých lokalitách.....	40
5.1.1. Porovnání společenstev v jarních a podzimních měsících.....	42
5.2. Zhodnocení společenstev na základě indexů podobnosti.....	44
<b>6. Diskuze.....</b>	<b>46</b>
<b>7. Závěr.....</b>	<b>52</b>
<b>8. Použitá literatura.....</b>	<b>53</b>
<b>9. Přílohy.....</b>	<b>59</b>

## 1.Úvod

Nasypané haldy (neboli odvaly), kde probíhá primární sukcese, jsou z hlediska dostupnosti zdrojů i rozdělování energií pro sukcesi velmi nevyrovnané oproti běžné krajině. Na jejich povrchu dochází k výraznému zahřívání, což stěžuje sukcesi (Bodlák & kol. 2011). Naopak taková stanoviště mohou být preferována některými druhy, které jsou závislé na výslunných místech, jako jsou například ještěrky (Letnic & kol 2004).

Haldy, které byly sypány z hlušiny, vznikly v době těžby smolince (uranového minerálu) v letech 1948–1991 na Příbramsku. Jsou problematické z hlediska primární sukcese. Důvodem jsou chemické a fyzikální vlastnosti materiálu a také klimatické poměry prostředí, ve kterém se nacházejí. Tento fakt dokazuje výzkum Dostálka & Čecháka (1988) na Jáchymovských odvalech vzniklých z těžby uranu tamního regionu. Ačkoli jsou odvaly v Jáchymovském regionu svými vlastnostmi prakticky totožné s příbramskými odvaly, jsou v jiném klimatickém prostředí. Příbramský region se nachází ve srážkovém stínu brdských hřebenů (Kolektiv 2010), tudíž je sušší a teplejší než okolí Jáchymova. Vlhčí klima zajišťuje v Jáchymovském regionu odvalům výhodnější podmínky pro sukcesi, a proto je na jejich povrchu dvojnásobek vegetačního pokryvu než na Příbramsku (Jáchymovské odvaly 40 % povrchu pokryto vegetací; příbramské odvaly pouze 20 %). Na haldách tedy vegetace je, ale z hlediska jejich stáří (cca 60 let) je pokryvnost velmi malá (Dudíková 2007).

Drobní zemní savci jsou významnými z hlediska potravního řetězce mnoha dravců a predátorů, v jejichž potravě často dominují (Begon 1997). Svými nízkými nároky na biotop mohou být prvními migrujícími živočichy na tato stanoviště (např. *Apodemus sylvaticus*) – Bejček (1988). Aby zde ale vznikla trvalá a reprodukcující se populace, je potřeba několik podmínek. Hlavně je to dostatek potravní nabídky, jako jsou byliny a dřeviny, v některých ročních obdobích i drobní bezobratlí. Další podmínkou je dostatek úkrytů v podobě skulin a škvír, kterých nasypaný materiál hald skýtá mnoho. Pro drobné savce a jiné živočichy jsou haldy zajímavým biotopem, jenž v otevřené kulturní krajině má vlastnosti ekotonu (Suchomel & Heroldová 2004). Oproti okolní krajině jsou schopné zajistit trvalé a nerušené stanoviště.

Cílem této práce je prezentovat a zhodnotit data, která byla sbírána v letech 2009–2011 na příbramských haldách, jejichž vegetace odpovídala různým fázím rekultivace (zrekultivovaná halda, částečně zrekultivovaná a nezrekultivovaná halda) a na okolních kulturních plochách (pole a les):

- zjistit druhové a kvantitativní složení společenstev drobných savců na jednotlivých typech odvalů;
- porovnat druhové a kvantitativní složení společenstev drobných savců s okolními biotopy;
- vyhodnotit biodiverzitu srovnávaných biotopů;
- zhodnotit jaké typy prostředí jsou preferované na jednotlivých odvalech.

## **2. Literární rešerše**

### **2.1. Taxonomické zařazení**

Následující taxonomické zařazení se zabývá jen druhy, které byly odchyceny na sledovaných biotopech.

(Podle Anděry 2005 )

**Třída:** savci (*Mammalia*)

**Řád:** hlodavci (*Rodentia*)

**Čeleď:** hrabošoví (*Arvicolidae*)

norník rudý (*Clethrionomys glareolus*)

hraboš polní (*Microtus arvalis*)

**Čeleď:** myšoví (*Muridae*)

myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*)

myšice lesní (*Apodemus flavicollis*)

**Řád:** Hmyzožravci (*Insectivora*)

**Čeleď:** Rejskoví (*Soricidae*)

rejsek malý (*Sorex minutus*)



## **2.2. Hlodavci (*Rodentia*)**

Hlodavci jsou ze savců nejpočetnějším řádem. Jsou to převážně drobní živočichové s životní strategií, výjimkou u nás je bobr evropský (*Castor fiber*) a ondatra pižmová (*Ondatra zibethicus*). Jednotlivé druhy jsou přizpůsobeny rozličným typům prostředí, jejich nároky jsou často malé, a proto žijí i ve velmi drsných podmínkách. Tento řád je prakticky kosmopolitní, jeho zástupci žijí jak vysoko v horách, tak i ve vodě (kromě moře) nebo na poušti. Nedělá jim žádné problémy kulturní obhospodařované území, jako pole nebo hospodářský typ lesa, ale ani urbanizovaným lokalitám se nevyhýbají (centra měst i přímo přibytky lidí). Antarktida je jediný kontinent, kde se nevyskytují. Jejich rozšíření také do velké míry napomohl člověk. Na palubách lodí i jiných cestovních prostředků se mohli šířit rychle po celém světě (Anděra 2005).

Největší počet druhů žije podzemním životem v různě hlubokých norách, často koloniálně. Tato životní strategie s sebou nese určitá přizpůsobení, jako například redukce zraku (ne kompletně), oproti tomu došlo k vyvinutí jiných smyslů, například čichu nebo hmatu. Další často obsazované prostředí je vodní. I zde je řada uzpůsobení, například hustá srst, která chrání kůži před vodou a chladem, ocas je u některých anatomicky tvarován, aby sloužil jako kormidlo (zploštělý), mezi prsty jsou plovací blány k usnadnění pohybu ve vodě. Dalšími obsazovanými biotopy jsou například i koruny stromů (Anděra 2005).

Charakteristicky je utvářen jejich chrup, jenž je neúplný. Chybí v něm špičáky a třenáky, přední párové řezáky jsou přeměněny v neustále dorůstající hlodáky (Langrová & kol. 2007, Valenská 2007). Mezi stoličkami a hlodáky je mezera zvaná diastema (Anděra 2005). Stoličky jsou dvojího druhu. Hlodavci přijímající převážně herbivorní potravu mají hypsodontní stoličky (vysoké a ploché), ale všežravé druhy mají stoličky bunodontní (nízké, čtvercové, se zaoblenými hrboly). Hlodáky mají jednu specifickou vlastnost – mají sklovinu jen z přední strany, takže dochází v zadní části zubu k rychlejšímu obrušování, tímto způsobem vzniká na konci ostré zašpičatění. Nasazení spodní čelisti na lebce je takové, že s ní mohou hlodavci pohybovat jen dopředu a dozadu, zuby tedy fungují jako páčidlo. Díky takovému chrupu se mohou dostat do velmi tvrdých rostlinných částí, například tvrdých jader. Střeva mají dlouhá, neboť převládá rostlinná strava (Anděra 2005).

Na povrch těla ústí množství pachových žláz, konkrétně na čenichu, břiše, bocích, u řitního otvoru, pod ocasem i jinde. Některé druhy mají chlupy i na spodních stranách chodidel, ale převážná většina druhů je mají lysé. Většina našlapuje na celé chodidlo. Ocas je u každého druhu funkčně i délkou specifický druh od druhu. Se sezónními změnami si někteří

poradili v zimním období hibernací. Hlodavci žijící na pouštích se přizpůsobili obdobím sucha a horka estivací. Druhy s takovou strategií si tvoří zimní (nebo letní) zásoby, které jim pomohou špatné klimatické podmínky překonat. K odnášení takových zásob slouží lícni vaky neboli torby. Jako příklad může sloužit křeček polní (*Cricetus cricetus*) – Anděra (2005).

Jak již bylo řečeno, většina druhů jsou r – strategové. Tyto druhy jsou typické vysokou plodností, vrhy s relativně velkým počtem mláďat. Vrhy se mohou opakovat i několikrát do roka, přičemž mláďata jsou plně vyspělá již během několika týdnů a také se mohou plně zapojit do reprodukčního cyklu ještě před prvním přezimováním. Dalším znakem pro živočichy s r – strategií je schopnost rychle osídlit nová prostředí (Anděra 2005).

Momentálně je popsáno něco přes 2000 druhů hlodavců, pravděpodobně to není konečný počet, jelikož se objevují stále nové druhy, nebo dochází k přerozdělování v taxonomickém zařazení. Rozdělení do čeledí nejčastěji probíhá na základě způsobu uchycení úponu žvýkacího svalu a tvaru lebky (sciuromorfní – veverkovití v ČR, koviomorfní – nutriovití v ČR, myomorfní – v ČR zbývající). Konkrétně v České republice můžeme najít 25 druhů hlodavců z 8 čeledí (Anděra 2005).

### **2.2.1. Hrabošovité (*Arvicolidae*)**

Tato čeleď obývá mírný pás severní polokoule a spadá do ní celkově přes 250 druhů. V České republice máme jen 6 druhů (Anděra 2005).

Pro hrabošovité je typický výrazně kratší ocas, než je délka těla jedince. Ušní boltce jsou řídko osrstěné a relativně malé. Přední končetiny jsou opatřeny 4 prsty, přičemž na zadních končetinách je prstů 5. Stoličky jsou většinou stále dorůstající a bez kořenů, jsou složeny z dentinových hranolů, pokryté sklovinou. Třecí plochy vytvářejí trojúhelníkové nebo zaoblené kličky. Těmto hlodavcům schází v ústní dutině lícni torby. Samice našich druhů mají nejčastěji 4 páry struků (Anděra 2005).

#### **Norník rudý (*Clethrionomys glareolus*)**

G: 10–36 g; LC: 80–120 mm; LCd: 30–65 mm; LTp: 15,4–20,5 mm; LA:10–17 mm (Anděra 2005).

V České republice se vyskytuje na celém našem území. Charakteristickým rysem, kterým se odlišuje od ostatních hrabošů, je výrazně rezavý hřbet těla, břišní část může být šedobílá (hlavně v zimních měsících) až nažloutlá. Ocas je svrchu tmavý ze spodu světlý (Gaisler 1962). Další odlišností od hrabošů jsou větší ušní boltce a delší ocas (cca 40–60 % délky těla) – Anděra (2005). Jeho chrup je typický pro hlodavce, stoličky jsou v juvenilním

věku bez kořenů, s dospělostí se kořeny vytvářejí a čím jsou zuby obroušenější, tím mají kořeny hlubší (Langrová & kol. 2007).

Jeho areálem je Evropa s výjimkou větší části Pyrenejského poloostrova, Řecka a středomořských ostrovů. Vyskytuje se také v Asii od střední Sibíře po Altaj a Bajkalské jezero. V České republice obývá všechny vegetační stupně od nížin až do hor, kde se vyskytuje až nad horní hranicí lesa (Anděra 2005).

Jeho nejpreferovanějším biotopem jsou lesy (nejčastěji smíšené a listnaté) s hustou podrostní vegetací (Gaisler 1962, Zejda 1983) a lužní lesy (Bryja & Řehák 1998), ale výjimkou nejsou ani smrčiny, kosodřevina, lesy na kamenných sutích, ale i rákosiny. Zimní období přečkává často v blízkosti lidských obydlí. Je to spíše druh s noční aktivitou, ale při přemnožení vychází za potravou i přes den. Teritorium má zpravidla 0,1–0,7 ha, v němž má hnízdo v mechu a listí, které je v podzemí nejčastěji u kořenů stromů nebo v mezerách mezi kameny. Hrabe si chodby v zemi, které na hnízdo navazují. Tyto chodby mají množství východů, sloužících k úniku. V chodbách také vytvářejí zásoby potravy, které jsou tvořeny žaludy a bukvicemi. V jarních měsících jejich potravu tvoří hlavně rašící části rostlin a semen, s dozráváním různých plodů v jejich jídelníčku přibývají lesní plody, houby, ale také masitá složka (může tvořit i jednu třetinu potravy) – Anděra (2005). V lesních školkách škodí okusem mladých semenáčků nebo mladé kůry (Langrová & kol. 2007).

Rozmnožovací období tohoto druhu je od konce března do konce září, přičemž se rodí 4–5 mláďat. Březost bývá mezi 16–18 dny. Váha narozených jedinců se pohybuje okolo 2 gramů, na mateřském mléce jsou závislí zhruba 3 týdny, poté opouštějí hnízdo a během 1–2 týdnů jsou plně pohlavně vyspělí. Do 5 týdnů od narození jsou tedy schopni se zapojit do reprodukčního cyklu dané populace. Rozmnožování ve stejnou sezónu, kdy se narodili, se účastní jen jedinci z časných vrhů, jedinci z pozdějších vrhů se rozmnožují až následující sezónu (Anděra 2005).

### **Hraboš polní (*Microtus arvalis*)**

G: 15–40 g; LC: 80–130 mm; LCd: 21–51 mm; LTp: 13–18,5 mm; LA: 9–11 mm (Anděra 2005).

Jedná se o nejhojnější druh otevřené krajiny z čeledi hrabošovitých v celé České republice (Gaisler 1962). Zbarven je v různých barevných škálách od žlutošedé přes šedohnědou až po slabě narezlou. Břišní část bývá nejčastěji šedobílá, ale někteří jedinci ji mohou mít i nažloutlou (Anděra 2005). Chodidla zadních nohou jsou světlá a

nepigmentovaná, jejich délka je maximálně 18 mm. Ušní boltce jsou poměrně silné, ale malé, hustě porostlé krátkými chlupy. Ocas má oproti *C. glareolus* krátký, délkou odpovídá 30–40 % délky těla. Průměr oka je zhruba 3 mm (Gaisler 1962).

Areál hraboše polního je po celé Evropě s výjimkou Skandinávie a Středomoří. Zde jsou limitujícími faktory nejspíš přílišné teplo, na severu to je do hloubky promrzající půda, není tam ani dostatek potravní nabídky. V České republice se vyskytuje na celém území, tedy i nad horní hranicí lesa, kam migruje přes průseky v lesích nebo podél komunikací (Anděra 2005).

Preferovaným prostředím tohoto druhu jsou bezesporu suchá stanoviště v otevřené krajině (Gaisler 1962), výjimky dělá v době přemnožení, kdy jej lze nalézt i ve světlých lesích nebo v roztroušené zeleni. Nemá rád biotopy s vysokou vegetací. Zimní období přečkává ve svých norách (v hnízdech, kde je několik jedinců z kolonie), může se také stahovat do seníků, sýpek nebo stohů (Anděra 2005). Denně spotřebovává velké množství potravy, které mnohdy překročí i hmotnost daného jedince (do 125 % hmotnosti) (Langrová & kol 2007). Za potravou se vydává ve dne i v noci s přestávkami 2–3 hodiny, které slouží k odpočinku. Jeho potrava se skládá v jarních měsících hlavně z mladých listů a stonků rostlin, později v létě přibývají dozrávající semena, kořeny a oddenky, někdy požírá i hmyz (Anděra 2005). Při přemnožení populace často dochází ke kanibalismu (Langrová & kol 2007).

V podzemí vytváří síť chodeb a nor, každá nora má množství východů s typickými výhrabky. Jednotlivé východy jsou spojeny řadou vyšlapaných cestiček, podél nichž je okousaná vegetace. Uprostřed soustavy chodeb staví obvykle hnízdo, jehož průměr je mezi 10–14 cm a je vystlané suchou trávou. Zimní hnízdo má větší rozměry, jelikož je určeno pro větší množství jedinců, kteří lépe udržují teplo. Staví si také únikové, ne moc hluboké jamky, které nejsou propojené s hlavní soustavou obytných chodeb, slouží k rychlému úkrytu před predátorem. Někdy si hnízdo postaví i na povrchu (skrytě), a to v případě, že je biotop hodně saturován vodou, nebo je pod vyšší vrstvou sněhu. Obvyklá soustava nor a chodeb se nachází 10–20 cm pod povrchem a obsahuje také zásobní prostory (na zimní zásoby) a krmné komůrky (slouží k dočasnému úkrytu potravy pro případ nouze) – Anděra (2005).

Samci v rozmnožovací kondici nemívají stálé teritorium, jejich okrsek je zhruba 1500 m<sup>2</sup>. Postupně střídají samice, které jsou v říji. Rozmnožovací období je obdobné jako u *C. glareolus*, tedy od konce března po září. Samice využívají zpravidla jen čtvrtinu okrsku samce. Březí jsou 19–21 dní, po kterých se rodí 4–7 mláďat. V období 3–5 týdnů od narození dosahují jedinci pohlavní dospělosti a mohou se tedy zapojit do rozmnožovacího cyklu. Po

dosažení pohlavní dospělosti ihned opouštějí hnízdo a kolonizují blízké okolí. Samice po porodu často brzy zabřeznou (Anděra 2005).

Typickou vlastností populací hraboše polního jsou cyklické fluktuace početnosti v rámci určitého území. Tyto fluktuace se opakují celkem pravidelně v rozmezí 3–5 let (Laštůvka 1996). Při takovém přemnožení může hustota populace dosáhnout i 3000 jedinců/ha. Přemnožením dochází k nedostatku potravy, rozšíření mnoha chorob a ke stresům, díky čemuž opět početnost rychle klesá třeba až na 1 ex. na 2–5 ha (Anděra 2005).

### **2.2.2. Myšovití (*Muridae*)**

Tato čeleď celosvětově obsahuje cca 600 druhů (Langrová & kol. 2007), jde tedy o nejpočetnější čeleď hlodavců. V České republice jsou myšovití zastoupeni 9 druhy (Anděra 2005). Tyto druhy jsou převážně všežravé, s preferencí semen v době jejich dozrávání. Jejich chrup je složen z 16 zubů. Stoličky jsou opatřené kořeny a na vrchu mají hrbolky srovnané do 3 řad, nebo splývající v lišty (Langrová & kol. 2007). Hlavním znakem této čeledi jsou relativně velké ušní boltce, které jsou oproti hrabošovitým jen slabě osrstěné (zdají se být lysé), dalším znakem jsou velké korálkovité oči. Ocas mívají delší než 2 třetiny délky těla a často málo osrstěný, nebo úplně lysý. Kůže na ocasu tvoří kroužky a dá se snadno stáhnout z obratlů, což slouží k úniku v případě polapení predátorem (Gaisler 1962). Hlava druhů z této čeledi je protáhlá a zahrocená (Anděra 2005).

Tyto druhy nebývají striktně podzemními hlodavci, žijí převážně na povrchu (kde mají i v některých případech hnízda), naopak dobře lezou a skáčou po stromech. Samice mají nejčastěji 2–6 párů mléčných bradavek (Anděra 2005).

#### **Myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*)**

G: 13–38 g; LC: 75–110 mm; LCd: 70–106 mm; LTp: 19,5–23,5 (24) mm; LA: 14,5–18,5 mm (Anděra 2005).

Tři naše myšice jsou si velmi podobné, jsou jimi myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), myšice malooká (*Apodemus microps*) a myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*). *A. sylvaticus* je oproti *A. flavicollis* v průměru menší, časté je však překrývání tělesných rozměrů, zvláště jedná-li se o mladší jedince (Gaisler 1962). Nejspolehlivějším, ale ne zcela stoprocentním, znakem je délka zadního chodidla, které nikdy nepřekračuje délku 24 mm, přičemž nejčastější délka se pohybuje v rozmezí 20,5–23 mm. Dalším celkem spolehlivým určujícím znakem je

délka ocasu, která bývá dlouhá jako 2 třetiny délky těla jedince. Na ocasu lze napočítat 150–180 ocasních kroužků zrohovatělé kůže. Zbarvení může být dalším určujícím znakem, ale je nejméně spolehlivé obzvláště v případě mokrych jedinců. Nicméně rozdíly zde jsou také patrné. Hřbet *A. sylvaticus* je hnědý až světle rezavý, oproti *A. flavicollis* je našedlý (Gaisler 1962). Břišní část je šedavě bílá až šedá. Mezi břišním a hřbetním zbarvením není výrazná hranice (na bocích splývá). Na krku má, podobně jako *A. flavicollis*, také žlutou skvrnu, která je menší a nezasahuje na přední končetiny (u některých jedinců může zcela chybět). Sluch i zrak má tento druh výborný, jen mu oko neumožňuje vidět barevně. Je ale schopný vnímat magnetické pole (Anděra 2005).

*A. sylvaticus* je velmi přizpůsobivý druh hlodavce. Nároky na biotop má minimální, nicméně potřebuje dostatek úkrytů v podobě skulin a škvír, nebo dostatek půdního pokryvu, kde je schopná si sama vyhrabávat síť chodeb, mající minimálně dva východy (ostatní ucpává hlínou a listím). Vhodným biotopem pro tento druh je také prostředí s dostatkem potravní nabídky až do vzdálenosti 180 m od hnízda, což je její akční rádius (Anděra 2005).

Tento druh lze nalézt po celém území České republiky, kde se nevyhýbá téměř žádnému prostředí. Výjimku tvoří horské oblasti nad horní hranicí lesa, kde se může omezeně objevit, ale drží se při hranici lesa (výskyt do 1500 m n. m., vyhýbá se vrcholu Sněžky - Anděra 2005). Hojná je tedy víceméně v jakémkoli biotopu, přesto dává přednost otevřené hospodářské krajině, kde sídlí hlavně u porostů (křoviny, remízky, hranice lesa, okolí rákosin, sady a různé liniové formace). Výjimečně se může vyskytovat i uvnitř lesa (Gaisler 1962). Často ji lze nalézt i v urbanizovaném prostředí, kde vyhledává zarostlé biotopy, kterými mohou být železniční násypy a parky i v centru města. Je to pionýrský druh savce, často tedy osidluje jako první území s určitou disturbancí i po lidské činnosti, například výsypky, opuštěné lomy nebo skládky (Anděra 2005). Prvním výskytem bývá jen přeběhnutí, neboť k vytvoření trvalé a rozmnožující se populace je pro ni důležitý zdroj potravy v podobě sukcesních porostů (Bejček 1988). Zimní období často přečkává v kůlnách, seníkách, chalupách a podobných objektech (Anděra 2005).

Celosvětově je rozšířená po celé severní polokouli, obývá celou Evropu, kde je i na středomořských ostrovech a Islandu, neobývá však severní Skandinávii a Finsko (pravděpodobnými nevhodnými podmínkami jsou do hloubky promrzající půda a krátké vegetační období). Rozšířená je také v severozápadní Africe, v Asii se vyskytuje v Indii, v Číně a Mongolsku. Z již zmíněných důvodů se vyhýbá tundrovým oblastem. Hranice jejího areálu tedy tvoří na severu oblastí s krátkou vegetační dobou a silnými mrazy, na jihu je to oceán a v Africe je limitující Sahara (Anděra 2005).

Potravně tento druh preferuje semena různých rostlin, ale v jarním a podzimním aspektu je nezastupitelnou složkou masitá potrava, jíž jsou hlavně drobní bezobratlí (hmyz, plži apod.) – Anděra (2005).

V rozmnožovací sezóně žijí v nedokonale organizovaném společenství, v němž jsou dominantní samci s vůdčím postavením. Velikost teritoria takového samce bývá mezi 1–2 ha, což překrývá několik okrsků podřízených samic. Během sezóny mohou mít samice až 3 vrhy se 4–7 mlád'aty. Narozená mlád'ata jsou holá a váží od 1 do 2 gramů, po 6 dnech začínají obrůstat šedivou srstí na hřbetní straně a bílou na břiše. Do dvou týdnů od narození se jim začínou objevovat řezáky. Teprve po 16 dnech začínají vidět. Samice mají svá hnízda buď v úkrytu na povrchu nebo mělce pod zemí (Anděra 2005).

Samci jsou v rozmnožovacím období pohyblivější než samice, proto v sezóně může dojít při odchycích ke zkreslení výsledků, neboť se samci chytají častěji. Tento fakt ovšem neplatí u mlád'at. Tento druh dokáže dobře šplhat po stromech, ale nevylezou tak vysoko jako *A. flavicollis*. Jsou aktivní hlavně v noci a pohybují se relativně rychle (Anděra 2005).

### **Myšice lesní (*Apodemus flavicollis*)**

G: 18–45 g; LC: 90–123 mm; LCd: 87–127 mm; LTp: 23–27 mm; LA: 17–21 mm (Anděra 2005).

Tento druh je z myšic žijící v České republice největší, ale hodnoty tělesných délek se mohou překrývat s ostatními druhy, často k tomu může docházet u nedospělých jedinců. Hlavním znakem u dospělců je délka zadní nohy, která je delší než 24 mm (nejčastěji 24–25 mm). Dalším relativně spolehlivým znakem je délka ocasu, jenž by měla být zhruba stejná jako délka těla (75–125 mm) – Gaisler (1962). Na ocase se nachází celkem 180–230 kroužků zrohovatělé kůže. Zbarvení jako nejméně spolehlivý znak se také liší od ostatních našich myšic, je na hřbetě a bocích ryšavě až kaštanově hnědé. Břišní partie jsou téměř čistě bílé. Na bocích není žádný přechod, ale obě barvy jsou odděleny ostrou hranicí. Na hrdle je žlutá skvrna podobně jako u *A. sylvaticus*, ale tento druh ji má výraznější a často zasahuje až na přední končetiny. Oči jsou korálkové a velké, o průměru 5 mm. Uši jsou větší a lysé (16,5–21 mm (Gaisler 1962)). Všechny tyto údaje jsou typické pro dospělého jedince, mlád'ata a občas i samice jsou pod limity, překrývají se tedy s ostatními druhy a není jednoduché je determinovat (Anděra 2005).

Areál myšice lesní je stěžejně v Eurasii. Žije hlavně ve střední části Evropy od Francie přes Itálii a jižní Skandinávii po Ural a dál na Kavkaz, Malou Asii a Blízký východ. Obývá i mnoho ostrovů ve Středozezemním moři. S limitujícími faktory je na tom podobně jako *A.*

*sylvaticus*, proto nezasahuje vysoko na sever do tundrových oblastí, kde se vyskytuje permafrost a je zde nedostatek potravy. V České republice se jedná o běžný druh lesních ekosystémů (Gaisler 1962), kde ale dává přednost listnatým světlým lesům, lze jej nalézt i v břehových porostech okolo vodních toků nebo v sadech a remízkách. Zimu velmi často přečkává v seníkách, hospodářských budovách nebo sýpkách, kde ji přitahuje dostatek potravy po celou zimu. Jedná se o velmi pohyblivý druh, který svou potravu shání v okrsku velkém 2–2,5 ha. Denzita v populaci je zhruba 1–10 jedinců/ha, ale při cyklické fluktuaci může denzita dosáhnout až 50 jedinců/ha (Anděra 2005).

Jako většina myšic, je i *A. flavicollis* velmi rychlý druh, především rychle běhá a skáče do vzdálenosti až 1 m, obratně také leze po stromech (6–7 m vysoko). Leze výš než *A. sylvaticus*, v korunách stromů shání potravu v podobě plodů. Hnízdo si staví ze suchého listí a trávy, situuje je ke kořenům stromů, do poskládaného dříví nebo do škvír v kamenech. Obývá také stromové dutiny a podzemní nory. Složení stravy odpovídá preferovanému lesnímu biotopu, bývají to hlavně semena dřevin a bylin, jejich zelené části tvoří jen malé procento celkové stravy. Vyhledávaná je převážně v jarním období, dokud nedozrají preferovaná semena. Podobně jako u *A. sylvaticus* tvoří část její stravy i masitá složka v podobě různých drobných živočichů: hlavně brouci, slimáci apod. Potravu shání převážně v noci, zpravidla 1–2 hodiny po setmění (je to striktně noční živočich). Přes zimu neupadá do hibernace a aktivně shání potravu, pouze v případě tuhých mrazů upadá do krátkodobé strnulosti (Anděra 2005).

Reprodukční období tohoto druhu začíná relativně brzy oproti jiným druhům, již koncem února. Samice je březí 23–26 dní, poté se rodí 4–5 mláďat, ale ve výjimečných případech jich může být až 9. Váha narozeného jedince se pohybuje okolo 1,5 g. Po 12–14 dnech začínají vidět. S matkou se do určité doby dorozumívají ultrazvukem o frekvenci 56–60 kHz. Plně dospějí již po 3 týdnech, v této době opouštějí matku a mohou se zapojit do reprodukčního cyklu (zvláště brzké vrhy) – Anděra (2005).

Průměrná délka života *A. flavicollis* je maximálně dvě zimy, ale v zajetí jsou to i 4 roky (Anděra 2005).

### **2.3. Hmyzožravci (*Insectivora*)**

Řád hmyzožravci je vývojovou linií jednoho proudu placentálů na severní polokouli. V současné době mezi hmyzožravce řadíme rejsky, štětinatce, ježky, krky a nezofonty, jež jsou ale dnes vyhubeni. Do tohoto řádu spadá 440 druhů, na území České republiky žije 10 druhů ze 3 čeledí (Anděra 2005).



Hlavními znaky pro tento řád jsou krátké přední i zadní končetiny, jež jsou opatřeny 5 prsty, přičemž jsou ploskochodci (Anděra 2005). Hlavu mají protáhlou, s pohyblivým rypáčkem, který je velmi podstatný pro čich a hmat, chrup mají málo diferencovaný, přičemž stoličky jsou ostré (sekodontní) – Langrová & kol. (2007). Další dobře vyvinutou vlastností je dobrý sluch potřebný zvláště pro druhy, jež vysílají ultrazvukové signály k lepší orientaci (podobně jako echolokace) – Anděra (2005).

Samice tohoto řádu jsou březí v rozmezí 11–43 dní. Počty mléčných žláz se pohybují mezi 1–7 páry, jejichž počet souvisí s počtem narozených mláďat, který je u našich druhů 10–12 na jeden vrh. Mláďata opouštějí hnízdo až po několika týdnech, jsou tedy vývojově pomalejší než stejní savci patřící do řádu hlodavců (Anděra 2005).

Nároky na biotop jsou velmi malé, protože se dokázali přizpůsobit téměř jakémukoli prostředí. Není problém je nalézt v tundře, v lesích i na poušti, nevyhýbají se vysokým horám ani nížinám, některé druhy se dokážou velmi rychle pohybovat ve vodě. Převážná většina druhů tohoto řádu ale žije v podzemí ve svých norách. Obývají všechny kontinenty kromě Austrálie, části Jižní Ameriky a polárních oblastí (Anděra 2005). Někteří spotřebují díky svému rychlému metabolismu takové množství potravy, které odpovídá vlastní váze daného jedince (Langrová & kol. 2007). Dominující složkou v jejich potravě je masitá strava v podobě hmyzu a různých jiných bezobratlých, ale výjimkou nemusí být ani drobný obratlovec. Doplňkovou stravu v různých obdobích tvoří i semena nebo ovoce. Většina druhů shání potravu přes noc, ale někteří i ve dne (Anděra 2005).

### **2.3.1. Rejskovití (*Soricidae*)**

Rejskovití jsou nejpočetnější čeledí, která patří do řádu hmyzožravců, u nás zastoupenou 7 druhy. Jedná se o drobné savce, jejichž délka těla jen málokdy překročí 7 cm. Hlavu mají typicky protaženou, s pohyblivým rypáčkem, jež jim slouží k hmatové i čichové orientaci v norách. Samice rodů *Sorex* a *Crocidura* mají 3 páry mléčných bradavek, ale samice rodu *Neomys* mají 5 – 6 mléčných bradavek. Zpravidla se jedná o rychlé a pohyblivé živočichy (Anděra 2005). Druhy rodu *Sorex* a *Neomys* mají červené konce zubů, oproti tomu druhy rodu *Crocidura* mají zuby celé bílé (Langrová & kol. 2007).

#### **Rejsek malý (*Sorex minutus*)**

G: 2,5–5 g; LC: 40–63 mm; LCd: 39–46 mm; LTp: 10–11 mm (Anděra 2005).

Tento druh je nejmenším savcem na území České republiky (Langrová & kol. 2007). Zbarvením se *S. minutus* podobá *S. araneus* (rejsek obecný), je stejně hnědý, ale celkově drobnější (délka těla nepřekračuje 60 mm u dospělého jedince, přičemž dospělec *S. araneus* je delší než 60 mm), jeho ocas je u kořene nápadně zúžený a relativně dlouhý (65–90 % délky těla). Délka zadní tlapy nepřekračuje 11 mm (Gaisler 1962).

Areál tohoto druhu se hodně překrývá s výskytem *S. araneus*, jedná se o celou Evropu, kde obývá i západní Francii (oproti *S. araneus*), ale vyhýbá se Středomoří a středomořským ostrovům, na východní straně zasahuje až do střední Asie (Anděra 2005). Na našem území žije hlavně v lesích a křovinách, stejně jako *S. araneus*, přičemž místy může být jeho výskyt i hojnější (hlavně v lesích) - Gaisler (1962).

Oproti *S. araneus* není tak přizpůsobivý a preferuje lesní prostředí oproti křovinám (Langrova & kol. 2007). Lze ho ale také nalézt v kulturní krajině nebo na rašeliništích a na březích vodních toků. Vhodnými biotopy jsou pro něj lesy v horském prostředí. Hnízda situuje nejčastěji na povrchu, a to ve starých pařezech nebo podobně jako *A. flavicollis* pod kameny, popřípadě žije nehluboko pod povrchem, ale přitom si nehrabe vlastní nory (Anděra 2005).

Shánění potravy provádí většinu dne i noci, jeho spotřeba potravy je vysoká, odpovídá téměř dvojnásobku jeho tělesné váhy. Potravně není náročný, naopak jeho potravní spektrum je velmi široké, konzumuje pavouky, sekáče, roztoče, brouky, mravence, mšice, ale i různá jejich vývojová stádia a někdy i některé měkkýše. Mimo vegetační období se přizívuje zelenou potravou nebo vlastními výkaly. Potravu nevyhrabává, ale pouze ji sbírá. Je to velmi pohyblivý druh (vychází to z nutnosti shánět potravu), jím obývané území má zpravidla rozlohu 500–1800 m<sup>2</sup> podle úživnosti (Anděra 2005).

Reprodukční období tohoto druhu začíná v dubnu a končí koncem srpna. Březost samic trvá 22–25 dní. Mláďata se rodí zhruba 3–4 na vrh o hmotnosti 0,2–0,3 g. V prvních dvou měsících žijí s matkou. Přibližně čtvrtina samic dospívá již v roce svého narození, ale zbytek se zapojuje do reprodukčního cyklu až na jaře následujícího roku. V zimním období dochází (i u jiných druhů rodu *Sorex*) ke změně složení stavby kostí, lze to velmi dobře pozorovat na změně tvaru lebky (Anděra 2005).

## **2.4. Populační dynamika drobných savců:**

Drobní zemní savci jsou typičtí kolísáním hustoty během let, není to však u všech druhů. Kolísání se může dělit na dva druhy: kolísání početnosti, jež se projevuje během jedné

sezóny a souvisí se sezónními změnami, se nazývá oscilace. Oproti tomu je zde dynamika, která se projevuje pravidelně v rozmezí několika let, a to je fluktuace (Heroldová & kol. 2006). Periodicita fluktuací a doba jejich trvání se mění druh od druhu. U všech druhů je ale podobně rychlý nástup i rychlý sestup početnosti, nicméně každá populační exploze je něčím specifická (Begon & kol. 1997). Fluktuace u této skupiny savců doposud nebyly komplexně objasněny (Waekowska-Dratnal & Stenseth 1985).

Fluktuální cykly lze rozdělit do 4 fází: Vzestupná, vrcholová, sestupná a početnost nízkého stavu. Vzestupná fáze je typická prodlužováním reprodukčního období (Vlasák 1986).

O příčinách fluktuací existuje mnoho teorií, shrnout je lze do dvou skupin: vnější faktory (počasí, potrava, predátoři či paraziti) a druhým typem jsou faktory vnitřní (hormonální změny či změny v chování). V obou teoriích může jít o různé interakce (Begon & kol. 1997).

### **2.4.1. Vnější faktory**

Případ vnějších faktorů (z hlediska potravy) popisovala například studie Laina & Henttonena (1983), jež byla studována na hrabošovitých hlodavcích a autoři zkoumali vliv vitality vegetace na změny v populační dynamice. Bylo zjištěno, že vitalita vegetace se rok od roku mění především v závislosti na meteorologických podmínkách, na což reagují i hrabošovité svou populační hustotou. Kombinace faktorů vitalita (kvetení rostlin) a konzumace drobnými savci má za následek vyčerpání rostlin, které vede k omezení biomasy, tudíž k úbytku potravy a následnému poklesu početnosti populace konzumentů. Takový stav vydrží po několik let, než dojde k opětovnému zesílení rostlin. Tuto studii podporuje i výzkum Forda & Pitelky (1984), kteří experimentálně doplňovali stravu drobným savcům (v uzavřených voliérách) a omezili jejich predátory, v tomto případě došlo ke snížení početnosti jen mírně. Zejda & kol. (2002) se rovněž domnívají, že potrava hraje významnou roli v cyklických fluktuacích.

Mezi další vnější faktory patří predace, která stavy početnosti populace velmi ovlivňuje. Příkladem může být populace lumíka aljašského, jehož nejvýznamnějšími predátory jsou liška polární, lasice kolčava a lasice hranostaj. Tito predátoři se vyskytují v oblastech zvýšeného výskytu lumíků. Pokud je početnost příliš malá, nemají zde ani predátory, ale dojde-li k přemnožení lumíků, predátoři se do oblasti stáhnou a tím dochází k regulaci početnosti. Lumíci patří do potravní skladby i sovice sněžné, chaluhy pomořanské,

racka šedého a kalouse pustovky. V případě nízkých stavů lumíků tito dravci na některých místech vůbec nezahnízdí. V souvislosti se zvýšením potravy, ptáci zahnízdí, a to dokonce ve větších hustotách a zakládají početnější snůšky. Druhotně tedy dochází ke snižování stavů lumíků, jelikož jsou hubeni uvedenými predátory. Na nízkých stavech vydrží několik let do doby, kdy dojde opět k přemnožení. Predátory se dá vysvětlit rapidní snížení početnosti, ale nevysvětluje to její rychlý vzestup (Begon & kol. 1997).

Podobně jako predátoři působí i parazité, jenž se díky vysoké hustotě drobných savců dobře a rychle šíří, takže vlivem rozšíření určité nákazy dochází k rychlému snižování početnosti. Nejčastěji dochází k úhynu slabších jedinců (Henttonen 1981).

## 2.4.2. Vnitřní faktory

Vnitřní faktory jsou spjaty s fluktuacemi drobných savců, ale zatím žádná studie nepřinesla objasnění, zda se jedná o důsledek či o příčinu přemnožení. Při fluktuaci dochází ke dvěma typům změn: rychlost šíření (v růstové fázi je vysoká, s vrcholovou fází klesá a v poklesové je nízká). Druhým typem změn je agresivita, která by měla být také nejvyšší ve fázi růstu a postupem klesat (Begon & kol. 1997), ovšem Warkowska-Dratnal & Stenseth (1985) jsou názoru, že agresivita je naopak mírnější v době růstu početnosti a stoupá ve vrcholové a klesající fázi.

Při přemnožení populace často dochází k agresivitě zvláště u rodičů. Rodiče mláďata často předčasně nutí opustit hnízdo, což vede k jejich úmrtnosti, nebo dospělci mláďata zabijí (často i konzumují: př. *Microtus arvalis*). Toto chování podporuje studie na *Microtus pennsylvanicus*, při níž byla uměle snižována hustota dospělých jedinců, načež úhyny mláďat klesly a vzrostlo jejich rozmnožování. Po odstranění i matek se stavy mláďat ještě zlepšily (Vandenbergh 1987).

Agresivita je podle některých výzkumů u některých jedinců dána genotypově a je tedy možné, že v určitých fázích fluktuace jsou zvýhodněni určití jedinci s genotypově vrozenou agresivitou, tím pádem s množením stoupá i jejich početnost. V dalších fázích je naopak upřednostňován opačný genotyp, a tak hustota jedinců s tímto genem začne být větší. Agresivita je také spojena s kontaktem nepříbuzných jedinců (Begon & kol. 1997).

Shrneme-li všechny tyto vlivy u dynamiky drobných savců, dojdeme k závěru, že hustota drobných savců vzrůstá s množstvím potravy. S početností populace dochází k intenzivnímu šíření jedinců. Díky zvýšené hustotě a migraci dochází k častým střetům s nepříbuznými jedinci a je tedy zvýhodněn agresivní genotyp. S přemnožením dochází ke

snížení biomasy potravy a se stále větší agresivitou jsou slabší jedinci odlovováni predátory, kteří reagují na fázi vrcholu fluktuace. Pokles početnosti se zastaví, až když se sníží počet predátorů vlivem vychytání potravy. Po přemnožení obvykle bývá období nízkých stavů, jenž trvá až do chvíle, dokud se rostlinné společenstvo nezotaví (zpravidla několik sezón) – Begon & kol. (1997).

## 2.5. Společenstva výsypek a hald

Ve zdravě fungujících ekosystémech dochází k rovnoměrné distribuci zdrojů a energie jak uvnitř, tak mezi jednotlivými ekosystémy. Ve člověkem přeměněné a zdevastované krajině, jako jsou například výsypky, jsou tyto toky velmi často nefunkční a takové plochy jsou tudíž energetiky velmi nestabilní. Obzvláště dobře je to patrné na teplotě – zahřívání povrchu výsypky je oproti okolní krajině daleko větší a tudíž dochází ke značnému vysušování, tedy je zde nedostatek vody a důsledkem jsou ztížené podmínky pro primární sukcesí (Bodlák & kol. 2011).

Nový prostor i přes zhoršené podmínky skýtá mnohé příležitosti, jenž využívají pionýrské druhy jak rostlin, tak živočichů. Rostlinná sukcese je důležitá z hlediska teplotní a vlhkostní bilance. Vyplývá to ze studie Broma & kol. (2011), jenž dělali výzkum na západočeských hnědouhelných výsypkách po dobu 25 let. Po této době došlo k téměř úplnému začlenění výsypky do okolní krajiny, což se týká energetických a zdrojových toků (zvýšila se vlhkost a snížily se teplotní rozdíly během dne, a to i vůči okolní krajině). Prvními živočichy na takto obnažených plochách bývají zpravidla bezobratlí, kteří často přes tyto plochy jen přebíhají, s postupující vegetací samozřejmě dochází k osídlování biotopů (např: mravenci druhu *Lasius niger*) – Holec (2006). Prvními druhy z řad savců, jež tyto plochy obývají, jsou právě drobní savci, neboť nasypaná hlušina výsypek pro ně skýtá množství úkrytů.

Prvním druhem, který se na výsypkách vyskytne, je zpravidla *Apodemus sylvaticus*, tento fakt vyplývá z výzkumů na mosteckých výsypkách. Tento druh se vyskytuje již na velmi mladých kamenných sutích, kde ale netvoří rozmnožující populaci, protože zde není dostatek potravy (Bejček 1988). Tomuto tvrzení, ale odporuje výzkum Rathkeho & Bröringa (2005) na hnědouhelných výsypkách v Německu. Podle jejich výzkumu *A. sylvaticus* preferuje hlavně prostředí sukcesně starší, nebo prostředí, které nebylo hornictvím zasaženo. Naopak pionýrským druhem v této studii je *Crocidura leucodon* a *Crocidura suaveolens*. Obě studie se ale shodují na druhém druhu, který kolonizuje prostředí výsypek, a to je *Microtus*

*arvalis*. Hlavní podmínkou pro jeho usídlení je dostatečná vrstva substrátu, v němž si může vyhrabávat nory, a samozřejmě také dostatečná bylinná vegetace. Nejčastějšími druhy migrujícími na plochy postižené těžbou nerostných surovin jsou tedy *Apodemus sylvaticus*, *Crocidura leucedon*, *Crocidura suaveolens* a *Microtus arvalis* (Bejček 1982, Rathke & Bröring 2005).

Na základě výzkumů, provedených Bejčkem (1979) v letech 1974 (říjen) až 1977 (květen) na mosteckých výsypkách, bylo zjištěno, že populační dynamika během roku (natalita, mortalita různých vývojových stádií jedinců a začátek a konec reprodukčního období) u *M. arvalis* odpovídá populacím obývajícím vyšší nadmořské výšky (tedy území pahorkatin). Reprodukční období populací, jež obývají pahorkatiny, začíná koncem března a začátkem dubna, konec je zhruba v září, maximum reprodukce se pohybuje od května do července (Pelikán 1959). Období se shodovalo, ale maximum reprodukce na Mostecku probíhalo v rozmezí od dubna do června (Bejček 1979), ke stejnému závěru dospěl i výzkum na severu Německa prováděným Reichsteinem (1964). Reprodukční období *A. sylvaticus* začíná na mosteckých výsypkách v první polovině dubna a končí v září, přičemž samci jsou aktivní cca o měsíc a půl dříve než samice. Největší reprodukční maximum nastává v květnu a červnu (Bejček 1979).

Z výzkumů, jež byly prováděny na hnědouhelných západočeských výsypkách, lze tedy soudit, že dynamika drobných savců na výsypkách odpovídá spíše prostředí vegetačního stupně nad vegetačním stupněm, v němž se výsypka vyskytuje (Bejček 1979). Faktorem, který tento fakt ovlivňuje, může být morfologie výsypek v krajině. Jedná se nejčastěji o kopcovité útvary, které významně vyčnívají nad okolní krajinu, a proto jsou na jejich povrchu drsnější povětrnostní podmínky než v přilehlém krajinném reliéfu. Zvláště pak jedná-li se o nezalesněné výsypky (Bodlák & kol. 2011).

### **2.5.1. Sukcesní procesy v jednotlivých letech**

Jak již bylo řečeno, prvními druhy, které se vyskytují na haldách, jsou *Apodemus sylvaticus*, *Crocidura leucedon* a *C. suaveolens*. Přitom *A. sylvaticus* zde může již po několika hodinách od nasypání výsypky přebíhat, jelikož se jedná o aktivní a pohyblivý druh s poměrně velkým pohyblivým rádiusem (180 m) – Anděra (2005). Ale stálá a reprodukcující se populace se začínají objevovat až zhruba po 3. roku od nasypání haldy. Je to doba, kdy se začínají na povrchu vyskytovat stálé ostrůvky náletových bylin. Početnost takové populace během let stoupá, protože dochází k zarůstání obnažených ploch, a tak se zvyšuje potravní

nabídka. Konkrétně druhu *A. sylvaticus* vyhovují stanoviště umožňující dostatečné množství pohybu, ale zároveň s dostatečnou potravní nabídkou (nezapojené bylinné patro) – Bejček (1981b).

Druhý významný druh, pro něhož je prostředí výsypek zajímavým biotopem, je *Microtus arvalis*, který je vázaný na zapojené bylinné patro. Výsypky pro něj ale začínají být zajímavé až po 4. roce od sypání, tedy v době, kdy se z náletových bylin stávají souvislejší porosty. V tomto roce je *M. arvalis* vázán jen na výskyt ostrůvkovité, místy spojitě bylinné patro. Jeho výskyt je tedy omezen pouze na několik jedinců tohoto druhu. S postupujícím zarůstáním volných ploch se abundance zvyšuje. Tento druh tedy preferuje biotop se zapojenou vyšší vegetací a s dostatkem půdního horizontu (Bejček 1981b).

S rostoucím počtem druhů bylin, jež zaujímají vyšší bylinné patro, migruje na toto území další druh, kterým je *Sorex araneus*. Tento druh již potřebuje ke svému výskytu vlhčí mikroklima a dostatečnou vrstvu humusového substrátu (odumřelé části vegetace), která obsahuje dostatečnou zásobu potravy. *S. minutus* se objevuje také, ale není významně početně zastoupen (Bejček 1981b).

Poslední druhy, jež se také v těchto prostředích vykytují, jsou druhy preferující lesní biotopy, které nastupují až s významným rozvojem stromového patra. Jsou jimi *Clethrionomys glareolus* a *Apodemus flavicollis* (Bejček 1981b).

## **2.5.2. Vliv zalesnění výsypek**

Hlušina pocházející z hloubky, která tvoří materiál výsypek, je chemicky odlišná od okolní kulturní krajiny. Vlivem intenzivního hnojení nebo sekundární eutrofizace jsou okolní zemědělské plochy edaficky změněny. Především neustále dochází k nitrifikaci většiny našeho území. V případě ponechání území sukcesi dojde ke změně prostředí na rumištní společenstva. Nově nasypaná výsypka nabízí oligotrofní prostředí, protože není ovlivněna zemědělskou výrobou, proto je toto území významné pro druhy, které nemají vysoké nároky na živiny.

Veškeré sukcesní procesy, které na nové ploše začnou probíhat, směřují k vytvoření klimatického klimaxu (les). Z výzkumů na mosteckých výsypkách vyplývá, že pokud dojde k lesnické rekultivaci, v krátké době dojde ke změně trofických a topických podmínek, což s sebou nese i změnu rostlinného a živočišného druhového složení.

Probíhá-li sukcese samovolně, dojde zhruba do 20 let k zapojení bylinného patra. V takovém prostředí dominuje *A. sylvaticus*, ale pokud je povrch tvořen vyšší vrstvou

půdního horizontu, početně dominantním druhem savce se v tomto stadiu stane *M. arvalis*, pro něhož je zapojené travní společenstvo ideálním biotopem. Pokud na takovém stanovišti provedeme lesnickou rekultivaci, dojde ke změně mikroklimatu a změní se diverzita bylinného patra, která je z velké části nahrazena křovinnou složkou. Vlivem těchto změn se značně změní i početnost druhu *M. arvalis*, jehož stavy se sníží na minimum a nastoupí do takového prostředí lesní druhy drobných zemních savců (*A. flavicollis*, *C. glareolus* atd...) – Bejček (1981a).

*Microtus arvalis* je druh, jehož populace činí velké škody na zemědělských kulturních plodinách (Reichholf 1996). Na polích je tento druh huben velmi účinnými chemickými látkami (tzv. rodenticidy). Pokud je ale v blízkosti výsypka s vhodnými podmínkami pro tento druh, je pravděpodobné, že tam žije početná populace a je proto likvidace druhu na přilehlých polích značně ztížena. Z tohoto hlediska je vhodná lesnická rekultivace výsypky, čímž dojde ke značné redukci jeho populace a budou podpořeny i ostatní druhy převážně lesní specialisti nebo ekotonální druhy (Bejček 1981a, Bejček 1981b).

## 2.6. Společenstva izolovaných lesních komplexů

Izolované drobné lesní komplexy, které se nacházejí uprostřed intenzivně obhospodařovaných ploch, jsou velmi důležité pro mnoho živočichů i rostlin, jejichž preferovanými biotopy jsou remízky nebo okraje lesa. Přirozeně se zde bude nacházet i zajímavá diverzita drobných zemních savců. V kulturní krajině tyto drobné lesní ekosystémy vytvářejí záchytné body (tzv. nášlapné kameny – Begon & kol. 1997), které zprůchodňují krajinu z hlediska migrace obzvláště drobných živočichů (Aschwanden & kol. 2007, Heroldová & kol. 2007). Mohou také zajišťovat přechodné nebo stálé útočiště před predátory a okolní zemědělská krajina naopak skýtá množství potravní nabídky. Biodiverzita těchto izolovaných drobných lesních fragmentů je z velké části závislá na stáří a druhovém složení porostu. Mladší porosty mají o dost chudší druhovou skladbu než porosty starší (Pelikán 1986). Druh, který obývá takové prostředí, je velmi často *Apodemus sylvaticus*. Další druh, také hojný, ale ne v takové početnosti je *Apodemus flavicollis*. Přestože se jedná o lesní druh, není to jeho preferované prostředí. Drobné izolované lesní komplexy jsou spíše ekotonálního charakteru a tento druh preferuje biotop vnitřku listnatého lesa. Oba tyto druhy jsou semenožraví a živí se často semeny dřevin (bukvice, žaludy). Takto izolované lesní fragmenty neposkytují dostatek potravy, kterou jim tedy skýtají hlavně semena kulturních plodin z okolí, popřípadě drobní živočichové (Pelikán & Nesvatbová 1979).



Podstatné je i druhové složení dřevin, například dominuje-li borovice lesní, mikroklima, odpovídá spíše otevřené krajině, kterou velmi často preferuje *A. sylvaticus*. Někdy v omezených stavech je možný i výskyt *A. flavicollis* (Zejda 1973). Lesní fragmenty zajišťují daleko větší biodiverzitu, než velké lesní komplexy, v nichž dominuje jeden druh dřeviny. Důvodem může být to, že společenství pár stromů o rozloze několika hektarů v jiném, plošně větším prostředí, obsahuje živočichy z obou prostředí, jelikož tento drobný lesní komplex funguje jako ekoton. Velké izolované lesní plochy tyto podmínky nemohou splnit, jelikož mají převážně lesní charakter (Suchomel & Heroldová 2004). Toto potvrdila i studie prováděná na nově vysazených koridorech, ve kterých byla průměrná biodiverzita výrazně vyšší než v okolní intenzifikované a kulturní krajině (Bryja & Zukal 2000).

## 2.7. Společenstva roztroušené zeleně

Společenstva roztroušené zeleně jsou zajímavým biotopem a specifickým krajinným prvkem. Nemusí se vždy jednat o roztroušené dřeviny, mnohdy jsou to nezapojené bylinné shluky, například drny různých společenství trav.

Antropogenně přeměněná krajina skýtá mnoho podobných biotopů, například rybníční hráze s alejemi vzrostlých stromů. Takové prostředí studoval Šťastný (1985) na Třeboňsku z hlediska populací drobných zemních savců. Hráze lesního typu byly osídleny víceméně rovnoměrně. V letním a zimním období bylo však preferováno zapojené prostředí v zastínění. Z tohoto faktu vyplývá, že pro drobné savce je v extrémních sezónních podmínkách preferovaná stinná místa, kde nedochází k takovým teplotním extrémům.

Dalšími zkoumanými hrázemi byli hráze s luční vegetací. Takové prostředí se od hráze s lesním biotopem velmi odlišuje. Výzkumy zde dokazují, že drobnými savci jsou v jarním, letním i podzimním období preferované zastíněné plochy (plochy s jinou než jižní expozicí), naopak v zimních měsících jsou na plochách bez dřevinného porostu preferované výslunné plochy (typickým druhem takto osidlující tyto biotopy je např. *A. sylvaticus*). Důvodem preference výslunných ploch jsou tepelné podmínky v chladných měsících. Pokud se v pouze bylinném biotopu nacházejí nějaké solitérní keře či dřeviny, jsou často vyhledávanými stanovišti nejen drobnými savci. Tyto „záchytné body“ zajišťují oproti okolní krajině relativní úkryt před predátory. Takové solitérní dřeviny vytvářejí oproti okolí vhodnější mikroklima a některé druhy poskytují i chutná semena (např. pionýrský druh *Rosa canina*) – Šťastný (1985).

Místa roztroušené zeleně, jenž vznikla náletovými bylinami z okolní kulturní zemědělské krajiny, svou biodiverzitou připomínají polní lad. Na takových plochách je větší diverzita, než v okolní kulturní krajině. Na základě výzkumů Heroldové & kol. (2007) bylo zjištěno, že množství druhů je přímo úměrné druhovému složení rostlin, ale početnost jednotlivých druhů klesá s jejich rostoucí biodiverzitou. Dominantními druhy drobných savců v takovém prostředí jsou *Apodemus sylvaticus* a *Microtus arvalis*.

## 2.8. Společenstva polí

Vybrané studované území hald se nachází mezi kulturními, intenzivně hospodářsky využívanými plochami. V tomto území se jedná o velkoplošné hospodaření s pěstebními postupy obilnin, kukuřice, řepky a vojtěšky pro krmné účely. Pěstování těchto plodin vychází z nadmořské výšky, klimatu (Květoň & spol. 2007) a skeletovosti daného prostředí.

Na základě výzkumů lze předpokládat, že v monokulturní hospodářské, obilnářské polní oblasti bude z drobných savců převládat *M. arvalis* s početností vyšší než 50%. Dále se zde bude vyskytovat v podstatném zastoupení i *A. sylvaticus*. Výskyty dalších drobných savců budou málo početně významné a situované do určitých částí pole. Příkladem může být *A. flavicollis*, jež je na poli také odchyťována, ale je spjata s blízkostí lesního ekosystému nebo lesního maloplošného fragmentu či remízku (Pelikán & Nesvatbová 1979).

Na diverzitu drobných savců a jejich početnost má kromě druhové skladby pěstovaných rostlin (kukuřičné a vojtěškové monokultury disponují zpravidla nízkou biodiverzitou, zcela dominantní je zde *M. arvalis*, dále je zastoupen málo významně druh *A. sylvaticus*) vliv i podzimní a jarní obdělávání půdy. Při obou orbách dochází k významné redukci početnosti populací drobných savců. Po takových intenzivních zásazích dochází k značnému zvýšení početnosti druhů v okolí remízků či v různých fragmentech krajiny, jež sousedí s takto obdělanou plochou (Heroldová & kol. 2007).

## 2.9. Hornictví na Příbramsku

### 2.9.1. Vznik uranového ložiska

Uranové ložisko, jenž se nachází v příbramském regionu, bylo vytvořeno v mladším paleozoiku (v karbonu až permokarbonu). Příčinou vzniku bylo Hercynské vrásnění před

340–250 miliony let. Zásoby uranového minerálu vznikly konkrétně intruzivními procesy při tvorbě Středočeského plutonu (Petránek 1993).

Na počátku Hercynského vrásnění před 340 miliony let se díky orogenetickým procesům ve velkých hloubkách začal tvořit současný Středočeský pluton. Po skončení Hercynského vrásnění (250 milionů let) měl pluton velikost i tvar současného plutonu. Když docházelo k chladnutí juvenilního materiálu, docházelo také k diferenciaci a krystalizaci hmot plutonu, čímž vznikaly rozdílné tlaky v různých částech. Tyto tlaky vytlačily páry, plyny a roztoky na okraj nově vzniklého tělesa a ty různými trhlinami a tektonickými poruchami intrudovaly do okolních hornin i do samotného již z části ztuhlého plutonu. Tento intrudovaný materiál se v trhlínách vyloučil a současně došlo k různým reakcím v prostředí, což dalo vzniknout uranovému ložisku (Petránek 1993).

Ložisko se táhne po bezprostředním exokontaktu Středočeského plutonu kolem jihovýchodní hranice města Příbram v délce od Lazska po Dlouhou Lhotu. Jedná se o 25 km dlouhý pás o šířce mezi 1–2 km. Ložisko je situované v severovýchodním směru (Kolektiv 1984).

Průvodní horniny, v nichž se Středočeský pluton nachází, jsou pospilitové série o mocnosti 1700–2000 m. Charakterem připomínají flyš (zvětralý magmatický materiál). Stáří těchto hornin, na nichž jsou diskordantně uloženy sedimenty spodního kambria, převážně slepence a pískovce, je svrchnoprekambrijské (570–1000 milionů let) – Kolektiv (1984). Všechny tyto horniny jsou kontaktně metamorfované, pokud dochází k přímému kontaktu s plutonem. Horniny položené dál jsou regionálně metamorfované, jedná se tedy o břidlice (Petránek 1993).

Uranový minerál se v příbramském rudním revíru vyskytuje v podobě smolince, tedy  $U_3O_8$ . Příbramsko je dále známé z hlediska historické těžby barevných kovů, které jsou již také vytěženy (Petránek 1993).

## **2.9.2. Historie hornictví na Příbramsku**

Těžba na Příbramsku sahá hluboko do historie. Takový rozvoj a důležitost v českých zemích dosáhla především zásobami nerostných surovin, ale stěžejní bylo také správné umístění ostatních zdrojů (dřeva a vody). Těžba železných rud zde probíhala již od prehistorických dob, ale až od 16. století do konce 19. století zde bylo nejproduktivnější těžební období. V 17.–18. století probíhala těžba intenzivně, ale jen povrchově, od počátku 19. století se přešlo na hlubinnou těžbu, což proces vytěžování zintenzivnilo a velmi

urychlilo. Hlubinná těžba byla možná díky šachtám, štolám a hlavně zkvalitnění podzemních odvodňovacích štol (Cílek & kol. 2005).

Příbram byla v době těžby velmi významným horním městem. Důvodem byl podíl produkce železa v českých zemích. V 16. století činila tato produkce z příbramských dolů 25 % z celkové produkce v českých zemích, v polovině 17. století se zvedla již na 50 % a o sto let později, tedy v polovině 18. století dosahovala produkce až 85 %. Ovšem po roce 1850 došlo k oslabení ložiska, takže produkce klesla na 55 % z celkové produkce (Cílek & kol. 2005).

Ložisko se stalo nebilanční v průběhu první poloviny 20. století a následně byla těžba barevných rud definitivně ukončena. Ve druhé polovině 20. století proběhl v okrajové části středních Brd rozsáhlý geologický průzkum barevných rud, drahých kovů a uranového minerálu. Žádná větší koncentrace prvků však nebyla nalezena (Cílek & kol. 2005).

V roce 1947 proběhl geologický průzkum zaměřený striktně na uran, ten výskyt uranového minerálu opravdu prokázal. V roce 1948 byly u obce Milín vykopány 3 průzkumné jámy a poté následovalo zahájení intenzivní těžby uranové rudy. V průběhu druhé poloviny 20. století bylo vyhloubeno 20 šachet, přičemž nejhlubší šachta je v současnosti hluboká 1 850 m. V roce 1986 došlo k zeslabení zásob uranu, což znamenalo omezení produkce i těžby a v roce 1991 došlo k ukončení těžby úplně, vzhledem k tomu, že ložisko bylo díky cenám uranu nebilanční (Cílek & kol. 2005). V současné době je většina hlubinných prostor po těžbě uranu zaplavena podzemní vodou a také probíhají rozsáhlé sanační práce zbytků po uranové produkci (Kolektiv 1984).

### **3. Charakteristika území**

Studovaných lokalit bylo pět „halda 15“, „halda 6“, „halda 5“, „pole“ a „les“. První tři jsou lokality na příbramských haldách, zbylé dvě lokality byly monitorované jako okolní biotopy v blízkosti monitorovaných hald.

#### **3.1. Materiál hald**

Příbramský těžební revír leží v bezprostředním exokontaktu středočeského plutonu. Při těžbě hlavní rudy bylo vytěženo množství tzv. technologického materiálu, neboli hlušiny (v současné době uložen na haldách). Tento materiál je nejčastěji tvořen metamorfovanými horninami, určité složky v zanedbatelných procentuálních zastoupeních jsou i žilné horniny, popřípadě vyvřeliny (Kolektiv 1984). Většina metamorfovaných minerálů i hornin je velmi

tvrdá a dobře odolává větrání, dalo by se tedy říci, že se svými fyzikálními vlastnostmi podobají inertním materiálům (Petránek 1993).

Prostředí rudního pole je tvořeno horninami pspilitové série, což je střídání pískovců a jílovců. Tyto horniny jsou prekambriického stáří a díky několika vrásněním (nejintenzivněji zde působilo Hercynské vrásnění) došlo ke zvrásnění vrstev do antiklinálního uložení. V oblasti se nachází i části kambrických sedimentů, jenž se uchovaly v různých depresích a sníženinách. V okolí Příbrami se nachází i velká jílová rozsedlina z prekambriického stáří (Kolektiv 1984).

### **3.1.1. Petrologické složení**

Procentuálně nejvíce zastoupené horniny jsou kontaktně i regionálně metamorfované sedimenty (břidlice), které jsou díky intruzím různě doprovázeny a protkány žilnými horninami s původem ve Středočeském plutonu. Těmito žilnými horninami jsou v této oblasti nejčastěji diabas, křemenné a dioritové porfyry, aplity a pegmatity. Jedná se o horniny, jenž svým složením odpovídají žule, jen vznikly při jiných procesech, ale fyzikální vlastnosti jsou podobné, jsou to tedy velmi tvrdé horniny (Kolektiv 1984; Petránek 1993).

### **3.1.2. Mineralogické složení**

Při metamorfní činnosti došlo ke vzniku minerálů biotit, silimanit, rekrystalizovaný křemen, granát a další. Co se týká žilných výplní je zde jiné složení, což je zapříčiněno původem. Většina těchto minerálů je hydrotermálního původu a je rozdělena do 4 formací: „Křemen – zlatonosná“; „kalcitová“; „siderit – sulfidická“ (ta se zde vyskytuje nejhojněji) a „karbonát – smolincová“ formace, ve které je situováno uranové ložisko (karbonáty jsou minerály, jenž vznikají nejčastěji sedimentací). V oblasti příbramského uranového ložiska byl vznik „karbonát – smolincové“ formace zapříčiněn hydrotermálně. Tvrdost karbonátů je podle tvrdostní stupnice 3. Ve vodě jsou rozpustné a po odpaření vody často vytvářejí povlaky popřípadě tmely (Petránek 1993). Tyto žilné útvary jsou dost často doprovázeny křemennými tmely nebo xenolity (křemen je tvrdý minerál a v žule je velmi významně zastoupen) – Petránek (1993), Kolektiv (1984).

## 3.2. Sanační procesy jednotlivých hald

Materiál hald, který vznikl jako technologický odpad uranové produkce na Příbramsku, je velmi tvrdý a dobře odolává povětrnostním vlivům. Tato skutečnost již byla vysvětlena v předešlých kapitolách.

Díky svým vlastnostem jsou haldy velmi těžko včlenitelné do okolní krajiny. Vzhledem k tomu, že se na jejich povrchu netvoří prakticky žádná humusová vrstva, jsou sukcesní procesy velmi zpomaleny a na velkém množství ploch nejsou ani po 50 letech znát. Proto se společnost DIAMO s. p., o. z. SUL pokoušela o rekultivaci některých hald (v době, kdy byly haldy sypány, nebyla v legislativě zakotvena povinnost rekultivovat hornickou činností poškozenou krajinu. Dnes povinnost rekultivovat post – těžební krajinu upravuje Horní zákon č. 168/1993 Sb.). Sanace se v některých případech zdařily, ale jednalo se spíše o menší haldy. Vzhledem k tomu, že byly sypány v příliš příkrých sklonech, je problém s udržením materiálu na překrytí.

Pro svou práci jsem si vybrala 3 typy hald:

(očíslvány jsou podle čísla šachty, ze které technologický materiál haldy pochází)

- halda č. 5: zdařilá sanace;
- halda č. 6: sanace byla uskutečněna, ale bez kladného výsledku;
- halda č. 15: sanace nebyla realizována.

### 3.2.1. Průběh jednotlivých sanačních procesů

#### **„Halda 5“**

Tato halda je nasypána na ploše 47 626 m<sup>2</sup> a bylo zde uloženo 590 807 m<sup>3</sup> technologického materiálu. Sypání haldy probíhalo v letech 1950–1970 (Kolektiv 2000).

Rekultivace, jež probíhala poslední dvě sezóny sypání haldy, tedy v letech 1969 a 1970, byla typu lesnického. Halda byla osázena dřevinami za účelem zpevnění svahů a včlenění haldy do komplexu příbramských lesoparků (Kolektiv 1970).

Na podzim roku 1969 probíhaly přípravy plochy k osázení dřevinami v jarních měsících. Vzhledem k tomu, že svahy byly příliš kolmé a materiál na překrytí by se zde neudržel, musel se sklon upravit na 43 % s pozvolným snižováním směrem k vrcholku haldy. Materiál pro překryv technologického materiálu byl dovezen z výkopu pro strojírenský závod v Příbrami. Ze severní strany byla část haldy odtěžena a vysvahována (odtěžený materiál byl

použit na změnu sklonu svahu na jiných stranách haldy). Celá upravená plocha haldy byla zavezena vrstvou zeminy o mocnosti 20 cm. Ta byla dovezena ze skrývky zeminy pro haldu Bytíz. Tyto práce byly dokončeny do konce roku 1969. V současnosti je tvar celé haldy díky sanaci bochníkovitý, s rovinnou plošinou na vrcholku (Kolektiv 1970).

Na jaře roku 1970 došlo k biologické části rekultivace, neboli osázení dřevinami. Pro tuto rekultivaci byly vybrány: dvouleté neškolkované semenáčky olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) a olše šedé (*Alnus incana*) byly použity jako meliorační dřeviny. Konkrétně se jednalo o 30 000 ks. Jako hlavní dřevina byla použita dvouletá neškolkovaná borovice lesní (*Pinus sylvestris*), a to 11 800 ks a jednoletý neškolkovaný dub zimní (*Quercus petraea*), 11 800 ks. Celá plocha haldy byla rozdělena na části „A“ – 3 ha a „B“ – 2,36 ha. Část „A“ byla osázena olší lepkavou a šedou ve sponu 1 x 1 m a část „B“ borovicí lesní a dubem zimním ve sponu 1 x 1 m ve skupinách střídavě po 5 arech. První sázení probíhalo v části „B“, jelikož semenáčky dubu a borovice musely být vysázené do konce jara (u sazenic dubu i borovice sázených na podzim je velmi pravděpodobné, že se neujmou). Část „A“ mohla být dosázená na podzim. Celkově bylo počítáno se ztrátovostí 40 % semenáčků během vegetačního růstu (Kolektiv 1970).

V současnosti je plocha, která byla původně obnažená, hustě osázená dřevinami, jen nepatrné procento je obnažené, ale i tak tento prostor překrývají nadzemní části dřevin. Halda je obklopena plochami, na nichž probíhá intenzivní zemědělská činnost (polnosti). Tvoří tedy charakteristický biotop nazývaný v předchozích kapitolách jako izolovaný lesní komplex (rozlohou do 10 ha) v zemědělské krajině. Od takových běžných izolovaných lesních komplexů se liší jen svým geologickým podkladem. Dominantním druhem dřeviny jsou zde borovice lesní s vtroušeným smrkem ztepilým, který se zde uchýlil jako náletová dřevina, a dub zimní. Na vrchní zarovnané plošině je prostor s vyloženě travinným společenstvem (rozloha do 1 ha). Zde je dominantní lipnice luční (*Poa pratensis*), dalším častým druhem je pcháč obecný (*Cirsium vulgare*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), mrkev obecná (*Daucus carota*) a třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*). Minimálně, jen v několika trsech se zde vyskytuje divizna malokvětá (*Verbascum lapsus*), šťovík kadeřavý (*Rumex crispus*) se vyskytuje při hranici lesa v zastoupení několika málo jedinců. Určování druhů travinného společenstva bylo provedeno podle publikace Deyla & Híska (2001). Lokalita zobrazena v příloze č. 3.

## „Halda 6“

Plocha, kterou zabírá halda č. 6, je 71 153 m<sup>2</sup> a bylo zde uloženo 1 499 717 m<sup>3</sup> technologického materiálu. Sypání haldy probíhalo v letech 1950–1972 (Kolektiv 2000).

Hlavním účelem rekultivace této haldy bylo začlenit ji do krajiny, ale ne natrvalo jako u haldy č. 5. Mělo dojít jen k zakrytí technologických materiálů. Do budoucna se počítalo s možností odtěžení materiálu a jeho dalšího využití jako kameniva. Pro tyto účely bylo plánované zpevnění jen bylinami. Tato sanace probíhala během roku 1994 (Kolektiv 1994).

Nejprve muselo dojít k technickým úpravám svahů a horní plošiny (plošina je dnes vyrovnána do roviny a obzvláště na východní straně snížena sklonitost). Samozřejmě muselo dojít k opravě komunikace vedoucí až na vrchol. Samotná rekultivace spočívala v navezení čistírenských kalů z čističky odpadních vod Příbram na vrchol haldy a z vrcholu je rozhrnovat po svazích. Nakonec byly vytvořeny hrázky, které měly zabránit stékání kalů. Z některých předešlých sanací a také ze zkušeností se předpokládalo, že množství semen rajčat, které kaly obsahují, okamžitě vyklíčí a svým kořenovým systémem zpevní novou kalovou vrstvu (podobný postup uspěl na haldě č. 9). V dalším roce by rajčata odumřela a poté se měla volná plocha (částečně zpevněná nezetlenými kořeny rajčat) ručně osázet kostřavou a jílkem. K těmto pracím již však nedošlo, protože v době, kdy byly práce s kaly dokončeny, došlo k nadměrným srážkám, takže většina hrázek byla protržena a kaly byly splaveny do příkopů u paty svahů, na silnici a okolní pole. Rekultivace se již neopakovala, a tudíž k její biologické části rekultivace již nedošlo (Kolektiv 1994).

Díky těmto skutečnostem je sanace kvalifikována jako nezdařilá. Humusová vrstva kalového původu se dnes nachází jen na zarovnaném vrcholku, kde je její mocnost cca 40–50 cm na okrajích (pozůstatek hrázky) a cca 10 cm uprostřed plošiny, zbytek plochy, tedy svahy, jsou obnaženy. Na humusové vrstvě na vrcholku je travinné společenstvo, kterému dominuje lipnice luční (*Poa pratensis*), dalším dominujícím druhem, ale jen na vyšší mocnosti kalů (na okraji plošiny) je kopřiva žahavka (*Urtica urens*). Uprostřed, na nižší vrstvě kalů, je často rostoucím druhem rozchodník ostrý (*Sedum acre*) a jestřábník chlupáček (*Hieracium pillosella*). Trsovitě, ale po celé ploše, se vyskytují vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a divizna malokvětá (*Verbascum lapsus*). Občasně se vyskytujícími druhy s minimálním zastoupením jsou pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*) a řebříček obecný (*Achillea millefolium*) – určeno podle publikace Deyla & Híska (2001). U paty svahu je na rovinatých místech stromový pokryv tvořen břízou bělokorou (*Betula pendula*) a olší lepkavou (*Alnus glutinosa*).



Technologický materiál haldy je suťového charakteru, což zapříčiňuje absenci podzemní vody, pouze travinný porost na vrcholku haldy zabraňuje nadměrnému vysychání půdního horizontu. Lokalita je zobrazena v příloze č. 4.

### **„Halda 15“**

Plocha, jenž je touto haldou zabírána, má rozlohu 205 345 m<sup>2</sup> a objem uloženého technologického materiálu je 7 539 354 m<sup>3</sup>. Z těchto údajů vyplývá, že tato halda je největší a také nejobemnější. Sypání proběhlo v letech 1955–1985 (Kolektiv 2000).

V případě této haldy nedošlo k rekultivaci a do budoucna zatím není ani plánována. V současné době je prostor haldy využíván k ukládání inertního materiálu (v malém množství) pocházejícího ze zrušených staveb ve vlastnictví DIAMO s. p., o. z. SUL. Dříve se tento materiál ukládal až na vrcholu, kde je uložen zhruba na čtvrtině plochy. V současné době se komunikace vedoucí na vrchol nachází v nesjízdném stavu, došlo zde k jejímu poškození srážkovou vodou (srážkové rýhy), a proto se stavební odpadní materiál vozí k patě svahů (Kolektiv 1986).

Halda je na převážné většině obnažena, kromě rovinatého zarovnaného vrcholku, svahy jsou velmi příkré (sypáno pod tzv. sypným úhlem s udávanou hodnotou 36° - Dudíková 2007) a z velké míry narušené srážkovou vodou. Vrcholek je také obnažený, ale jen z části. Na některých místech dochází k sukcesi náletovými dřevinami. Největší procento dřevin je na ploše rozmístěno soliterně, ale na jihovýchodní až jižní straně dřeviny tvoří ucelený drobný komplex. Jedná se o mladý porost (nejstarší dřeviny jsou staré cca 20 let). Nejčastěji je zde zastoupena bříza bělokorá (*Betula pendula*) a topol osika (*Populus tremula*). Dalšími vtroušenými dřevinami jsou smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), vrba jíva (*Salix caprea*) a na otevřených plochách se vyskytuje soliterní růže šípková (*Rosa canina*). V podrostu stromů není prakticky žádné bylinné patro (Dudíková 2007), neboť nepřekrytý hrubozrnný povrch je velmi náchylný ke zvyšování teploty a je tudíž sušší a teplejší, obzvláště je-li orientován na jižní stranu (Skalár 1981). Takové podmínky brání klíčení a uchycování bylin (Bell & Ungar 1981). Lokalita je zobrazena v příloze č. 5

### 3.3. Prostředí okolních ploch

#### „pole“

Prostředí lokality „pole“ je charakteristické intenzivně obdělávanými plochami za účelem zemědělské produkce. Orba zde byla v období výzkumu prováděna dvakrát ročně na podzim a na jaře. Linie pastí zde byla položena tak, aby co možná nejlépe sledovala nejkratší úsek mezi lokalitou „les“ a „halda 6“. Pasti zde tedy leželi napříč plochou. Pole je ze severovýchodní strany ohraničeno lokalitou „les“, ze severozápadu lokalitou „halda 6“ a na jižní straně na něj navazují další zemědělsky využívané plochy. Jarní odchytby byly zpravidla prováděny za nevyvinuté zelené biomasy pěstovaných plodin a podzimní byly prováděny po podzimní orbě. Plocha této lokality má přibližně velikost 150 000m<sup>2</sup>. (příloha č. 6.)

#### „les“

Lokalita „les“ je zalesněná plocha o rozloze zhruba 5x větším než lokalita „halda 5“ (238 000 m<sup>2</sup>), která je také zalesněná. Dominantním druhem dřeviny na této lokalitě je smrk ztepilý (*Picea abies*), vtroušeně se vyskytuje borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Okrajovou zónu sousedící s lokalitou „pole“, tvoří porost dubu zimního (*Quercus petraea*) s vtroušenou břízou bělokorou (*Betula pendula*) a topolem osikou (*Populus tremula*). Tento okrajový pás je široký cca 10-50m. Keřové patro je zastoupeno místy jen ostružníkem (*Rubus*) a ostružníkem maliníkem (*Rubus idaeus*). Bylinné patro je velmi chudé, ale v okrajových částech se objevuje často srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) a lipnice hajní (*Poa nemoralis*). Uvnitř lesa se místy objevil svízel přítula (*Galium aparine*). Charakter tohoto biotopu je izolovaný lení komplex. Je obklopený zemědělskými plochami a ze severovýchodní strany sousedí s haldou 9 (příloha č. 6).

### 3.4. Klimatické podmínky

Zájmové území se nachází v prostoru Středočeské pahorkatiny. Přirozeným lesním společenstvem jsou zde kyselé bukové doubravy, v současnosti nahrazené kulturními lesy s převládající smrkovou stejnověkovou monokulturou. Částečně se zde objevuje (obzvláště jako remízky) vtroušeně borovice lesní (Květoň & kol. 2007).

Klimatické i teplotní podmínky prostředí hald jsou z velké míry ovlivněny blízkostí hřebenu Brd (Květoň & kol. 2007), jenž se táhne od Prahy až po Rožmitál pod Třemšínem v jihozápadním směru (nejvyšší bod Brd je Tok – 865 m n. m.) – Petránek (1993). Tento antiklinální pahorkatý pás v zájmovém území tvoří srážkový stín (Čáka 1998) a ovlivňuje tak hlavně srážky, ale do značné míry také povětrnostní podmínky v příbramském regionu (Květoň & kol. 2007).

Jarní fenologické období v zájmovém území hald začíná květem trnky obecné (*Prunus spinosa*), a to na konci dubna (Kolektiv 1960).

Průměrná roční teplota na hřebenech Brd je 4–5 °C, v Příbrami je zhruba o stupeň výš, tedy 5–6 °C. Zimní průměrné teploty v příbramském regionu jsou – 4,5 °C a letní průměrné teploty na tomtéž místě jsou 12,3 °C (Květoň & kol. 2007).

Co se týče průměrných srážek, na hřebeni Brd se pohybují mezi 800–1000 mm, v Příbrami se projevuje srážkový sníh a srážky tu jsou tudíž nižší průměrně o 200 mm. Pokud si srážkový úhrn rozdělíme do ročních období, pak za jarní období spadne 125–150 mm, v létě 200–250 mm, na podzim opět 125–150 mm a zimní období je na srážky nejchudší s 100–125 mm (Květoň & kol. 2007)

Tuhé srážky jsou na Příbramsku cca 60–70 dní v roce. V prosinci leží sníh průměrně 10–15 dní, v lednu 15–20 dní, v únoru 15–20 a v březnu leží 10–15 dní. Výška sněhové pokrývky je průměrně mezi 20–30 cm. Rozdělíme-li ji opět do měsíců, je zde v prosinci výška 10–15 cm, v lednu 15–20 cm, v únoru 15–20 cm a březnu 15–20 cm (Květoň & kol. 2007).

## **4. Materiál a metodika**

### **4.1. Způsob odchyťů**

Odchyt na vybraných haldách a přilehlých kontrolních plochách (pole a les) byl prováděn klasickými sklapovacími pastmi. Na každé haldě bylo nainstalováno při každém odchytu 100 pastí vzdálených od sebe zhruba 5 m. Odchyty byly prováděny vždy na jaře na konci května a na podzim na přelomu září a října. Tento čas koresponduje zhruba se začátkem a koncem reprodukčního období drobných savců. Jako návnada byl použit knot do petrolejových lamp obalený ve směsi živočišného tuku (100% pokrmový ztužený tuk s příměsí opraženého špeku – silnější pachová návnada pro drobné savce) se zapraženou moukou. Pasti na tomtéž místě ležely vždy 3 noci a každé ráno byly vybírány (předcházení predace vzorku) – Šťastný (1985); Gaisler (1962); Bejček (1979).

### 4.1.1. Harmonogram odchytů

Sběr dat byl prováděn od podzimu 2009 do podzimu 2011. Ve všech sledovaných biotopech bylo provedeno 5 odchytů za studovanou dobu (tab. č. 1).

**Tab. č. 1.** Přesný časový harmonogram odchytů.

odchyt	datum odchytu
podzim 2009	5. - 8. listopadu 2009
jaro 2010	19. - 25. května 2010
podzim 2010	24. - 30. září 2010
jaro 2011	18. - 21. května 2011
podzim 2011	10. - 13. října 2011

### 4.2. Materiál

Z celkového množství vzorků byly odchyceny čtyři druhy z řádu hlodavců (*Rodentia*) a jeden druh z řádu hmyzožravců (*Insectivora*). Celkem bylo získáno 218 jedinců drobných zemních savců. Celkový souhrn všech odchycených drobných zemních savců je uveden v tab. č. 2.

**Tab. č. 2** Celkový přehled získaných vzorků.

druh/biotop	halda 15	halda 6	halda 5	pole	les
<i>A. sylvaticus</i>	45	74	22	11	3
<i>A. flavicollis</i>	15	2	10	4	3
<i>M. arvalis</i>	0	24	0	2	0
<i>C. glareolus</i>	2	0	0	0	0
<i>S. minutus</i>	0	1	0	0	0
suma	62	101	32	17	6

### 4.3. Metodika zpracování materiálu

Jedinci drobných zemních savců, získaní z odchytů, byli následně označeni a zdokumentováni. Každý vzorek byl označen evidenčním číslem a pod ním byly vedeny jeho příslušné údaje v odchytovém protokolu. Následné zpracování vzorků bylo prováděno metodou popsanou v publikaci Gaisler & kol. (1962).

U každého odchyceného jedince byla měřena a zaevidována hmotnost (W). Ta byla zjišťována pomocí pružinové váhy s přesností 0,5 g. Dále byly pomocí posuvného měřítka zjišťovány tělesné rozměry, jimiž jsou délka těla bez ocasu (od špičky čenichu po anální otvor) – LC, délka ocasu (od řitního otvoru po špičku ocasu bez srsti) – LCd, délka chodidla zadní nohy (od paty po konec nejdelšího prstu bez drápu) – LTp a délka ušního boltce (měřeno bez chlupů) – LA. LC a LCd byly měřeny s přesností na 1 mm a LTp a LA s přesností na 0,1 mm. U rejskovitých není rozměr ušního boltce zaznamenáván (Anděra 2005). Pro určení pohlaví, stavu pohlavních orgánů a následného určení stáří byla provedena pitva. U samců byly zjišťovány rozměry varlat popřípadě předstojných žláz, z nichž byl zjišťován věk, subadultní (S), nebo adultní jedince (A). Pohlavní aktivita (+) nebo bez ní (-). U samic byl zjišťován stav dělohy, na základě čehož byl opět určen věk, tedy zda se jednalo o samici virgo, subadultní nebo adultní (skvrny na děloze – MC). Pokud byla samice gravidní, byl zjišťován počet a rozměr embryí (Anděra & Horáček 1982).

#### 4.4. Zpracování dat

Ze získaných dat byla stanovena diverzita a struktura společenstev drobných zemních savců. K tomu bylo použito několik charakteristik. Nejprve byl zjišťován počet druhů, poté heterogenita a také vyrovnanost. Heterogenita populací byla vypočítána pomocí Shannon-Wienerova indexu diverzity (S-W index), který se počítá vzorcem:

$$H' = - \sum [p_i * (\ln p_i)]$$

$p_i$  ... proporční početnost, kterou je i-druh zastoupen ve společenstvu ( $p_i = n_i/N$ ).

Vyšší hodnoty tohoto indexu indikují společenstvo s vyšší diverzitou. Vyrovnanost, neboli ekvitabilita (J) byla vypočítána ze vzorce:

$$J = H' / \ln S$$

S ... počet druhů (diverzita) v daném společenstvu.

Hodnoty vyrovnanosti se pohybují mezi 0 a 1, přičemž 0 koresponduje s totální dominancí jednoho druhu a hodnotu 1 získá společenstvo, kde všechny druhy jsou stejně početné (Moravec & Jeník 1994). Pro výpočet těchto analýz byl použit program Microsoft Office Excel 2003.

Dále byla vyhodnocována dominance v %, jenž byla vypočítána ze vzorce:

$$D = n * 100 / s$$

n ... počet odchycených jedinců daného druhu ve společenstvu

s ... počet odchycených jedinců všech druhů ve společenstvu.

Na základě zjištěných údajů lze druhy klasifikovat jako eudominantní (více než 10 %), dominantní (5–10 %), subdominantní (2–5 %), recedentní (1–2 %) a subrecedentní (méně než 1 %) – Losos & kol (1985).

Dále byla zjišťována relativní velikost populace každého savčího druhu v jednotlivých společenstvech a celková relativní početnost společenstev. Počítáno to bylo jako množství jedinců chycených na 1500 pastí (celkový počet použitých pastí na jedné lokalitě za celou dobu výzkumu \* počet nocí expozice) ze vzorce (Losos & kol. 1985):

$$A = 100 * n/P$$

n ... počet odchycených jedinců daného druhu (daného společenstva)

P ... množství pastí.

Srovnávána byla i diverzita společenstev drobných zemních savců v jarních (JA) a podzimních (PO) odchycích. Aplikován byl zde dvouvýběrový *t*-test v programu STATISTICA 10 Trial verze Ink. *T*-test je vhodným testem ke stanovení statisticky významných rozdílů mezi diverzitou v jarních a podzimních odchycích. Testována byla nulová hypotéza na hladině významnosti „ $\alpha$ “ ( $\alpha = 0,05$ ), t.zn., že diverzita v jarních a podzimních odchycích se nelišila, oproti alternativní hypotéze, že se diverzita v obou různých odchycích lišila. Principem *t*-testu je výpočet testovacího kritéria „*t*“. Pokud vypočítaná hodnota padne do intervalu přijetí, je nulová hypotéza přijata, tj. rozdíly mezi hodnotami diverzity v obou aspektech nejsou statisticky významné (nesignifikantní rozdíl – NS), zjištěná hladina významnosti „*P*“ je tedy vyšší než zvolená hladina významnosti „ $\alpha$ “. Padne-li hodnota testovaného kritéria do kritického intervalu, který je od oboru přijetí dělen kritickými hodnotami, nulová hodnota je zamítnuta. Zjištěná hladina významnosti „*P*“ je tedy nižší než zvolená hladina významnosti „ $\alpha$ “ a v tomto případě lze nulovou hladinu zamítnout a potvrdit platnost alternativní hypotézy, že se porovnávané hodnoty diverzity v různých ročních obdobích odchytů liší (signifikantní rozdíl –  $P < 0,05$ ).

Z dat byl zjišťován také Jaccardův index podobnosti v %, který vychází ze vzorce :

$$Ja = c/(a+b-c) * 100$$

c ... počet společných druhů porovnávaných společenstev

a + b ... součet počtů druhů v porovnávaných společenstev.

Pokud hodnota indexu přesáhne 55 %, jsou lokality považovány za shodné (Turček F. J. 1971). Dále byl počítán Renkonenův index podobnosti (*Re*), jež vychází ze vzorce:

$$Re = \Sigma d_{\min}$$

$d_{\min}$  ... minimální hodnota dominance daného druhu ze dvou srovnávaných lokalit.

Na základě tohoto indexu byla v programu STATISTICA 10 Trial verze Ink. provedena shluková analýza (complete linkage, Euclidean distance).

## **5. Výsledky**

Souhrn odchytlů ukazuje, že bylo celkově odchyceno 218 jedinců. Jednalo se o 4 druhy z řádu hlodavců (*Rodentia*) a jeden druh (zastoupený jen jedním jedincem) z řádu hmyzožravců (*Insectivora*).

### **5.1. Srovnání společenstev drobných zemních savců v jednotlivých lokalitách**

Jak již bylo zmíněno v předchozí kapitole, společenstva drobných zemních savců byla posuzována ze zjištěných charakteristik, čímž byly počet druhů a četnost výskytu jedinců daného druhu, dominance, index druhové diverzity a vyrovnanost.

Ze všech lokalit byl největší počet druhů zjištěn na lokalitě „halda 6“. Přestože na této lokalitě bylo nejvíce druhů, největší vypočítaná diverzita byla zjištěna na lokalitě „pole“ ( $H' = 0,874$ ,  $J = 0,795$ ). Oproti tomu lokalita „halda 6“ má tyto hodnoty nižší ( $H' = 0,693$ ,  $J = 0,5$ ). Důvodem nižší diverzity na lokalitě „halda 6“ je relativně vysoká dominance druhu *A. sylvaticus*, který je zde eudominantní (73,3 %) stejně jako *M. arvalis*, ale s nižší hodnotou dominance (23,8 %). Shodné hodnoty diverzity měla lokalita „halda 6“ a „les“, ale rozdíl byl ve vyrovnanosti, kdy lokalita „les“ má  $J = 1$ . Tento výsledek znamená, že druhy na lokalitě jsou početně naprosto vyrovnané. V lokalitě „les“ bylo odchyceno jen 6 jedinců za celou dobu odchytlů, proto je výsledek dost zkreslený. Nejnižší počet druhů byl zaznamenán shodně na lokalitách „halda 5“ a „les“ a jedná se i o stejné druhy. Lokalita „halda 5“ má nejnižší index diverzity ze všech studovaných lokalit ( $H' = 0,75$ ), vyrovnanost je ale vysoká ( $J = 0,974$ ), což značí, že druhy *A. sylvaticus* a *A. flavicollis* jsou na lokalitě v obdobné četnosti výskytu. Celkový přehled druhové diverzity, vyrovnanosti a počtu druhů na jednotlivých lokalitách je zaznamenán v tabulce č. 3.

Na lokalitě „halda 15“ byly zaznamenány v odchytech 3 druhy z čeledi hrabošovitých. Celkový počet odchycených jedinců na této lokalitě byl 62 drobných savců (za studovanou dobu). Nejpočetněji se zde vyskytoval druh *A. sylvaticus*, jenž tvořil 72,5 % podíl, v tomto společenstvu se tedy jedná o druh eudominantní. Relativní četnost tohoto druhu je  $A = 3,0$ . Dalším početně významným druhem je zde *A. flavicollis*, jejíž podíl zde tvoří 24,2 % a jedná

se tedy také o eudominantní druh, přestože má nižší četnost výskytu než předchozí druh. Relativní početnost je  $A = 1,0$ . Početně nejméně významným druhem je *C. glareolus*, jehož podíl na početnosti společenstva je 3,2 % a relativní početnost je  $A = 0,13$ . Jedná se tedy o druh subdominantní. Celková relativní početnost společenstva „halda 15“ je  $A = 4,13$ .

Lokalita „halda 6“ je charakterizována největším počtem druhů i jedinců (101), přičemž zde byl zaznamenán výskyt jediného druhu patřícího do řádu hmyzožravců. Jednalo se o jediný kus druhu *Sorex minutus*. Je to tedy nejméně početný druh na této lokalitě a s podílem 0,9 % je to druh subrecedentní s relativní četností výskytu  $A = 0,07$ . Naopak nejpočetnějším druhem na lokalitě „halda 6“ je druh *A. sylvaticus*, který se 74 jedinci tvoří 73,3 % podíl ve společenstvu a je tedy v tomto společenstvu eudominantní ( $A = 4,93$ ). Dalším početným druhem v tomto společenstvu je *M. arvalis*, který tvoří podíl 23,8 % z celkové sumy všech jedinců a je tedy také eudominantním druhem ( $A = 1,6$ ). Recedentním druhem s podílem výskytu 2 % je *A. flavicollis*, jehož relativní četnost je  $A = 0,13$ . Celková relativní četnost tohoto společenstva je ze všech lokalit největší ( $A = 6,73$ ).

Pouze dva eudominantní druhy byly chyceny na lokalitě „halda 5“. Početnějším druhem je zde *A. sylvaticus*, jehož podíl je zde 68,8 % s relativní velikostí  $A = 1,47$ . Druhým druhem, jenž se zde vyskytuje je, *A. flavicollis*, který má podíl ve společenstvu 31,3 % a  $A = 0,67$ . Vzhledem k menším počtům jedinců, je zde nízká relativní velikost populace  $A = 2,13$ .

Na lokalitě „pole“ se vyskytují 3 eudominantní druhy drobných zemních savců, jenž patří do řádu hlodavců. Nejpočetnějším druhem se zde opět ukazuje *A. sylvaticus*, jehož podíl v početnosti společenstva tvoří 64,7 % a relativní četnost  $A = 0,73$ . Druh s menší četností výskytu než *A. sylvaticus* je *A. flavicollis*. Její podíl tvoří 23,5 % a relativní četnost je  $A = 0,27$ . Početně nejméně zastoupený druh, ale stále eudominantní, je *M. arvalis*. Jeho podíl je 11,8 %, přičemž relativní četnost je  $A = 0,13$ . Celková relativní četnost odráží malou početnost jedinců všech druhů na této lokalitě. Počet jedinců všech druhů je 17 a relativní početnost celého společenstva je  $A = 1,13$ .

Na poslední studované lokalitě „les“ byla zjištěna totožná relativní četnost a tedy i dominance u jediných dvou zjištěných druhů. Těmi jsou *A. sylvaticus* a *A. flavicollis*. U obou byla tedy shodná eudominance, která vychází z podílu 50 %. Shodnou mají tedy i relativní početnost, která je  $A = 0,2$ . Na této lokalitě bylo odchyceno nejméně jedinců za celou sledovanou dobu, jedná se o 6 kusů (vždy 3 od každého druhu). Relativní početnost celého společenstva s hodnotou  $A = 0,4$ , je tedy také nejmenší ze všech sledovaných lokalit.



Hodnoty dominance a relativní početnosti zjištěných druhů v jednotlivých lokalitách jsou uvedeny v tab. 4. a 5. Grafické zobrazení relativní početnosti v jednotlivých lokalitách je v příloze č. 1.

**Tab. č. 3.** Index druhové diverzity, vyrovnanost a počet druhů v jednotlivých lokalitách.

	halda 15	halda 6	halda 5	pole	les
<b>Diverzita H' (S-W index ln)</b>	0.687	0.693	0.675	0.874	0.693
<b>Vyrovnanost (J)</b>	0.625	0.500	0.974	0.795	1.000
<b>počet druhů</b>	3	4	2	3	2

**Tab. č. 4.** Dominance druhů v jednotlivých lokalitách.

<b>Dominance (%)</b>					
<b>druh/biotop</b>	halda 15	halda 6	halda 5	pole	les
<i>A. sylvaticus</i>	72.5	73.3	68.8	64.7	50.0
<i>A. flavicollis</i>	24.2	2.0	31.3	23.5	50.0
<i>M. arvalis</i>	0.0	23.8	0.0	11.8	0.0
<i>C. glareolus</i>	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0
<i>S. minutus</i>	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0

**Tab. č. 5.** Relativní početnost v jednotlivých lokalitách.

<b>Relativní početnost (%)</b>					
<b>druh/biotop</b>	halda 15	halda 6	halda 5	pole	les
<i>A. sylvaticus</i>	3.00	4.93	1.47	0.73	0.20
<i>A. flavicollis</i>	1.00	0.13	0.67	0.27	0.20
<i>M. arvalis</i>	0.00	1.60	0.00	0.13	0.00
<i>C. glareolus</i>	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>S. minutus</i>	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00
celkem	4.13	6.73	2.13	1.13	0.40

### 5.1.1. Porovnání společenstev v jarních a podzimních měsících

Hlavním poznatkem ve všech studovaných lokalitách je, že relativní četnosti všech podzimních odchyť (PO) jsou výrazně vyšší než relativní četnosti v jarních odchytech (JA). Nejvyšší relativní četnost byla zaznamenána na lokalitě „halda 6“ v podzimních odchytech (PO = 6,07), naopak v jarních odchytech činila JA = 0,67. Na této lokalitě také došlo

k největšímu rozdílu mezi jarními a podzimními odchyty. Tento rozdíl relativních četností je 5,4. Druhou největší relativní početností disponuje společenstvo z lokality „halda 15“ a opět se jedná o podzimní odchyt (PO = 3,87). V jarních odchycích je relativní četnost JA = 0,27. V jarních měsících se chytil pouze druh *A. sylvaticus*. Další lokality mají již nižší relativní početnosti díky menším počtům jedinců. Na lokalitě „halda 5“ byla relativní četnost na podzim PO = 1,87, zatímco v jarním období byla relativní početnost JA = 0,27, rozdíl zde tedy není již tak markantní. Lokality „pole“ a „les“ jsou si podobné v relativní početnosti v jarních odchycích, neboť zde nebyli v tomto období odchyceni žádní jedinci; relativní početnost je JA = 0,0. Oproti tomu mají podzimní odchyci relativní početnosti PO = 1,13 („pole“) a PO = 0,4 („les“). Výsledky relativní početnosti v jednotlivých lokalitách v jarních a podzimních odchycích jsou uvedeny v tab. č. 6. Grafické znázornění rozdílů relativní početnosti v jarních a podzimních odchycích je uvedeno v příloze č. 2.

Diverzita společenstev drobných zemních savců byla na většině studovaných lokalitách vyšší v podzimních odchycích než v jarních. V jarních obdobích byla nulová na lokalitách „halda 15“, „pole“ a „les“. Jediná lokalita „halda 6“ měla diverzitu v jarních odchycích vyšší než v podzimních (JA = 0,67, PO = 0,66), přičemž jarní odchyci na této lokalitě měli i vyšší vyrovnanost (J=0,97). Nejvyšší diverzita byla zjištěna na lokalitě „pole“, která měla  $H' = 0,87$ . Na základě vypočítaného Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity pro rozdílné období odchytů v jednotlivých biotopech bylo pomocí *t*-testu diverzity zjištěno, že ve všech lokalitách nelze nulovou hypotézu zamítnout a tedy podpořit alternativní hypotézu. Z výsledků sice vyplývá, že v jarních odchycích bylo systematicky odchytáváno méně jedinců, ale výsledky testu na hladině významnosti ( $\alpha = 0,05$ ) nepotvrdily statisticky významné rozdíly. Tento fakt je pravděpodobně způsoben nízkou početností jedinců, získaných za sledovanou dobu. Hodnoty diverzity v jednotlivých lokalitách pro obě období odchytu a statistické vyhodnocení jejich rozdílnosti jsou uvedeny v tab. č. 7.

**Tab. č. 6.** Relativní početnosti v jednotlivých lokalitách v jarních a podzimních odchytech.

Relativní početnost v jarních a podzimních odchytech										
	halda 15		halda 6		halda 5		pole		les	
	JA	PO	JA	PO	JA	PO	JA	PO	JA	PO
<i>A. sylvaticus</i>	0.27	2.73	0.27	4.67	0.20	1.27	0.00	0.73	0.00	0.20
<i>A. flavicollis</i>	0.00	1.00	0.00	0.13	0.07	0.60	0.00	0.27	0.00	0.20
<i>M. arvalis</i>	0.00	0.00	0.40	1.20	0.00	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00
<i>S. minutus</i>	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>C. glareolus</i>	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
suma	0.27	3.87	0.67	6.07	0.27	1.87	0.00	1.13	0.00	0.40
rozdíl	3.60		5.40		1.60		1.13		0.40	

**Tab. č. 7.** Porovnání diverzity společenstev v jarních a podzimních odchytech.

	halda 15		halda 6		halda 5		pole		les	
	JA	PO	JA	PO	JA	PO	JA	PO	JA	PO
<b>Diverzita H' (S-W index ln)</b>	0.00	0.59	0.67	0.66	0.56	0.63	0.00	0.87	0.00	0.69
<b>Vyrovnanost (J)</b>	0.00	0.86	0.97	0.47	0.81	0.91	0.00	0.80	0.00	1.00
<b>t-test JA vs. PO*</b>	NS		NS		NS		NS		NS	
<b>počet druhů</b>	1	2	2	4	2	2	0	3	0	2

\*Porovnání S-W indexu diverzity v jarních (JA) a podzimních (PO) odchytech pomocí *t*-testu, NS – nesignifikantní rozdíl.

## 5.2. Zhodnocení společenstev na základě indexů podobnosti

Pro zhodnocení podobnosti společenstev byly použity Jaccardův index druhové podobnosti (%), který bere v úvahu pouze počet druhů (tab. č. 8), a Renkonenův index podobnosti (tab. č. 9), který počítá s dominancí jednotlivých druhů ve společenstvu.

Podle Jaccardova indexu jsou si nejpodobnější lokality „halda 5“ a „les“, jejichž hodnota  $J_a = 100\%$ , protože zde byly zjištěny pouze dva druhy společné na obou lokalitách. Naopak nejméně podobné lokality byly „halda 6“ a „halda 15“; „halda 6“ a „pole“, které měli shodnou hodnotu  $J_a = 40\%$ . Další málo podobné lokality jsou „pole“ a „halda 6“ a „les“ a „halda 6“, jejichž hodnota je  $J_a = 50\%$ . Podle Turčeka (1971) pokud je Jaccardův index větší

než 55 %, jsou lokality totožné, z toho vyplývá, že kromě výše zmíněných lokalit s nízkou hodnotou jsou si navzájem zbylé lokality podobné.

Renkonenův index ukázal největší podobnost mezi lokalitami „halda 15“ a „halda 5“, jejichž hodnota byla  $Re = 93,0$ . Populace těchto společenstev měla totiž podobnou dominanci nejpočetnějších druhů (*A. sylvaticus* a *A. flavicollis*). Dále jsou si velmi podobné „halda 15“ a „pole“ ; „halda 6“ a „pole“. Obě srovnávané dvojice mají shodnou hodnotu  $Re = 88,2$ . Za vysokou podobnostní hodnotou jsou opět početnosti dvou nejpočetnějších druhů (*A. sylvaticus*, *A. flavicollis*) ve všech třech porovnávaných lokalitách. Naopak nejméně podobné lokality jsou „halda 6“ a „les“ ( $Re = 51,9$ ), což je zapříčiněno nízkou dominancí *A. sylvaticus* na lokalitě „les“ oproti ostatním lokalitám a nízkou dominancí *A. flavicollis* na lokalitě „halda 6“. Grafické znázornění jednotlivých společenstev na základě Renkonenova indexu podobnosti znázorňuje obr. 1.

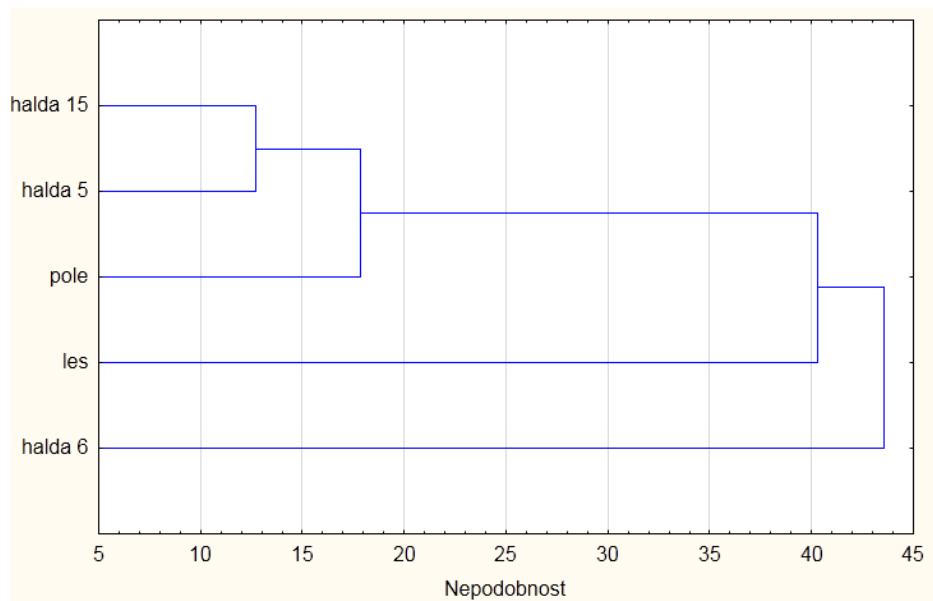
**Tab. č. 8.** Jaccardův index podobnosti studovaných společenstev.

<b>Jaccardův index druhové podobnosti (%)</b>					
<b>lokality</b>	<b>halda 15</b>	<b>halda 6</b>	<b>halda 5</b>	<b>les</b>	<b>pole</b>
<b>halda 15</b>	100				
<b>halda 6</b>	40	100			
<b>halda 5</b>	66	50	100		
<b>les</b>	66	50	100	100	
<b>pole</b>	66	40	66	66	100

**Tab. č. 9.** Renkonenův index podobnosti studovaných společenstev.

<b>Renkonenův index podobnosti</b>					
<b>lokality</b>	<b>halda 15</b>	<b>halda 6</b>	<b>halda 5</b>	<b>les</b>	<b>pole</b>
<b>halda 15</b>	100.00				
<b>halda 6</b>	74.40	100.00			
<b>halda 5</b>	93.00	70.70	100.00		
<b>les</b>	74.20	51.90	81.30	100.00	
<b>pole</b>	88.20	78.40	88.20	73.50	100.00

**Obr. č. 1.** Shluková analýza studovaných společenstev na základě Renkonenova indexu podobnosti.



## 6. Diskuze

Diverzita drobných zemních savců v krajině příbramské post-těžební krajině je značně omezená. V rámci studie, která trvala dva a půl roku, bylo zjištěno jen 5 druhů drobných zemních savců. Studie pravděpodobně nezahrnula spektrum všech druhů, ale i tak nízká diverzita odráží prostředí, ve kterém se haldy vyskytují, tedy v kulturní, intenzivně obhospodařované krajině, ať se jedná o pole nebo lesy.

Ve společenstvu drobných zemních savců, které se nacházejí na lokalitě „halda 15“, byly zjištěny 3 druhy (všichni zástupci hlodavců). Nejpočetnějším druhem byla *A. sylvaticus*. To podporují mnohé studie, z nichž je patrné, že tento druh je málo náročný na prostředí a je často prvním druhem, který obývá nerektifikované prostředí výsypek (Šťastný 1985, Bejček 1987, Bejček 1981a). Pro prostředí „haldy 15“ odpovídá preferenci biotopu druhu *A. sylvaticus*, tedy otevřená krajina s množstvím křovin, soliterních stromů i keřů, na jihovýchodní až jižní straně je drobný fragment lesa cca 1–2 ha (Turček 1952, Pelikán 1955). Dalším druhem, který je zde v eudominantním zastoupení je *A. flavicollis*, tento druh opět odpovídá sukcesnímu stádiu dané lokality. Z výzkumů na hnědouhelných výsypkách vyplývá, že tento druh osídluje takto antropogenně pozměněná prostředí až v době, kdy na ploše začne významně přibývat dřevinný porost (Bejček 1981b, Bejček 1982). Většinou to bývá po lesnické rektivaci, pokud je prostředí ponecháno sukcesi, jedná se o dobu cca 20–30 let od nasypání výsypky (Bejček 1988). Sukcese na povrchu příbramských hald je značně omezena

díky fyzikálně nevhodnému substrátu, který tvoří haldy. Proto zde jednotlivé procesy probíhají déle (sypání probíhalo před 30 lety) - Dostálek & Čechák (1998) . V současnosti je vegetace omezena na solitérní dřeviny bez vyvinutého bylinného patra (Dudíková 2007). Všichni zaznamenaní jedinci druhu *A. flavicollis* byli odchyceni v lesním fragmentu na jihovýchodní až jižní části vrcholové partie „haldy 15“. Na této lokalitě byl zaznamenán i výskyt druhu *C. glareolus*, který je, podobně jako *A. flavicollis*, vázaný na významný výskyt stromového patra na lokalitě (Šťastný 1985, Bejček 1988). Stejně jako předchozí druh byl vázán na prostředí dřevinného zápoje na jihovýchodní až jižní straně haldy. Tento druh se vyskytl pouze na lokalitě „halda 15“ a zastoupen byl jen ve dvou jedincích. Nízké relativní početnosti tohoto druhu i předchozího druhu oproti *A. sylvaticus* naznačují, že sukcesní stádium této haldy ještě není dostatečné pro lesní druhy drobných zemních savců.

Lokalita „halda 6“ je společenstvo s největším počtem zaznamenaných druhů. Prostředí této haldy je poznamenáno (nezdařilou) zemědělskou rekultivací. Na vrcholku haldy je zbytek humusového horizontu, na němž roste bylinné společenstvo podobné rumištnímu. Takový biotop v kulturní krajině odpovídá remízku, který má ekotonový biologický charakter. Ekoton podporuje vysokou diverzitu nejen drobných zemních savců, protože funguje jako refugium v kulturní intenzifikované krajině (Suchomel & Heroldová 2004). Tento fakt odpovídá studiím, které byly prováděny na podobných lokalitách, jako jsou větrolamy, biokoridory nebo remízky, které oproti okolní krajině vykazovaly vyšší diverzitu i četnost výskytu jednotlivých druhů (Heroldová & kol 2007, Pelikán 1986, Suchomel & Heroldová 2004, Zejda & kol. 2002). Největší dominance byla zaznamenána opět u druhu *A. sylvaticus*, který se zde vyskytuje v eudominantním zastoupení, protože tomuto druhu vyhovuje otevřená krajina a ranná sukcesní stádia antropogenně pozměněných ploch (Bejček 1979), ale nevyhýbá se ani vývojově starým lokalitám se zapojenou vegetací (Rathke & Bröring 2004). Největší četnost výskytu byla zaznamenána na vrcholku haldy s humusovou vrstvou, kde je zapojená bylinná vegetace. Výskyt (v omezeném množství) byl zaznamenán ale i na suťových svazích s naprostou absencí vegetace, což odpovídá jejímu aktivnímu rádiu (cca 180 m) – Anděra & Horáček (1982). Popřípadě se mohlo jednat o migrující jedince z přilehlých kulturních ploch. Další eudominantní druh byl *M. arvalis*, který na tuto lokalitu zřejmě migruje z přilehlých polních ploch. Vegetace vrcholové partie je trvale nenarušována, jako tomu je na okolních polích (orba), tudíž zde každoročně nedochází ke ztrátám početnosti. Pokud na polích dojde k takovému narušení, z výsledků některých studií vyplývá, že se výrazně zvýší početnost jedinců jednotlivých druhů v remízkách a lesních okrajích (Heroldová & kol 2007). Proto je dost pravděpodobné, že je lokalita „halda 6“ každoročně

využívána jako refugium tohoto druhu i dalších. Nižší dominance i relativní početnost *M. arvalis* oproti *A. sylvaticus* jsou do značné míry ovlivněny menší pohyblivostí druhu a preferencí místa pro hnízdo. Vzhledem k tomu, že *M. arvalis* potřebuje pro hnízdo dostatečný půdní horizont, jsou na této lokalitě omezená místa pro tvorbu hnízd (pouze vrcholek) a jeho výskyt je omezen pouze na několik metrů od ústí nory. Na rozdíl od něj *A. sylvaticus* je druh, který si vybuduje hnízdo i v kamenné suti a je dostatečně pohyblivý na shánění potravy (Anděra 2005). Výsledky odchyťů tuto teorii potvrzují, neboť odchycení jedinci *M. arvalis* byli striktně vázáni jen na vrcholek „haldy 6“. Výskyt dalšího druhu je jen v recedentním zastoupení. Jedná se o druh *A. flavicollis*, tedy druh lesních ekosystémů. Výskyt pravděpodobně souvisí s blízkostí lokality „les“, která je odtud vzdálená cca 200 m. Početnost *A. flavicollis* je na této lokalitě zastoupena dvěma jedinci, kteří pravděpodobně přes lokalitu „halda 6“ jen migrovali. Nejméně početně zastoupeným druhem na této lokalitě (na jiných lokalitách se nevyskytuje vůbec) je jediný exemplář druhu *S. minutus*. Tento druh obývá také prostředí výsypek, ale nastupuje až po osídlení druhem *M. arvalis*, tedy v době, kdy se na výsypkách začínají prosazovat vysokostébelné trávy, které mění mikroklima povrchu půdy na vlhčí a chladnější (Bejček 1981b). V půdě pod takovou vegetací shání potravu (Anděra 2005). Tento jedinec byl nalezen na místě nejvyšší vegetace na vrcholku haldy (takových míst je zde málo). Exponovaný, snadno vysoušený a tepelně nadprůměrný vrcholek „haldy 6“ je pro tento druh spíše nevyhovující, tomuto faktu odpovídá i jeho nepatrná početnost v odchycích.

Populace drobných zemních savců na lokalitě „hada 5“ je druhově chudší než u předchozí lokality, byly zde nalezeny pouze dva druhy, kterými jsou *A. sylvaticus* a *A. flavicollis* (stejně jako na lokalitě „les“). Druhem s větší dominancí je zde *A. sylvaticus*. Tato halda odpovídá biotopově izolovaným lením komplexům v otevřené kulturní krajině. Právě takové lokality vyhledává (Šťastný 1985, Bejček 1981a, Zejda & kol. 2002, Pelikán 1986, Aschwanden & kol. 2007). Stinné prostředí drobného lesního komplexu je zajímavé hlavně v letních měsících, protože ve slunečných, teplotně nadprůměrných dnech, jsou drobnými savci vyhledávány lokality s nižší teplotou (drobní savci mají relativně velký povrch těla, a tím vyšší ztráty energie při chladu a rychleji se přehřejí v teplém počasí – Begon & kol. 1997). Méně početným druhem na této lokalitě je *A. flavicollis*, který, jak již bylo řečeno, je lesním druhem a na prostředí výsypek nastupuje po lesnické rekultivaci (Bejček 1981b). Nižší početnost tohoto druhu je podmíněna faktem, že takto velký lesní fragment neodpovídá striktně vnitřku lesa, ale spíše okraji (malá rozloha) - Pelikán & Nesvatbová (1979).

Charakterově zcela odlišnou lokalitou je „pole“, na němž probíhaly odchycy drobných zemních savců kvůli porovnání s haldami. Vzhledem k tomu, že se haldy vyskytují v otevřené

krajině polí a lesů, je dosti pravděpodobné, že jedinci na lokalitách hald budou mít podobnou druhovou diverzitu, protože odsud migrují. Celková relativní početnost je na této lokalitě malá, odchýtilo se zde pouze 17 jedinců. Nízká početnost pravděpodobně souvisí se špatným načasováním, kdy pole bylo po podzimní technologické úpravě povrhu většinou bez vegetace a na jaře bylo brzo na osídlení drobnými savci po zimě. Nižší výskyt drobných zemních savců po orbě potvrzují některé studie, podle kterých dochází k redukcí početnosti populací právě orbou v obou ročních obdobích (Suchomel & Heroldová 2004). Všichni jedinci byli odchyceni na podzim po orbě. Na této lokalitě bylo odchyceno nejvíce kusů druhu *A. sylvaticus*. Paradoxně zde bylo odchyceno nejméně exemplářů *M. arvalis*, což je v rozporu s mnohými studiiemi polních ekosystémů (Groušlová 2011, Suchomel & Heroldová 2004, Pelikán & Kratochvíl 1959). Dalším vyskytujícím se druhem byl *A. flavicollis*, který byl ale odchycen v blízkosti lesa (Pelikán & Nesvatbová 1979). Druhy, které zde byly zjištěny, jsou i na sousední lokalitě „halda 6“, přičemž *A. sylvaticus* a *M. arvalis* zde mají rozmnožující se populace.

Druhově nejchudší a také početně nejslabší byla lokalita „les“. Byly zde odchyceny stejné druhy jako na lokalitě „halda 5“, tedy *A. sylvaticus* a *A. flavicollis*. Celkem zde bylo odchyceno 6 jedinců, přičemž každému druhu náležely 3 kusy. Všichni byli odchyceni na podzim. Pro oba druhy zde jsou vyhovující podmínky z hlediska požadavků na jejich biotop. *A. sylvaticus* se vyskytovala blíže k okraji lesa než *A. flavicollis*, která preferovala hlavně jeho vnitřní části.

Na sledovaných lokalitách hald, které odráží tři typy rekultivací, a na přilehlých plochách, byla nejpočetnějším druhem *A. sylvaticus*, kromě lokality „les“, kde byla stejná četnost výskytu jako u druhu *A. flavicollis*. Toto zjištění potvrzuje fakt, že se jedná o velmi přizpůsobivý druh drobného zemního savce s širokou ekologickou valencí (Zeida 1965, Heroldová & kol. 2007). Druh, který se vyskytoval ve všech sledovaných lokalitách, je *A. flavicollis*. Na všech lokalitách má eudominantní podíl v početnosti společenstva kromě lokality „halda 6“, kde je jeho výskyt omezen na nepatrný podíl (recedentní druh). Z výsledků je ale patrné, že ačkoli na lokalitách „les“ a „pole“ má podle dominance významný podíl, jeho reálná početnost není vysoká a jeho eudominanci ve společenstvu způsobuje malá celková početnost jedinců všech druhů, které byly na lokalitách zjištěny. Z toho vyplývá, že podstatné zastoupení má na lokalitě „halda 15“ a „halda 5“. Vzhledem k tomu, že *A. flavicollis* je druh obývajícím vnitřek lesa, jsou pro něho lokality zalesněných hald spíše alternativní možností, jelikož nesplňují charakteristiky lesa, ale spíše ekotonu nebo okraje lesa (Pelikán & Nesvatbová 1979). Pro tato fakt zde *A. flavicollis* není dominantním druhem. Nicméně



zalesněné haldy, které jsou roztroušené v zemědělsky obhospodařované krajině, mohou pro striktně lesní druhy tvořit tzv. nášlapné kameny a celkově jim umožnit migraci krajinou (Begon & kol. 1997). Takové biotopy, na nichž nedochází k žádnému managementu a ani k jakémukoli hospodaření, slouží k zprůchodnění krajiny. Druh, který se objevil na lokalitě „halda 6“ v relativně početném zastoupení je *M. arvalis*. Vyskytl se také na lokalitě „pole“, kde měl ale nižší podíl na celkové početnosti společenstva. Tento druh do prostředí „haldy 6“ migruje z přilehlých polních ploch. Migrace je pravděpodobně značně využívána v období orby, což potvrzuje výzkum Heroldové & kol (2007). Na vrcholku „haldy 6“ je pro *M. arvalis* vhodné bylinné a travinné společenstvo s dostačujícím půdním horizontem (Lantová & Lanta 2009). Početně velmi málo zastoupený je druh byl *C. glareolus*, jehož výskyt byl omezen pouze na dva jedince na lokalitě „halda 15“. Vzhledem k tomu, že tento druh je striktně lesním specialistou, prostředí této lokality pro něho může opět tvořit „nášlapný kámen“ v agronomicky využívané krajině. Druh s nejmenší četností výskytu byl *S. minutus*, jehož výskyt se omezil pouze na jednoho jedince a lokalitě „halda 6“. Tento druh je zároveň jediným zástupcem řádu hmyzožravců odchyceným na zkoumaných plochách. Tyto lokality nejsou pro druhy z čeledi rejskovitých vyloženě vhodné. Vyžadují vlhké stinné mikroklima na půdním povrchu, kde shánějí potravu v tlejícím materiálu bylinné hmoty. Prostředí příbramských hald je na humus chudé a zároveň výslunné a výsušné s nedostatečným bylinným patrem (Dudíková T., 2007, Dostálek & Čechák 1998). Nízkou početnost druhů z čeledi *Soricidae* lze také vysvětlit tím, že návnada používaná v pastích pro tuto čeleď není moc atraktivní (Šťastný 1985).

Pokud porovnáme jarní a podzimní odchyty, dojdeme k závěru, že množství odchycených jedinců se liší. Ve všech studovaných lokalitách je patrná vyšší relativní četnost v podzimních odchycích než v jarních (tab. č. 2 a příloha č. 2). Obecně je početnost drobných zemních savců ovlivňována množstvím potravní nabídky a také jejich populační dynamikou (Zejda & kol. 2002). Na jaře dosahují populace početního minima (nízká potrava a vyšší úmrtnost v zimních měsících – Vlasák 1986), během vegetační sezóny dochází k zvyšování početnosti populace vlivem rozmnožování a v období podzimu dosahuje početnost populací obvykle maxima. Zvýšená potravní nabídka v podzimním aspektu souvisí s dozráváním semen, což je velmi důležité pro semenožravé druhy, jakými jsou druhy rodu *Apodemus*. Potravní nabídka ale zpravidla neovlivňuje do takové míry býložravé druhy drobných savců, jejich zvýšená četnost tedy více souvisí s populační dynamikou (Heroldová & kol. 2007). Ačkoli trend rozdílnosti je zde patrný, *t*-test neprokázal signifikantní rozdíly. Přestože na lokalitách „pole“ a „les“ nebyl v jarních odchycích chycen jediný druh, byla četnost výskytu

jedinců velmi malá, aby prokázala rozdíly. Tam, kde byla početnost větší, byla v jarních odchycích zjištěna dostačující relativní četnost, aby nedošlo k potvrzení alternativní hypotézy (lokality „halda 6“).

Diverzita byla na všech sledovaných lokalitách nízká, ale na lokalitě „les“ a „halda 5“ byla nejnižší, s pouhými 2 druhy totožnými pro obě lokality. Obě mají obdobné stanovištní podmínky, neboť to jsou lesní lokality. Díky tomu, že stromové patro je převážně stejnověká monokultura s vtroušenými jinými druhy dřevin na obou lokalitách, jsou potravní podmínky značně omezené a vhodné spíše pro semenožravé druhy drobných zemních savců (Zejda 1973). Naopak nejvyšší počet druhů vykazuje lokalita „halda 6“, jejíž zvýšenou diverzitu oproti ostatním lokalitám zapříčinil výskyt jednoho jedince *S. minutus*. Ostatní druhy se vyskytují i na vedlejší lokalitě „pole“, ale v podstatně nižší relativní početnosti. Podobnost na obou lokalitách bude zapříčiněna blízkostí obou biotopů, tedy na těchto místech může bez problémů probíhat migrace. Daleko vyšší relativní početnost jednotlivých druhů na lokalitě „halda 6“ souvisí s absencí jakéhokoli managementu a faktem, že v polní krajině funguje tento biotop jako remízek s ekotonálními ekologickými vlastnostmi. Dalším faktorem je bezesporu jarní a podzimní orba na polních plochách (Suchomel & Heroldová 2004).

Na základě Jaccardova indexu podobnosti byla zjištěna nejvyšší podobnost mezi lokalitami „halda 5“ a „les“, které mají dva druhy stejné v obou prostředích. Na základě tohoto indexu byla zjištěna naopak nejmenší podobnost shodně mezi lokalitami „halda 6“ a „pole“ a „halda 15“ a „halda 6“.

Předešlý index počítá pouze s výskytem druhů, ale nebere v úvahu dominanci jednotlivých druhů na lokalitách, proto byl dále vypočítán Renkonenův index podobnosti, který počítá s minimální dominancí podobných druhů. Z tohoto indexu byla zjištěna největší podobnost mezi lokalitami „halda 15“ a „halda 5“, což je zapříčiněno vysokým podílem dvou nejpočetnějších druhů v populaci těchto biotopů. Jedná se o *A. sylvaticus* a *A. flavicollis*. Podobnost těchto hald je zapříčiněna podobnou funkcí v agronomicky obhospodařované krajině. Působí tu hlavně pro *A. flavicollis* jako záchytný bod. Oba biotopy mají ve složení své vegetace významné procento dřevinného porostu, který tomuto druhu vyhovuje, s množstvím úkrytů a možností pro stavbu hnízd. Naopak nejméně podobné lokality jsou „halda 6“ a „les“, což je logické, protože vegetace na obou lokalitách je naprosto odlišná a procentuální zastoupení jinak striktně dominantního druhu *A. sylvaticus* je na lokalitě „les“ oproti jiným lokalitám daleko nižší, přestože se i zde jedná o eudominantní druh.

## **7. Závěr**

V pěti různých biotopech („halda 15“, „halda 6“, „halda 5“, „pole“ a „les“), jež jsou typickými pro post-hornickou krajinu Příbramska, byl proveden průzkum drobných zemních savců v délce dvou a půl let od podzimu 2009 do podzimu 2011. Druh, který byl zjištěn na všech lokalitách, a jeho četnost výskytu byla nejvyšší ze všech vyskytujících se druhů, byl *A. sylvaticus*. Dále se na všech lokalitách vyskytoval druh *A. flavicollis*, ovšem významný podíl na početnosti celkové populace měl pouze na lokalitách „halda 15“ a „halda 5“. Vyšší početnost byla zjištěna ještě u druhu *M. arvalis*, ale pouze na lokalitě „halda 6“, která disponuje biotopovými vlastnostmi rumišť. Druhy *S. minutus* a *C. glareolus* byly odchyceny ve velmi nízkých početnostech oproti celkové početnosti populace a vždy jen na jedné lokalitě.

Největší počet druhů a zároveň největší početnost jedinců byl zjištěn na lokalitě „halda 6“. Typ biotopu, který se nachází na vrcholku haldy, je preferovaný nelesními druhy drobných zemních savců. Vyšší počet druhů oproti jiným lokalitám zapříčinil jediný vzorek druhu *S. minutus*, jež na tuto lokalitu zřejmě začíná v rámci sukcesních stádií migrovat. Další četný výskyt druhů a zároveň relativně vysoká početnost populace byla zjištěna na lokalitě „halda 15“. Heterogenní biotop na vrcholku haldy (lesní fragment, roztroušená zeleň) podporuje diverzitu a v prostředí intenzivně obdělávaných polí migraci lesních druhů. Lokalita „halda 5“ disponuje oproti předchozím lokalitám nižším počtem jedinců v početnosti a také nízkou diverzitou. Tento biotop je díky lesnické rekultivaci málo heterogenní a výskyt druhů odpovídá druhům z lokality „les“. Nicméně vyšší početnost je zřejmě zapříčiněna množstvím možností pro hnízdo a malému narušování lokality. Další lokality byly početně velmi podprůměrné. Absence rekultivace hald tedy zjevně podporuje divezitu drobných zemních savců.

Z výsledků je patrné, že lokality „halda 15“, „halda 6“ a „halda 5“ oproti lokalitám „pole“ a „les“ mají vyšší četnost výskytů jedinců v populaci, tedy mají vyšší celkovou relativní početnost (tab. č. 5). Tento fakt přispívá k názoru, že prostředí výsypek má daleko heterogennější prostředí než intenzivně využívaná krajina. Jednotlivá sukcesní stadia hald přispívají k větší diverzitě nejen pro skupinu drobných zemních savců. V hospodářské krajině navíc dochází k periodickým velkoplošným disturbancím antropogenního původu (orba, lesní seče), které přispívají ke ztrátě diverzity drobných zemních savců. Haldy, na jejichž povrchu nedochází k hospodářským činnostem, fungují v takové krajině jako refugium a tzv. nášlapné kameny pro migrující druhy (tedy podporují i genetickou diverzitu jednotlivých populací a tím i druhů).

## **8. Použitá literatura**

**Anděra M. & Horáček I., 1982:** Poznáváme naše savce. Mladá fronta, Praha, 254 s.

**Anděra M. & Horáček I., 2005:** Poznáváme naše savce. Nakladatelství Sobotáles, Jihlava.

**Aschwenden J., Holzgang O. & Jenni L., 2007:** Importance of ecological compensation areas for small mammals in intensively farmed areas. *Wildlife Biology* 13(2): 150–158.

**Begon M., Harper J. L., Townsend C. R., 1997:** Ekologie jedinci, populace a společenstva. Vydavatelství univerzity Palackého, Olomouc.

**Bejček V., 1979:** Notes on Population Dynamics of the Common Vole, *Microtus arvalis* (Pall, 1778) and the Wood Mouse, *Apodemus sylvaticus*, (L., 1758), on Spoil Banks after Surface Mining of Lignite in the Most Basing (north-western Bohemia). *Lynx*, 20 n. s.: 10–46.

**Bejček V., 1981a:** Vliv lesnické rekultivace výsypek po povrchové hnědouhelné těžbě na společenstva zemních savců. *Sborník okresního muzea, Most*. 3/1981: 117–131.

**Bejček V., 1981b:** Sukcese drobných savců na výsypkách po povrchové těžbě hnědého uhlí. Ústav krajinné ekologie ČSAV, Bratislava: 24–28.

**Bejček V., 1982:** Sukcese drobných savců v raných vývojových stádiích výsypek v mostecké kotlině. *Sborník okresního muzea, Most*, 4/1982: 61–86.

**Bejček V., 1988:** Communities of small terrestrial mammals on the spoil banks in the Most basin. VŠZ Praha.

**Bell, J. T. & Ungar, I. A., 1981:** Factors affecting the establishment of natural vegetation on coal strip mine spoil bank in Southeastern Ohio. *The American Midland Naturalist*. 105 (1): 19 – 31.

**Bodlák L., Křováková K., Nedbal V., Pechar L., 2011:** Assessment of landscape functionality changes as one aspect of reclamation quality – the case of Velká podkrušnohorská dump, Czech Republic

**Brom J., Nedbal V., Procházka J., Pecharová E., 2011:** Changes in vegetation cover, moisture properties and surface temperature of a brown coal dump from 1984 to 2009 using satellite data analysis. *Ecological Engineering* xxx: xxx–xxx.

**Bryja J. & Řehák Z., 1998:** Community of small terrestrial mammals (*Insectivora*, *Rodentia*) in dominant habitat of the Protected Landscape Area of Poodří (Czech Republic). *Folia zoologica* 47 (4): 249–260.

**Bryja J. & Zukal J., 2000:** Small mammal communities in newly planted biocorridors and their surroundings in southern Moravia (Czech Republic). *Folia Zoologica* 49 (3): 191–197.

**Cílek V. a kol., 2005:** Střední Brdy. MŽP, MZe ČR, ČSOP Příbram a Kancelář pro otázky ochrany přírody a krajiny Příbram.

**Čáka J., 1998:** Střední Brdy – krajina neznámá. Mladá fronta, Praha.

**Deyl M. & Hísek K., 2001:** Naše květiny. Academia, Praha.

**Dostálek, J. & Čechák, T., 1998:** Vegetace na substrátech po těžbě uranové rudy. Zpr. České botanické společnosti. Praha 33/2: 187–196.

**Dudíková T., 2007:** Sukcese vegetace na výsypkách po těžbě uranu na Příbramsku. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice. Bakalářská práce.

**Ford R. G. & Pitelka F. A. 1984:** Resource limitation in the California vole. *Ecology* 64: 122 – 136.

**Gaisler J., Holířová V., Pelikán J., Zejda J., 1962:** Klíč k určování drobných savců podle vnějších znaků. Československá akademie věd, Brno.

**Groušlová K., 2011:** Struktura a diverzita společenstev drobných zemních savců v zemědělské krajině Mělnicka. Česká zemědělská univerzita v Praze, diplomová práce.

**Henttonen H., Vaheri A., Lähdevirta J., Brummer-Korvenkontio M., 1981:** The epidemiology of Nephropathia epidemica in wild rodents. Strasbourg, abstrakt: 201.

**Heroldová M., Suchomel J., Zejda J., Obdržálková D. & Zapletal M., 2006:** Hlodavci jako škůdci lesa. In: Kapitola P. & Baňář P. [eds.]: Škodliví činitelé v lesích Česka 2005/2006, Sborník referátů z celostátního semináře: 40–43.

**Heroldová M., Bryja J., Zejda J. & Tkadlec E., 2007:** Structure and diversity of small mammal communities in agriculture landscape. Agriculture, Ecosystems and Environment 120: 206–210.

**Holec M., Frouz J., Pokorný R., 2006:** The influence of different vegetation patches on the spatial distribution of nest and the epigeic activity of ants (*Lasius niger*) on a spoil dump after brown coal mining (Czech Republic). European Journal of soil Biology 42: 158 – 165

**Kolektiv, 1960:** Podnebí Československé socialistické republiky. Hydrometeorologický ústav, Praha.

**Kolektiv, 1970:** Likvidace ložiska Příbram – důl I: Jáma č. 5 – biologická rekultivace odvalu. DIAMO, s. p., o. z. SUL. Dokladová část.

**Kolektiv, 1984:** Československá ložiska uranu. Nakladatelství technické literatury ve Středisku interních publikací v Praze: 109–139.

**Kolektiv, 1986:** Likvidace ložiska Příbram – důl I: Jáma č. 15 – Jímání a čištění průsakových vod z odvalu j.č. 15.. DIAMO, s. p., o. z. SUL. Dokladová část.

**Kolektiv, 1994:** Likvidace ložiska Příbram – důl I: Jáma č. 6 – Ozelenění odvalu. DIAMO, s. p., o. z. SUL. Dokladová část.

**Kolektiv, 2000:** Analýza rizik při sanaci uranového ložiska Příbram. SOM s. r. o., Mníšek – B-přílohová část: příloha č. 4.

**Kolektiv, 2010:** Výroční zpráva 2009 VLS ČR, s. p. Vojenské lesy a statky ČR, s. p., Praha: 3-4.

**Květoň V. & kol., 2007:** Atlas podnebí Česka. ČHMÚ, Praha.

**Langrová & kol., 2007:** Zoologie. Česká zemědělská univerzita v Praze, Praha: 235–248.

**Lantová P. & Lanta V., 2009:** Food selection in *Microtus arvalis*: the role of plants functional traits. *Ekological Research* 24: 831 - 838

**Laine K. & Henttonen H. 1983:** The role of plant production in microtine cycles in northern Fennoscandia. *Oikos* 40: 407 – 418.

**Laštůvka Z. 1996:** Zoologie pro zemědělce a lesníky. Konvoj, Brno, 266 s.

**Letnic M. & kol. 2004:** The responses of small mammals and lizards to post-fire succession and rainfall in arid Australia, *Journal of Arid Environments* 59: 85–114

**Losos B., Grulička J., Lellák J., Pelikán J., 1985:** Ekologie živočichů. SPN, Praha, 320 s.

**Moravec J. & Jeník J. 1994:** Složení a struktura rostlinného společenstva. In: Moravec J. & kol.: *Fytocenologie*. Academia, Praha: 41 – 62.

**Pelikán J. 1955:** Poznámky k bionomii populací některých našich drobných savců. *Rozpravy ČSAV*, 65: 1-63.

**Pelikán J. & Kratochvíl J. & kol., 1959:** Rozmnožování, populační dynamika a přemnožování hraboše polního. *NČSAV*, Praha: 130–179.

**Pelikán J. & Nesvadbová J., 1979:** Small mammal communities in farms and surrounding fields. *Folia Zoologica* 28(3): 209–217.

**Pelikán J., 1986:** Small mammals in windbreaks and adjacent fields. Acta Sci. Nat. Brno 20: 1–38.

**Petránek J., 1993:** Malá encyklopedie geologie. JIH České Budějovice, České Budějovice.

**Rathke D. & Bröring U., 2004:** Colonization of post-mining landscapes by shrews and rodents (Mammalia: Rodentia, Soricomorpha). Ecological engineering 24: 149 – 156.

**Reichstein H., 1964:** Untersuchungen zum Körperwachstum und zum Reproduktionspotential der Feldmaus, *Microtus arvalis*, Pallas.

**Reichholf J., 1996:** Savci. Ikar, Praha, 287 s.

**Skaller, M., 1981:** Vegetation management by minimal intervention: Working with succession. Landscape Planning, 8: 149 – 174.

**Suchomel J. & Heroldová M., 2004:** Small terrestrial mammals in two types of forest complexes in intensively managed landscape of south Moravia (The Czech Republic). Ekológia (Bratislava) 23(4): 377–384.

**Šťastný K., 1985:** Birds and mammals of the fishpond dams in the Třeboň basin (The utilization from the viewpoint of landscape ecology). Jihočeské museum v Českých Budějovicích přírodní vědy, České Budějovice: 3–63.

**Turček F. J. 1971:** Zoocenózy západnej časti Liptova (transekt I - Choč - Chabeneč). Quaestiones geobiologicae 9: 7 – 39

**Turček F. J. 1952:** Ekologická analýza populácie vtákov a cicavcov prirodzeného lesa na Polane (Slovensko). Rozpravy II, Česká akademie 62: 1-51.

**Velenská N., 2007:** Hlodavci. Robimaus, Rudná u Prahy, 169 s.



**Vandenbergh J. G., 1987:** Regulation of puberty and its consequences on population dynamics of mice. *American zoologist* 27: 891 – 898.

**Vlasák P., 1986:** *Ekologie savců*. Academia, Praha.

**Warkowska-Dratnal H. & Stenseth N. C. 1985:** Dispersal and the microtine cycle: comparison of two hypotheses. *Oecologia* 65: 468 – 477.

**Zejda J., 1965:** Nároky myšice křovinné (*Apodemus sylvaticus* L.) na prostředí v nížinné oblasti (Habitat of the long-tailed field mouse (*Apodemus sylvaticus* L.) in the lowland region). *Zoologické listy* 14: 301 – 316.

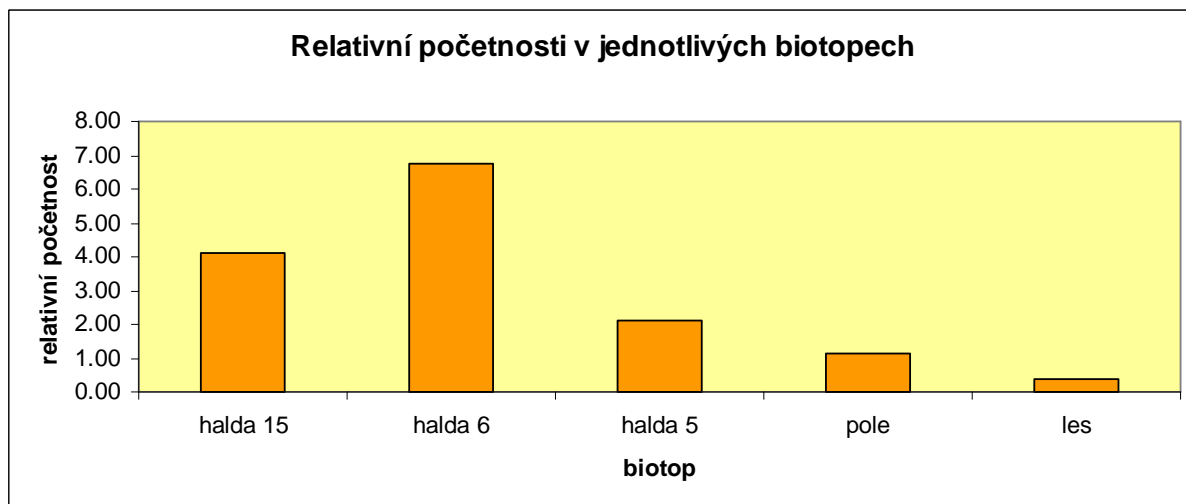
**Zejda J., 1973:** Small mammals in certain forest type groups in southern Moravia. *Zoologické listy* 22(1): 1–13.

**Zejda J., Zapletal M. & Pikula J., 2002:** *Hlodavci v zemědělské a lesnické praxi*. Agrospoj, Praha.

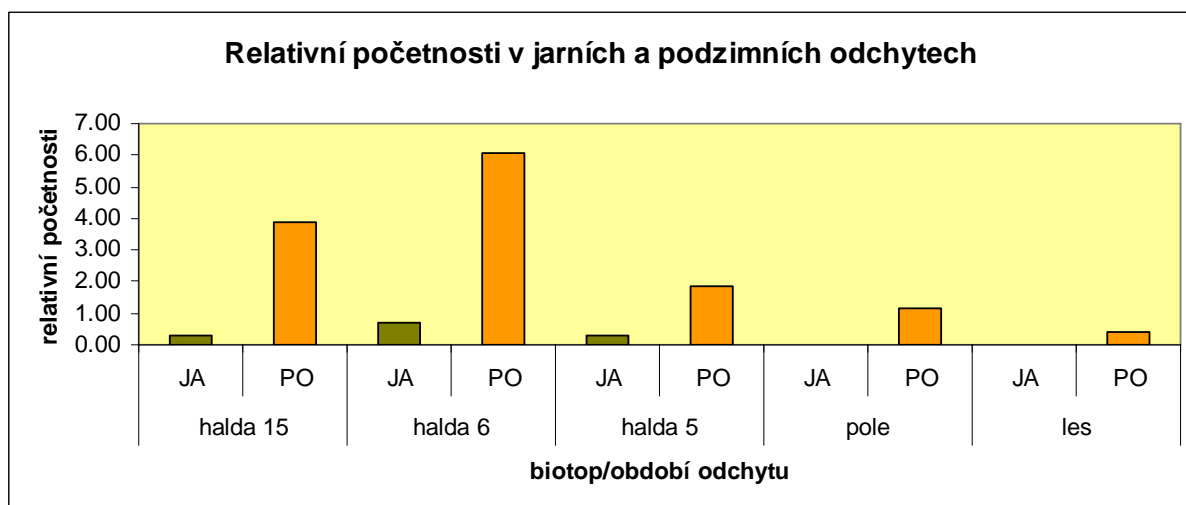
## **9. Přílohy**

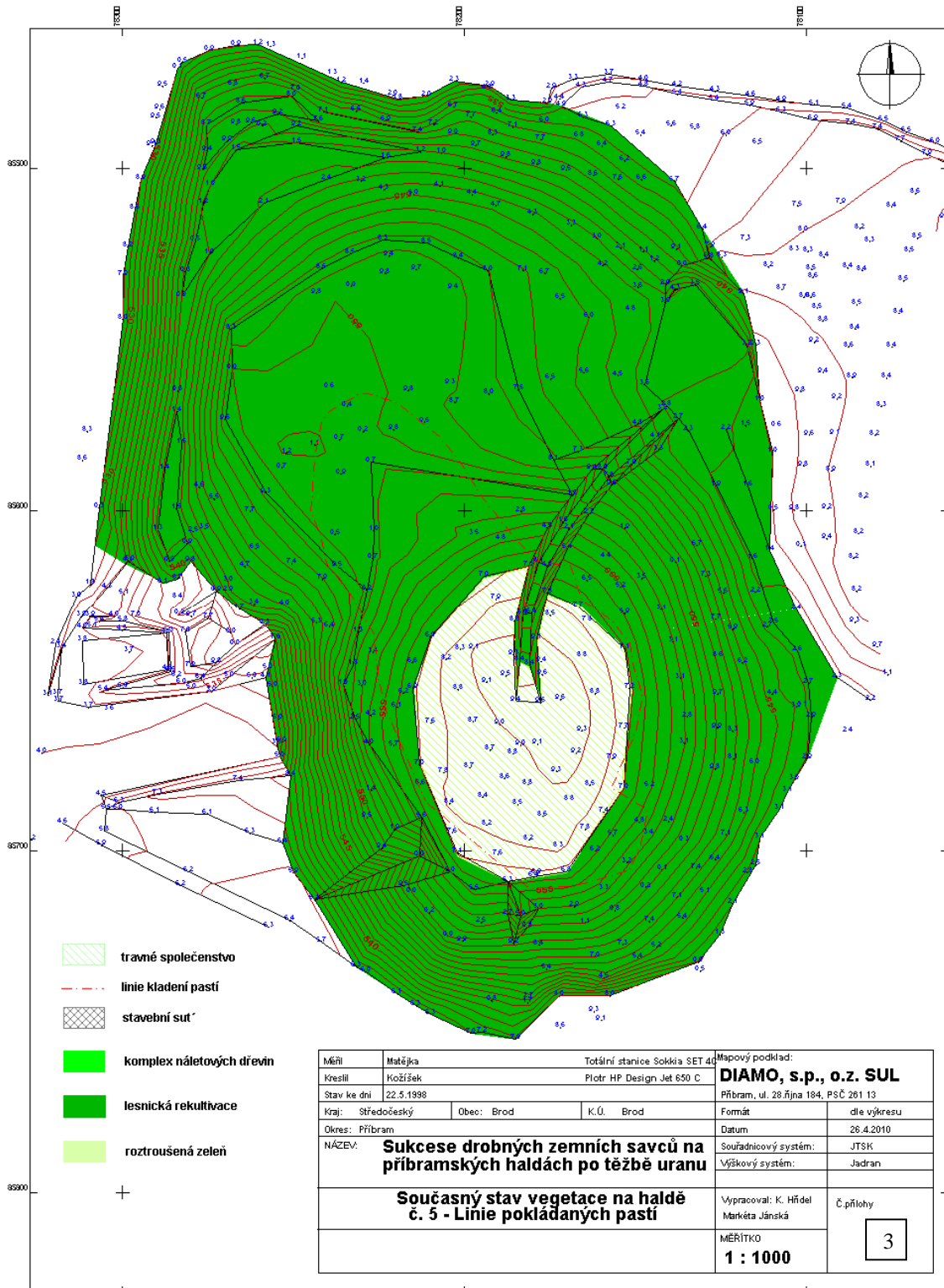
- **Příloha č. 1.** Graf relativních početností v jednotlivých biotopech
- **Příloha č. 2.** Graf rozdílů relativních početností v jarních a podzimních odchycích
- **Příloha č. 3.** Současný stav vegetace a linie pastí na haldě č. 5
- **Příloha č. 4.** Současný stav vegetace a linie pastí na haldě č. 6
- **Příloha č. 5.** Současný stav vegetace a linie pastí na haldě č. 15  
(Archiv DIAMO s. p., o. z. SUL)
- **Příloha č. 6.** Linie pastí na lokalitách „pole“ a „les“

**Příloha č. 1.** Graf relativních početností v jednotlivých biotopech

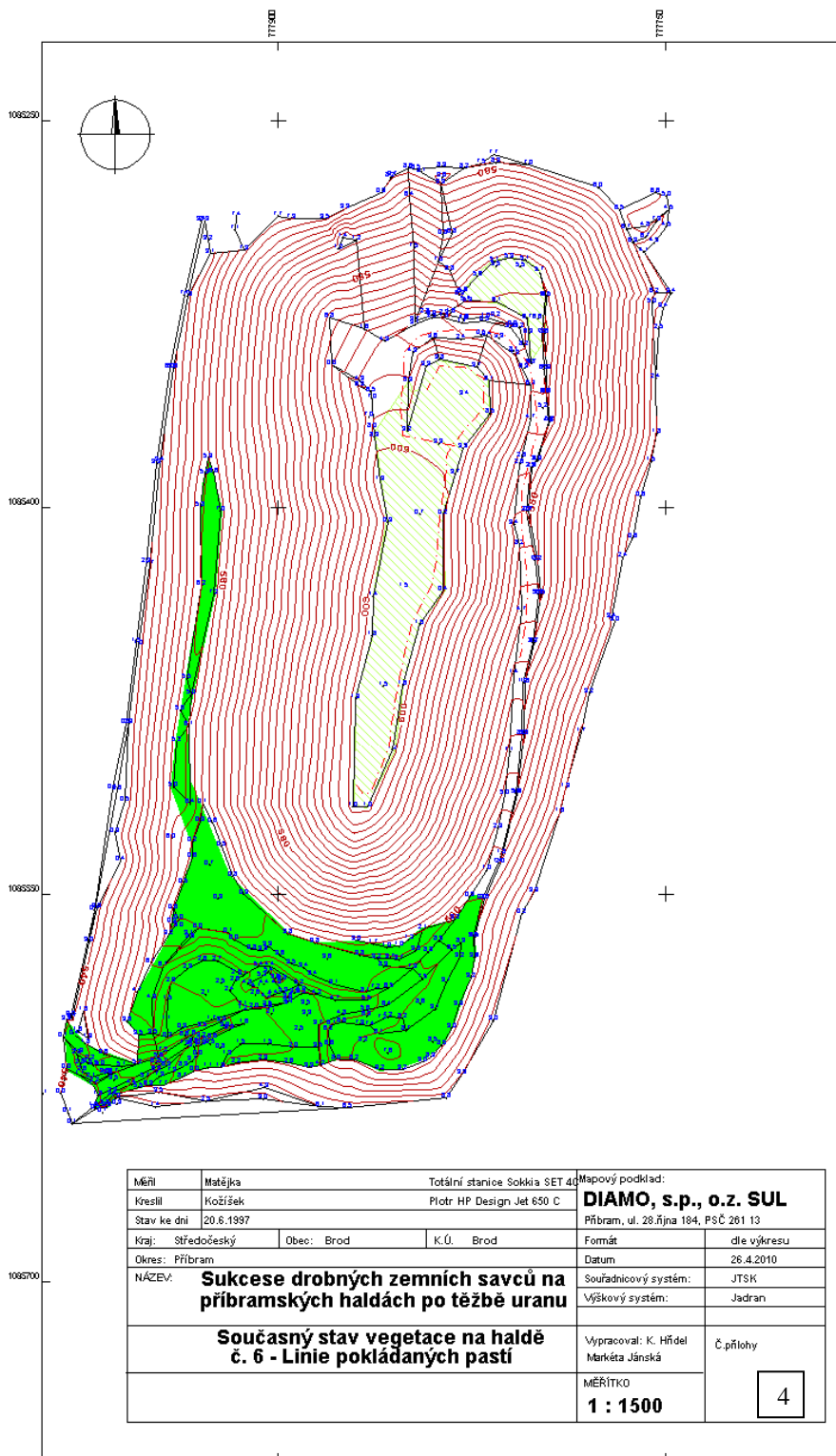


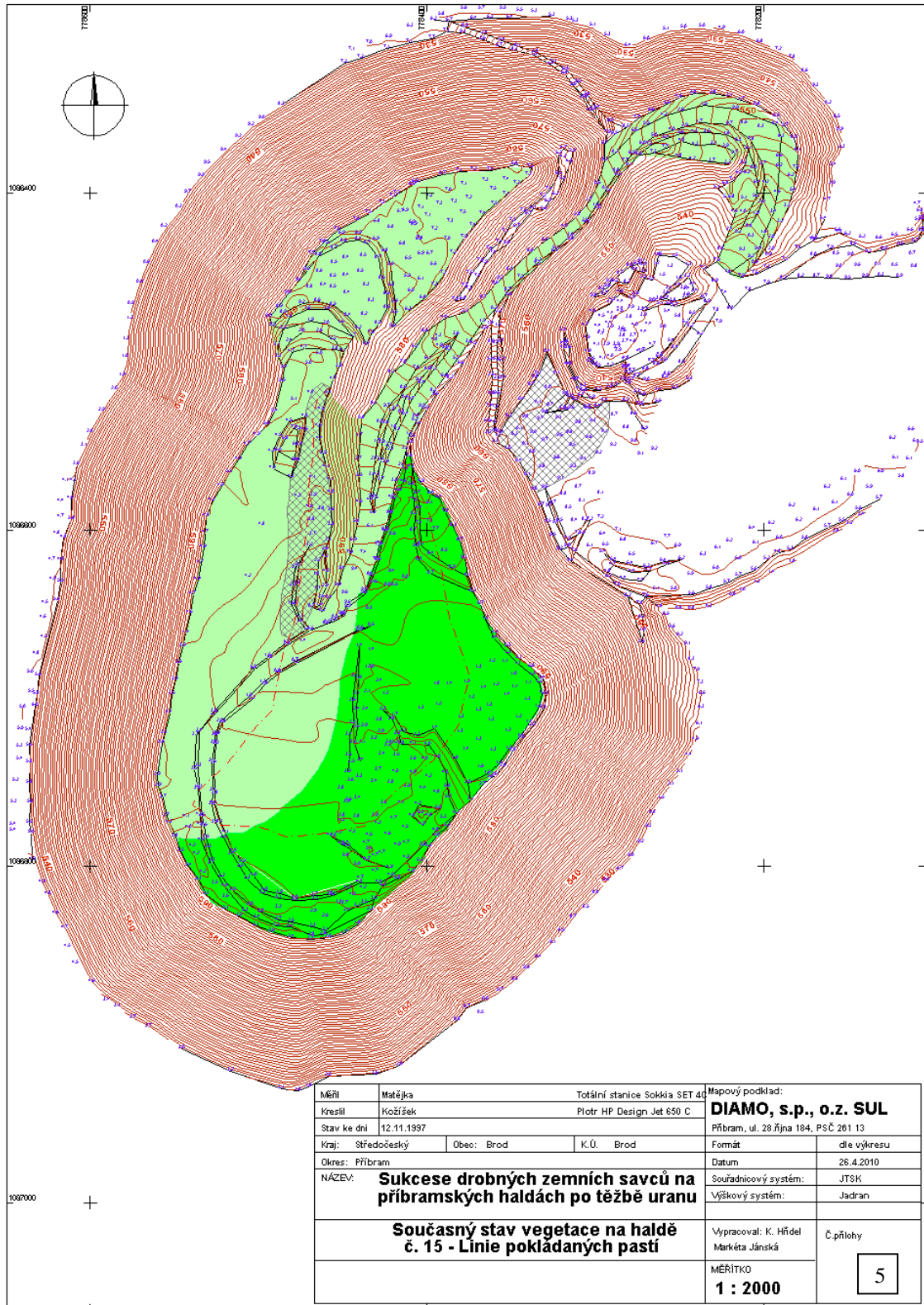
**Příloha č. 2.** Graf rozdílů relativních početností v jarních a podzimních odchytech





Měřil	Matějka	Totální stanice Sokkia SET 40		Mapový podklad:	
Kreslil	Kožíšek	Plotr HP Design Jet 850 C		<b>DIAMO, s.p., o.z. SUL</b>	
Stav ke dni	22.5.1998			Příbram, ul. 28.října 184, PSČ 261 13	
Kraj:	Středočeský	Obec:	Brod	K.Ú.	Brod
Okres:	Příbram			Formát	dle výkresu
NÁZEV: <b>Sukcese drobných zemních savců na příbramských haldách po těžbě uranu</b>				Datum	26.4.2010
				Souřadnicový systém:	JTSK
				Výškový systém:	Jadran
<b>Současný stav vegetace na haldě č. 5 - Linie pokládanych pastí</b>				Vypracoval: K. Hříděl Markéta Jánková	Č.přílohy
				MĚŘÍTKO <b>1 : 1000</b>	





Měřil	Matějka	Totální stanice Sokkia SET 41	Mapový podklad:
Kreslil	Kožíšek	Plotr HP Design Jet 650 C	<b>DIAMO, s.p., o.z. SUL</b>
Stav ke dni	12.11.1997		Příbram, ul. 28.října 184, PSČ 261 13
Kraj:	Středočeský	Obec: Brod	K.Ú. Brod
Okres:	Příbram		
NÁZEV:	<b>Sukcese drobných zemních savců na příbramských haldách po těžbě uranu</b>		Formát
			dle výkresu
			Datum
			26.4.2010
			Souřadnicový systém:
			JTSK
			Výškový systém:
			Jadran
	<b>Současný stav vegetace na haldě č. 15 - Linie pokládanych pastí</b>		Vypracoval: K. Hřídel
			Markéta Jánská
			Č.přílohy
			5
			MĚŘÍTKO
			<b>1 : 2000</b>

**Příloha č. 6.** Linie pastí na lokalitách „pole“ a „les“

