

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Biodiverzita drobných zemních savců v lesních biotopech na Sokolovsku

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Veškeré použité podklady, ze kterých jsem čerpal informace, jsou uvedeny v seznamu použité literatury a citovány v textu.

V Praze dne den 16.4.2014

.....
Jméno a příjmení studenta

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval Ing. Ondřeji Cudlínovi, Ph.D. za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost. Dále bych rád poděkoval Lucii Červené za pomoc s odchyty a zpracováním vzorků a v neposlední řadě bych také rád poděkoval i Miroslavu Seidlovi jakožto řidiči za jeho ochotu, bez níž by byly odchyty o poznání obtížnější.

ABSTRACT:

The aim of this work is to describe the biodiversity of small terrestrial mammals on the forestry restored areas of Velká podkrušnohorská výsypka. In the year 2013 were catches made twice for a total of fifteen locations. Some of them were restored technically, some using managed succession and some locations similar to those technically restored were located outside the spoil heap. Small mammals were captured on lines using mousetraps. To assess the biodiversity was used Shannon index of diversity and abundance of individuals was compared using R. In total 38 individuals were captured, most of which belonged to the species *Apodemus flavicollis*. In this year compared with previous smaller number of individuals were caught. There was no significant difference in the abundance and biodiversity between locations with technical restoration and the locations outside the spoil heap. The highest abundance and biodiversity were achieved by locations with controlled succession.

Key words: biodiversity, small, terrestrial, mammals, restoration, spoil, heap, succession

ABSTRAKT:

Cílem této práce je zmapovat biodiverzitu drobných zemních savců na lesnický rekultivovaných plochách Velké podkrušnohorské výsypky. Během vegetační sezóny 2013 byly dvakrát provedeny odchyty na celkem patnácti lokalitách. Některé z nich byly rekultivovány technicky, některé pomocí řízené sukcese a některé lokality obdobné těm technicky rekultivovaným se nacházely mimo území výsypky. Odchyty probíhaly na liniích pomocí sklapovacích pastí. Pro zhodnocení biodiverzity byl použit Shannonův index diverzity a abundance jedinců byla porovnána pomocí programu R. Celkem bylo odchyceno 38 jedinců, z nichž většina patřila druhu *Apodemus flavicollis*. V tomto roce se v porovnání s předchozími chytilo menší množství jedinců. Nebyl prokázán rozdíl v abundanci a biodiverzitě mezi lokalitami s technickou rekultivací a lokalitami mimo výsypku. Nejvyšší abundance i biodiverzity pak dosahovali lokality s řízenou sukcesí.

Klíčová slova: biodiverzita, drobní, zemní, savci, rekultivace, výsypka, sukcese

Obsah

1 ÚVOD	1
2 LITERÁRNÍ REŠERŠE	2
2.1 Výsypky	2
2.2 Rekultivace	3
2.2.1 Pojem rekultivace	3
2.2.2 Historie rekultivací u nás	3
2.2.3 Typy rekultivací	4
2.3 Drobní zemní savci	5
2.3.1 Charakteristika odchycených druhů	5
2.3.2 Drobní zemní savci jako bioindikátor	7
2.3.3 Populační dynamika drobných zemních savců	8
2.3.4 Metody odchyť drobných zemních savců	9
2.3.5 Předešlé odchyty na výsypce	10
3 METODIKA A MATERIÁL	11
3.1 Metodika odchyť	11
3.2 Popis výsypky	11
3.3 Popis lokalit	13
3.4 Zpracování materiálu	22
3.5 Výpočet indexu diverzity	22
3.6 Statistické zpracování dat	22
4 VÝSLEDKY	23
4.1 Souhrnné výsledky	23
4.2 Index diverzity	26
4.3 Porovnání abundance drobných zemních savců	27
5 DISKUSE	28
6 ZÁVĚR	29
7 LITERATURA	30

1 ÚVOD

Velká podkrušnohorská výsypka se nachází severně od města Sokolov. Jde o typickou průmyslovou oblast, která je z největší části zastoupena chemickým a energetickým průmyslem a hnědouhelnou těžbou. Nejstarším písemným dokladem o těžbě uhlí na Sokolovsku je zápis v kronice Horního Slavkova z roku 1642. Koncem 19. století se na severu Čech začal významně rozvíjet průmysl a také poptávka po energiích díky čemu došlo i ke zvyšování těžby uhlí. Tamější krajina tak ovšem utrpěla. Koncem 80. let 20. století patřila tato oblast mezi ty nejvíce zdevastované ve střední Evropě.

Podle českých legislativních norem jsou společnosti po těžbě povinny poškozené oblasti obnovit. S těžbou je tak následně spojena i rekultivace, při níž dochází k vytváření nových funkčních ekosystémů. Obnovuje se tak ekologická stabilita krajiny a dochází k návratu druhů mnohdy i vzácných. I přes velké znehodnocování krajiny však přináší těžební činnost a následné rekultivace zasažených oblastí jedinečnou příležitost ke studiu sukcese a řady přírodních procesů. Na velké podkrušnohorské výsypce proběhlo a stále probíhá několik typů rekultivací a již delší dobu se mapuje zdejší biodiverzita pro zhodnocení vhodnosti jednotlivých typů rekultivací. Pro zhodnocení stavu sukcese rekultivované oblasti lze úspěšně využít mnoha bioindikačních druhů. Obzvláště vhodnými jsou drobní zemní savci pro svoji schopnost rychle osidlovat nově vzniklá stanoviště a pro svůj vysoký reprodukční potenciál.

Tato práce se zabývá oblastmi s lesnickou rekultivací. Navazuje tak na mnohé výzkumy využívajících drobných zemních savců jako bioindikátory, které zde proběhly v minulosti a jistě budou probíhat i nadále. Pro srovnání biodiverzity bylo vybráno šest lokalit s listnatými a jehličnatými porosty na ploše výsypky s již ukončenou technickou rekultivací a také jim odpovídajících šest lokalit mimo výsypku v nejbližším okolí. Dále byly vybrány také tři plochy, na nichž rekultivace proběhla řízenou sukcesí. Odchyty proběhly ve dvou termínech a to v červenci a říjnu v roce 2013.

Cílem této práce je zmapovat diverzitu a abundanci na jednotlivých lokalitách, porovnat lokality nacházející se na výsypce s těmi mimo ni a také zhodnotit zda je vhodnější technická rekultivace či rekultivace proběhlá řízenou sukcesí.

2 LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1 Výsypky

Výsypka je útvarem vzniklým po navršení materiálu, který vzniká jako odpad při těžbě různých nerostných surovin, jako je například uhlí, uran, kaolin a další, anebo při průmyslové výrobě. Jedná se tedy o antropogenní útvar sloužící k trvalému či dočasnému uložení vytěženého materiálu. V dnešní době převažují hlavně výsypky po těžbě uhlí, jejichž celková rozloha je odhadována na 270 km² (Řehounek a kol., 2010). Výsypky můžeme rozlišovat na výsypky vnější a vnitřní, dle toho zda jsou situovány vně či uvnitř lomu. Tyto útvary jsou extrémními, neproduktivními stanovišti s minimálním množstvím organické hmoty (Vráblíková a kol., 2009) a jsou tak oblastmi s výrazným narušením rázu a funkcí krajiny. Přesto jak říká Prach (2006), nemůžeme považovat výsypkový materiál za životu nepříznivý, jeho fyzikální a chemické vlastnosti jsou až na pár výjimek docela příznivé.

Horniny uhelných slojí, ze kterých jsou tvořeny výsypky, jsou převážně miocenní (Mostecko, Sokolovsko), nebo permo-karbonské sedimenty (Kladensko, Nýřansko a Radnicko, Ostravsko). Pro sokolovské výsypky jsou charakteristické jíly tzv. cyprisové série nazvané podle přítomnosti fosilií korýše *Cypris angusta* z období miocénu (Chlupáč a kol. 2002). Ve výsypkovém materiálu se často vyskytují cenné fosilie, které jsou dokumentovány především z výsypek jižně od Plzně, ale též z Kladenska, Sokolovska a Mostecka (Mergl a Vohradský, 2000).

Na Sokolovsku se dnes dá nalézt přibližně 90 km² výsypek, z nichž většina tvoří komplex nazývaný Velká podkrušnohorská výsypka. Na více než polovině tohoto území v minulosti proběhla anebo stále probíhá rekultivace (Řehounek a kol., 2010). Jejich povrch disponuje bohatou vertikální členitostí (Bejček, 1983). Sokolovská pánev patří mezi tři pro těžbu hnědého uhlí a lignitu nejvýznamnější území u nás. Těmi dalšími jsou Mostecká a Jihomoravská pánev (Valášek a Chytka, 2009).

Ve druhé polovině 19. století byl rozvoj těžby značně podpořen výstavbou železnic. Povrchová těžba počátkem 20. století začala čím dál více nahrazovat těžbu hlubinnou (Smolová, 2008). Během druhé světové války došlo k modernizaci povrchové těžby (Valášek a Chytka, 2009) a po válce došlo v těžebním průmyslu k velkému rozvoji (Vráblíková a Vráblík, 2009), který ustal až po roce 1990 v souvislosti s politickými a společenskými změnami (Smolová, 2008). Od roku 1991 platí na území Severočeské hnědouhelné pánve omezení na rozvoj lomové (povrchové) těžby hnědého uhlí.

2.2 Rekultivace

2.2.1 Pojem rekultivace

Z latiny pocházející výraz rekultivace označuje soubor technických a biologických zásahů, vedoucích k napravení škod způsobených lidskou činností, jakou je mezi jinými i povrchová těžba. Rekultivace má za výsledek přeměnu zdevastovaných území v lesy, louky, pole či nádrže. Může také docházet k vytváření rekreačních areálů či odpočinkových zón v okolí lidských sídel (Štýs a kol., 1981).

Rekultivace v poslední době získávají velice na popularitě stejně jako podobná témata ochrany přírody. Těžební činnosti se narušují všechny složky krajiny včetně vodního režimu a destrukce pedosféry (Štýs a kol., 1981) a rekultivace skýtá možnost jak tyto devastující zásahy kompenzovat.

2.2.2 Historie rekultivací u nás

Již Obecný horní zákon, který byl vydán císařským patentem roku 1854, ukládal, aby byly pozemky postižené těžbou navraceny svému původnímu účelu. Roku 1892 neuspěl pokus o upřesnění této povinnosti vydáním rekultivačního zákona a šestnáct let poté roku 1908 byla ustanovena rekultivační expozitura v Duchcově (Štýs, 2001).

Třicátá a čtyřicátá léta nebyla dle historiků zvláště produktivní (Vráblíková a kol., 2008). K rekultivacím docházelo v menší míře i během první světové války za využití válečných zajatců. Během období první republiky bylo navrženo i několik zákonů o rekultivaci řešících jak otázku obnovy postižených území tak i v té době vysokou nezaměstnanost, schválen ale nebyl ani jeden (Šímová, 2004).

Roku 1950 bylo na příkaz Ústředního ředitelství v Mostě v rámci Zemědělského závodu SHD v Teplicích na příkaz Ústředního ředitelství v Mostě zřízeno Rekultivační oddělení SHD. Roku 1958 začal být zpracováván generel rekultivací stanovující základy strategie rekultivací. Padesátá léta byla charakteristická jednoduchými zemědělskými rekultivacemi s minimální úpravou stanovišť a bez použití ornice. Používaly byly odolné a nenáročně dřeviny a plodiny. V tomto období ještě nebylo velké množství lidí včetně vědecké obce věřících v účinnost rekultivační nápravy.

V letech šedesátých začalo docházet k důkladnějším úpravám stanovišť a využívání zachráněné ornice. Docházelo také k vyššímu využívání přípravných, melioračních a cílových dřevin.

V sedmdesátých letech se se začalo více dbát na tvorbu jednotlivých stanovišť, vznikajících vhodnou úpravou terénu a vodním režimem. Kromě zachráněné ornice se začali využívat i melioračně hodnotné substráty a v letech osmdesátých došlo k cílené tvorbě zemědělských, lesních a vodních ekosystémů.

V devadesátých letech pak došlo k ekologizaci celého rekultivačního procesu. Před zemědělskými rekultivacemi začali být upřednostňovány lesní a dbalo se na vyváženost jednotlivých ekosystémů (Štýs, 2001).

2.2.3 Typy rekultivací

Rekultivace se dají rozdělovat na základě jednotlivých etap či následného využití ploch. Podle jejich využití tradičně rozlišujeme rekultivace zemědělské, lesnické, hydričké a ostatní do kterých můžeme zařadit plochy s rekreačním či sportovním účelem anebo plochy sukcesní.

Na základě charakteru jednotlivých etap rekultivace je můžeme rozdělit například podle Štýse a Helešicové (1992) následovně:

Důlně-technická etapa

Tato pro úspěšnost rekultivace důležitá etapa sestává ze zmapování nadložních hornin, umístění lomu a výsypky a zvolení jejího tvaru, tak aby její tvar co nejvíce napomohl následné rekultivaci a také budoucímu účelu plochy. Je také vhodné nejsvrchnější vrstvu odkrývané zeminy, která je také nejúrodnější, deponovat, aby nedošlo k jejímu zavezení spodnějšími vrstvami a nedošlo tak k neznemožnění jejího následného využití.

Ekotechnická etapa

V této etapě dochází k úpravě terénu, vytvoření žádaného tvaru a sklonu. Navází se zemina, nejlépe ornice. Za ekologicky a ekonomicky nejideálnější se považuje vrstva o mocnosti půl metru. Dochází k obnovení vodního režimu, vybudování odvodňovacích a závlahových staveb a základním půdním melioracím. Následuje výstavba vodních toků a nádrží.

Biotechnická etapa

Po dokončení předcházejících etap dochází v této k „oživení“ plochy. Jsou aplikovány různé rekultivační způsoby na základě toho jaké využití má daná plocha v budoucnu zastat. Jedná se například o zalesnění, příprava půdy pro osetí a podobně.

Postrekultivační etapa

Období po ukončení vlastní rekultivace a po zařazení území do běžného obhospodařování. Pro zdárný vývoj a fungování vytvořeného ekosystému je nutné i v následujícím období respektovat jednotlivé nároky a specifika jednotlivých výsypkových stanovišť (Štýs a Helešicová, 1992).

Poslední dobou je velmi ožehavou otázkou, zda není lepším řešením mnohé plochy ponechat přirozené sukcesi. Tento způsob je sice časově náročnější, polopřirozená rostlinná společenstva se tu vytváří do dvaceti let (Prach, 2003), ale na druhou stranu je nenákladný a mnohdy tak dochází k tvorbě ekologicky mnohem zajímavějších a vzácnějších stanovišť, na které se pak váží často vzácné či ohrožené druhy. Velikým zastáncem a popularizátorem tohoto způsobu přirozené obnovy je například Prach (2001, 2003). Výsypky bývají často osidlovány hned po navezení a ve sníženinách se často vytvářejí pestrá mokřadní stanoviště, na kterých se uplatňují vodní živočichové. Bohužel pak bývají taková místa při technické rekultivaci, srovnány těžkou technikou, vytvářejí se monotónní tvary a dochází k odvodnění. Po navezení substrátu může docházet k šíření nežádoucích rumištních druhů a často bývají vysazovány nevhodné a také introdukované dřeviny (Prach, 2006).

Ponechání ploch samovolné sukcesy je způsobem rekultivace, který u nás pořád nemá takové zastoupení, které by mohl mít. Například v Holandsku, Německu či Velké Británii je mu věnováno mnohem více prostoru. Jako hlavní tři důvody proč jsou u nás stále upřednostňovány rekultivace technické, vidí Prach (2006) hlavně nízkou ekologickou osvětu, konzervativní způsob myšlení lidí v rozhodující sféře a v neposlední řadě také byznys, který finančně náročné rekultivace představují.

2.3 Drobní zemní savci

2.3.1 Charakteristika odchycených druhů

myšice lesní (*Apodemus flavicollis*)

Popis:

Z našich čtyř myšic dosahuje největších tělesných rozměrů, nicméně se s jinými druhy může rozměry překrývat. Na hrdle mívá nápadnou žlutou skvrnu. V dospělosti mívá její tělo typické kontrastní zbarvení. Vrchní část těla bývá ryšavě hnědá až kaštanově hnědá a je od téměř bílého břicha oddělena jasným přechodem. U mladých jedinců toto jasné ohraničení být nemusí (Anděra a Gaisler, 2012).

Ekologie:

Je především semenožravá a plodožravá. Hmyz se mezi její potravou vyskytuje méně převážně pak zjara a může docházet i k regulaci jeho početnosti. Má noční aktivitu a úkryt opouští jednu až dvě hodiny po setmění. Je nesnášenlivá vůči ostatním druhům a vytlačuje tak myšici křovinnou. Rodí opakované 4-5 mláďat a za rok jich může odchovat 20-27 (Anděra a Gaisler, 2012).

Velikost:

Váha: 18-45 g, Délka těla: 90-123 mm, Délka ocasu: 87-127 mm, Délka zadní tlapy: 23-27 mm, Délka ušního boltce: 17-21 mm (Anděra a Horáček, 2005).

Výskyt:

Vyskytuje se v Evropě až po Ural. Dává přednost listnatým lesům, ale v jehličnatých ji najdeme také. V jižních částech svého areálu se vyskytuje i ve vyšších nadmořských výškách (Clutton-Brock, 2005). Obdobně jako myšice křovinná se na podzim často přesouvá do obytných budov a hospodářských stavení (Anděra a Gaisler, 2012).

myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*)

Popis:

Odlišení od myšice lesní může být mnohdy problematické. Její zbarvení není tak kontrastní a přechod mezi zbarvením hřbetu a břicha není jasně ohraničený. Má hnědě až světle rezavé zbarvení hřbetu a šedé až špinavě bílé zbarvení břicha. Žluta skvrna na hrdle není tak jasná a nedosahuje na přední tlapy. Občas úplně chybí. Ocas bývá z vrchu tmavší (Anděra a Gaisler, 2012).

Ekologie:

Živý se plody, semeny ale i drobnými živočichy. Aktivní je převážně v noci s hlavním vrcholem přibližně dvě hodiny po setmění. Mývá 2-7 mláďat a to i třikrát do roka (Anděra a Gaisler, 2012).

Velikost:

Váha: 13-38 g, Délka těla: 75-110 mm, Délka ocasu: 70-106 mm, Délka zadní tlapky: 19,5-23,5 mm, Délka ušního boltce: 14,5-18,5 mm (Anděra a Horáček, 2005).

Výskyt:

Většina území Evropy. Také na Islandu, Sibiři a v severní Africe. Nalezneme ji na zemědělských půdách, březích vodních toků a převážně v lesích. Přes zimu se může zdržovat v blízkosti lidských sídel (Clutton-Brock, 2005).

myš domácí (*Mus musculus*)**Popis:**

Drobný a nenápadný hlodavec. Hřbet je tmavě šedý či šedohnědý a pozvolna přechází ke světle zbarvené břišní části, která může být až bílá. Mohou se objevovat různě barevné odchylky převážně ve městském prostředí. Její moč se vyznačuje charakteristickým zápachem (Anděra a Gaisler, 2012).

Ekologie:

Je značně přizpůsobivá a značně vázána na přítomnost člověka. Aktivní je převážně po setmění a před rozedněním. Původně převážně semenožravá myš se dnes stala více méně všežravce schopným přizpůsobit se rozličným druhům potravy. Sdružuje se v různě velkých společenstvech s vůdčím samcem, kterých se nesnese více pohromadě. Během roku může samice mít 4-10 vrhů po obvykle 4-9 mláďatech (Anděra a Gaisler, 2012).

Velikost:

Váha: 9-25 g, Délka těla: 70-100 mm, Délka ocasu: 54-87 mm, Délka zadní tlapky: 14,3-18 mm, Délka ušního boltce: 10-13 mm (Anděra a Horáček, 2005).

Výskyt:

S výjimkou polárních oblastí ji můžeme najít po celém světě. Vyskytuje se převážně v lidských obydlích a v přírodě zřídka. Lesům a suchým místům se spíše vyhýbá (Clutton-Brock, 2005).

norník rudý (*Myodes glareolus*)**Popis:**

Patří mezi naše nejběžnější savce. Má červenavě rezavé zbarvení hřbetu, šedohnědé boky a nažloutlé až bílé břicho. Také má nápadné smyslové chlupy na čenichu (Anděra a Gaisler, 2012).

Ekologie:

Na výsypkách po povrchové těžbě se nachází až v pozdějších fázích rekultivace. Aktivní bývá v noci i ve dne. Je pohyblivější oproti nelesním druhům hrabošů. Jeho potrava je velmi rozmanitá. Živí se plody, semeny, okusuje výhonky rostlin, semenáčky, kůru či pupeny a případně i jehličí. Živí se taktéž i drobnými živočichy, případně i zdechliny. Mívá 2-8 mláďat (Anděra a Gaisler, 2012).

Velikost:

Váha: 10-36 g, Délka těla: 80-120 mm, Délka ocasu: 30- 65 mm, Délka zadní tlapky: 15,4-20,5 mm, Délka ušního boltce: 10—17 mm (Anděra a Horáček, 2005).

Výskyt:

Většina Evropy a na Sibiři. Nalézt jej můžeme v lesech listnatých i jehličnatých a na zarostlých březích vodních toků (Clutton-Brock, 2005).

Výčet jednotlivých druhů se soustředí pouze na druhy, které byly během těchto odchytů skutečně chyceny. Výčet všech druhů, které se na daných lokalitách vyskytují, je pravděpodobně rozsáhlejší, ne však podepřen daty v této práci a nejsou zde tudíž v rámci úspory místa a zachování přehlednosti uvedené. Popisem i ostatních druhů se ve svých publikacích vyčerpávajícím způsobem zabývá například Anděra (2005, 2012)

2.3.2 Drobní zemní savci jako bioindikátor

Odchytky v populační dynamice rostlin a živočichů, velikosti a struktuře jejich společenstev, změně výskytu v podmínkách prostředí, zejména druhotně ovlivněného člověkem, mohou sloužit jako nepřímé ukazatele stavu a vývoje prostředí. Hovoříme tak o biologické indikaci či bioindikaci a tyto druhy pak slouží za takzvané bioindikátory (Nováková, 1987).

Mezi ostatními živočišnými druhy jako jsou pro příklad ptáci či obojživelníci jsou také oblíbení drobní zemní savci. Ty jsou dle mínění Barretta a Pelese (1999) jakožto modelové organizmy nejvhodnější a to hned z několika důvodů. Biologie a etologie drobných zemních savců je detailně zmapována a jsou známá jejich preferovaná prostředí. Je možno je značkovat a sledovat jejich život, pohyb, úspěšnost reprodukce a velikost domovského okrsku. Jejich život není dlouhý a při dosažení dospělosti u nich dochází ke specifické disperzi z míst jejich narození a v neposlední řadě projevují změny ve svém chování jako důsledek sezónních změn. Drobní zemní savci jsou výhodní také proto, že poskytují možnost sledovat změny několika jejich generací v kratším časovém intervalu (Pelikán a kol., 1979).

Jako bioindikátorů můžeme rostlin a živočichů využít i při bioindikaci ekotoxikologických zátěží a stejně i tady jsou drobní zemní savci výhodní. Například oproti bioindikátorům jako je lovná zvěř, má jejich větší soubor jedinců i větší vypovídající hodnotu. Využívají se zde především druhy převážně býložravé, jakými jsou zejména hraboši, myšice a norníci (Kratochvíl a kol., 1959). Další výhodou oproti větším savcům je u nich kromě většího množství jedinců i jejich užší vztah k lokalitě (Vaněk, 1990).

2.3.3 Populační dynamika drobných zemních savců

Pod pojmem populační dynamika rozumíme změny početnosti populací v čase, které závisí na mnoha faktorech. Tyto faktory se pak mohou charakteristicky lišit druh od druhu v závislosti na jejich životní strategii, délce života či biotopu. Hustoty populací kolísají kolem průměru v prostoru a čase a jejich odchylky od průměru jsou nazývány fluktuacemi. Pokud mají známky pravidelnosti a dochází u nich s jistou pravděpodobností k opakování, říká se jim oscilace. Některé populace se vyznačují rostoucími či klesajícími trendy. Organismy s krátkým generačním časem se budou v reálném čase jevit proměnlivěji než ty s dlouhým generačním časem (Tkadlec, 2008).

Populační dynamika není jen odrazem specifických druhových vlastností, ale i odrazem změn v prostředí. Drobní zemní savci, především býložravý hlodavci, jsou schopni ovlivňovat své prostředí a dochází tak k oboustrannému vztahu. Jejich vliv na vegetaci může ovlivňovat stupeň fragmentace a velikosti a propojenosti jednotlivých plošek a to se může zpětně projevit v jejich populační dynamice (Barret a Peles, 1999).

Už v první polovině dvacátého století byl Charlesem Eltonem vydán vědecký článek věnující se cyklickým změnám v hustotě populací (Krebs, 1996). V populacích druhů často dochází k pravidelným stavům přemnožení a stanovují se tak populační cykly. K jednotlivým přemnožením dochází ve „víceméně“ pravidelných intervalech. Hryzec vodní (*Arvicola terrestris*) má například 4 – 8 letý populační cyklus. Populační cyklus norníka (*Myodes ssp.*) je 3 – 5 let, hraboše (*Microtus ssp.*) také 3 – 5 let a například u lumíka (*Lemmus ssp.*) to jsou 3 – 4 roky, přičemž čtyřletý cyklus hrabošovitých hlodavců patří mezi nejznámější (Tkadlec, 2008).

Populační cykly byly zkoumány a popsány u mnoha druhů. Například v práci Kendalla a kol. (1998) byly analyzovány časové řady abundancí pro celkem 220 druhů zvířat severní polokoule. Nejvíce cyklických druhů bylo zaznamenáno mezi rybami (63%) a také mezi savci (48%). O něco hůře dopadli ptáci a hmyz (16%).

Podle Krebse a Myerse (1974) můžeme v populačních cyklech rozlišit zpravidla 4 fáze a to fázi růstu, během níž dochází k růstu populace, fázi vrcholové hustoty, při níž je dosaženo maximální početnosti, fázi poklesu populace a nakonec fázi nízké početnosti, v níž populace po jistou dobu setrvává (u některých druhů, například hmyzu, může chybět).

Do dnešního dne není uspokojivě vysvětleno, co tyto populační cykly způsobuje (Tkadlec, 2008), Berryman (2002) mezi nejvýznamnější faktory uvádí fyzikální účinky, účinky predátorů, rostlin, patogenů, populační struktury a také účinky mateřské a genetické. Mezi důležité fyzikální faktory můžeme zařadit vliv klimatu, který má na populace drobných zemních savců veliký vliv (Fuller, 1969). Obecně lze tedy říci, že populační cykly jsou vyvolávány cyklicky se opakujícími vnějšími vlivy (exogenní cykly) anebo vnitřními (endogenní cykly) závislými na hustotě populace (Tkadlec, 2008).

Pozoruhodné je, že s populačními cykly se setkáváme převážně u organismů severní polokoule. Pro příklad hrabošovití hlodavci a i jiné druhy typické svou cyklickou dynamikou se na jižní polokouli ani nevyskytují. V Austrálii sice dochází v jejích aridních oblastech k masovému přemnožování myši domácí (*Mus musculus*), ta ovšem nemá charakter periodických fluktuací (Singleton, 1989). Z aridních oblastí Jižní Ameriky jsou známá podobná nepravidelná přemnožení hlodavců (Jiménez a kol., 1992) a jsou známá také z Afriky (Leirs a kol., 1997). Tyto nepravidelné populační erupce bývají vyvolány větším množstvím dostupné rostlinné potravy v obdobích nadprůměrných dešťů.

Populační cykly byly mezi drobnými zemními savci zmapovány nejpodrobněji na hrabošovitých hlodavcích (Tkadlec, 2008). V jejich dynamice na severní polokouli jsou známy dva gradienty. Ve Skandinávii jejich cykličnost roste směrem na sever (Hansson a Henttonen, 1985) a ve střední Evropě směrem na jih (Tkadlec a Stenseth, 2001).

2.3.4 Metody odchytnů drobných zemních savců

Drobní zemní savci se dnes chytají převážně dvěma způsoby a to pomocí sklapovacích pastí anebo do pastí živochytných. Sklapovací pasti mají značnou výhodu ve své ceně, velikosti a jednoduchosti líčení. Také nám mohou za relativně krátkou dobu poskytnout větší množství dat (Slábová a kol., 2008). Na druhou stranu však chyceného živočicha usmrcují. Živochytné pasti jsou o poznání dražší a větší, tudíž se s nimi o něco hůře manipuluje a při převozu zabírají podstatně více místa, nicméně živočicha neusmrcují a je možné ho následně znovu pustit a například ho před tím i označkovat. Musí se ovšem kontrolovat v kratších časových intervalech aby nedošlo k nechtěnému úhynu jedince. Dříve se užívala ještě metoda chytání do padacích pastí, kdy šlo o větší válce či lahve zakopané do země. Například dobře skákající myšice nebo velcí hraboši se z takových pastí však byly schopné dostat. Dnes se tato metoda pro chytání drobných zemních savců již moc nevyužívá (Anděra a Horáček, 2005).

Rozmístění pastí pak hraje také důležitou roli. V praxi se využívá hlavně chytání v liniích anebo v kvadrátech. Při chytání v liniích pokládáme pasti do přímé řady ve vzdálenostech od tří do pěti metrů, přičemž by samotná linie měla mít metrů alespoň padesát. Chytání v kvadrátech je o něco náročnější. Nejprve se musí vytyčit plocha o straně padesát až sto metrů a ta se potom rozdělí na čtvercovou síť o straně čtverce nejčastěji deset metrů. V každém takto vytvořeném bodě se položí past (Anděra a Horáček, 2005). Výhodou této metody je podle Pelikána (1971) velice přesné určení populační hustoty na dané ploše, která je však vykoupena její časovou náročností a vyšším snížením stavu drobných zemních savců oproti liniiovým odchytnům.

V současné době získává hodně na popularitě metoda zpětných (CMR) odchytnů (capture – mark - recapture). Ta spočívá v odchytní jedince do živochytné pasti, jeho označování a následného opětovného propuštění. Nejen že pro odchytné druhy není smrtící, ale také nám poskytne cenné informace pro stanovení populačních hustot a pohybu druhů. Tato metoda je bohužel časově i finančně velmi náročná (Wilson a kol., 1996).

Dalším důležitým bodem je návnada. Pro různé druhy volíme různou návnadu. Zatímco hraboš dává přednost kořenové zelenině, tak například na rejska bychom měli raději zvolit slanineu, uzeninu či kousek syrového masa. Ořechy a čerstvé či sušené plody pak saze můžeme navnadit, pokud chceme chytit plcha. Pokud je potřeba použít standardní návnadu pro stanovení početnosti druhů, tak nejpoužívanější jsou přibližně centimetrové kousky knotu napuštěné směsí tuků a zapražené mouky (Anděra a Horáček, 2005).

Každý jedinec vyjmutý ze sklapovací pasti by měl být označen cedulkou přivázanou na zadní nohu. Pokud k dalšímu zpracování nedojde daného dne je třeba vzorky zmrazit. Další důležitou částí dokumentace jedince je jeho zvážení pomocí nejlépe elektronické váhy a změření důležitých proporcí těla, bez kterých bychom některé druhy ani nemuseli správně zařadit. Před měřením si položíme jedince břichem vzhůru a narovnáme do přirozené polohy. Měříme délku těla (zkratka LC) od řitního otvoru po špičku čenichu, délku ocasu (LCd) od řitního otvoru ke špičce ocasu, délku zadního chodidla (LTp) od patního kloubu po nejdelší prst bez drápků a také délku ušního boltce (LA), kterou nezaznamenáváme u krtka a rejska. Nejvhodnějším pro měření rozměrů vzorku je posuvné měřidlo (šuplera). Pohlaví jedince můžeme určit podle vnějších znaků či ještě přesněji podle vnitřních pohlavních orgánů, podle kterých můžeme určit i stáří a pohlavní aktivitu (Anděra a Horáček, 2005).

2.3.5 Předešlé odchyty na výsypce

Výzkumu drobných zemních savců na výsypkách i na Velké podkrušnohorské výsypce do dnešního dne proběhlo mnoho. Například Bejček (1982) prováděl odchyty na sukcesy ponechaných nasypaných výsypkách ve stáří od dvou do dvaceti let a na lesnicky rekultivovaných starých deset až dvacet let. Prvním druhem, který začal výsypku osidlovat, byla myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), ve třetím roce se objevil hraboš polní (*Microtus arvalis*) a ve čtvrtém pak rejsek obecný (*Sorex araneus*). Kolem dvacátého roku se ustálil do té doby rostoucí počet hraboše polního, který rostl společně s rostoucím množstvím bylinných společenstev.

Mezi další, kteří sledovali diverzitu drobných zemních savců na výsypce, byly například Pecharová a Hanák (1997), Slábová a kol. (2008) Miklas (2010), Cudlín a kol. (2010) a Charvátová (2011). Během těchto odchytů byly sledovány rozdíly v jednotlivých typech rekultivací a byly použity jak pasti sklapovací tak živochytné. Na mokřadních stanovištích (hydrická rekultivace) byla zjištěna nejvyšší diverzita drobných zemních savců. V oblastech s lesní rekultivací byla diverzita nižší a nejnižší diverzity dosahovaly oblasti zemědělsky rekultivované.

V roce 2004 na území proběhly dva kvadrátové a tři liniové odchyty a celkem bylo odchyceno 376 jedinců s nejvyšší diverzitou na mokřadních biotopech (Miklas, 2009). V letech 2009 až 2010 bylo zkoumáno celkem pět lokalit během tří terénních odchytů. V tomto případě bylo použito živochytných pastí a CMR metody. Roku 2009 bylo odchyceno 67 jedinců pěti druhů s nejvyšší diverzitou na mokřadním stanovišti a nejvyšší abundancí v lokalitě „olšina Klondajk“ s lesnickou rekultivací. V roce 2010 bylo odchyceno 258 jedinců a nejvyšší diverzitu a abundanci vykazovali ty samé lokality. Nejnižší diverzitu pak v obou případech vykazovala zemědělsky rekultivovaná lokalita a lokalita s borovou monokulturou a nedostatečně vyvinutým bylinným patrem „bor Klondajk“ (Charvátová, 2011; Cudlín, 2012).

3 METODIKA A MATERIÁL

3.1 Metodika odchytů

V tomto konkrétním případě byl zvolen odchyt na liniích. Na každé zvolené lokalitě bylo položeno celkem dvacet šest pastí ve dvou liniích. Pasti v linii od sebe byly vzdáleny pět metrů a obě linie pak byly vzdáleny jedna od druhé dvacet metrů. Jako návnada byl použit knot napuštěný směsí tuků a zapražené mouky. Takto nastražené pasti pak byly monitorovány celkem tři dny, každý chytený jedinec byl označen cedulkou, na které bylo napsáno datum, číslo pasti a lokality. Sklapnuté pasti byly znovu nataženy, popřípadě byla doplněna nová návnada.

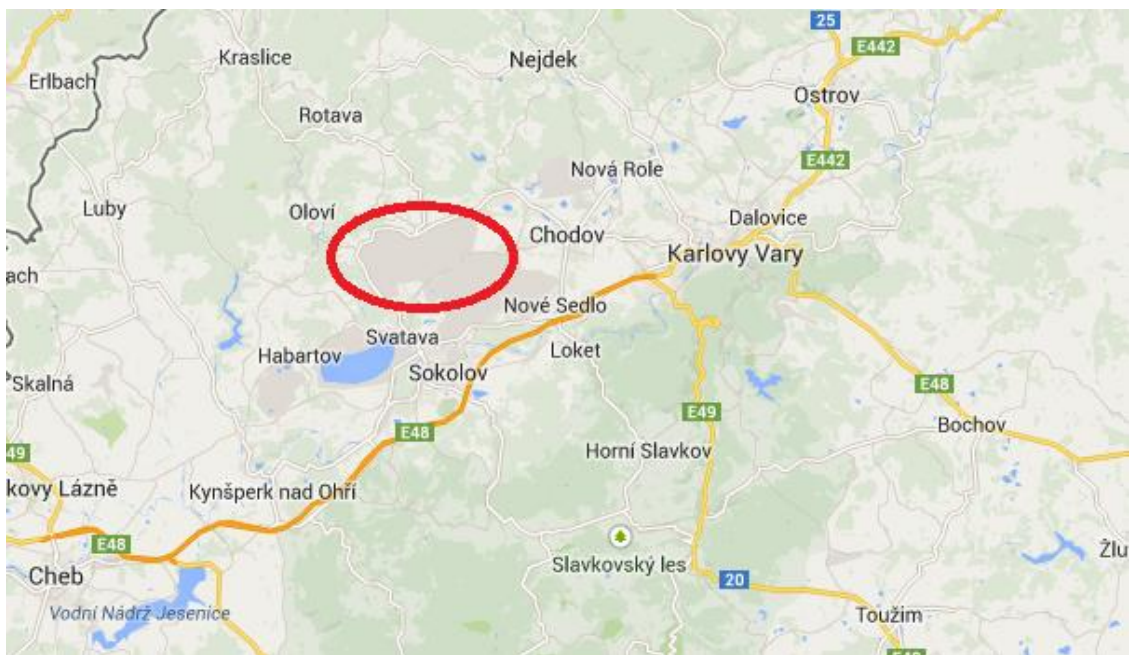
3.2 Popis výsypky

Velká podkrušnohorská výsypka, nacházející se severně od Města Sokolov (Obr. č. 1 a Obr. č. 2), má rozlohu téměř 2000 ha a je největší výsypkou na našem území. Je vnější výsypkou lomu Jiří, patříci těžební společnosti Sokolovská uhelná. Středem výsypky vede páteřní silnice na jižní straně zatrasená závorami.

Výsypka vznikala slučováním několika menších výsypek různého stáří a nacházejí se na ní plochy nerektivované, současně rektivované a plochy, na nichž již rektivace proběhla. Rektivace tu probíhá směrem od východu. Kousek od města Lomnice se na území rektivované výsypky nachází naučná stezka značená tabulkami s obrázkem ježka, tzv. „Ježkova“ stezka, která má za cíl seznámit veřejnost s těžbou zasaženou, rektivovanou krajinou a se zákonitostmi jejího samovolného osidlování organismy společně s rektivačními postupy využívanými na výsypkách (Frouz a kol., 2007).



Obr. č. 1: Lokalizace Velké podkrušnohorské výsypky v rámci ČR (Zdroj: www.google.cz/maps).



Obr. č. 2: Podrobnější lokalizace Velké podkrušnohorské výsypky (Zdroj: www.google.cz/maps).

3.3 Popis lokalit

Pro odchty drobných zemních savců byly vybrány lesní biotopy. Na území výsypky to bylo šest lokalit s technickou rekultivací a tři lokality kde proběhla rekultivace řízenou sukcesí. K technicky rekultivovaným lokalitám na výsypce bylo vybráno také šest kontrolních párových lokalit mimo území výsypky (tab. č. 1).

Tabulka č. 1: přehled lokalit vybraných do páru.

lokality mimo výsypku	lokality na výsypce
bor Vřesová	bor Panské
doubrava Křemenitá	javořina Klondajk
bor Křemenitá	bor Klondajk
bor Křemenitá "mostek"	bor Vintířov
doubrava Satr "kameny"	doubrava Klondajk
doubrava Satr "břízy"	doubrava Klondajk "posed"

Lokality mimo výsypku

Bor Vřesová - 50°15'36.229"N, 12°40'51.095"E

Borový porost (*Pinus sylvestris*) s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) (Obr. č. 3). Tato mírně svažité lokalita je vzdálena přibližně sto metrů od levého břehu Chodovského potoka. Keřové patro je tvořené nálety jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*), buku lesního (*Fagus sylvatica*), smrku ztepilého (*Picea abies*) a také bezem (*Sambucus sp.*) a ostružiníkem (*Rubus sp.*). V bohatém bylinném patře převládá převážně metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a lipnice obecná (*Poa trivialis*).



Obr. č. 3: Bor u Vřesové; (foto: L. Šmolík).

Doubrava Křemenitá - 50°15'40.375"N, 12°40'41.814"E

Dubový porost (*Quercus robur*) s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*), při jehož okrajích je možné nalézt i několik smrků ztepilých (*Picea abies*) (Obr. č. 4). Keřové patro se rovněž vyskytuje pouze na okrajích a je tvořeno hlavně nálety jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*), lísky obecné (*Corylus avellana*), ostružiníkem (*Rubus sp.*) a bezem (*Sambucus sp.*). Bylinné patro porostu je velice chudé a kromě občasných ostrůvků tvořených metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*) je možné nalézt také

zástupce druhu papratka samičí (*Athyrium filix-femina*), lipnice obecná (*Poa trivialis*) či brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*).



Obr. č. 4: Doubrava u obce Křemenitá; (foto: L. Šmolík).

Bor Křemenitá - 50°15'47.171"N, 12°40'37.152"E

Borový les (*Pinus sylvestris*) s příměsí dubu (*Quercus robur*), břízy bělokoré (*Betula pendula*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) (Obr. č. 5). Keřové patro je tvořené nálety zastoupených dřevin, dále pak Javoru klenu (*Acer pseudoplatanus*), buku lesního (*Fagus sylvatica*) a smrku ztepilého (*Picea abies*), dále je zde hloh obecný (*Crataegus laevigata*), růže (*Rosa sp.*), ostružiník (*Rubus sp.*) či bez (*Sambucus sp.*). Bohaté bylinné patro je tvořeno mnoha druhy, jako je například lipnice obecná (*Poa trivialis*), metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), papratka samičí (*Athyrium filix-femina*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), či srha říznačka (*Dactylis glomerata*).



Obr. č. 5: Bor u obce Křemenitá; (foto: L. Šmolík).

Bor Křemenitá (mostek) - 50°15'52.198"N, 12°40'27.865"E

Tato lokalita nacházející se severozápadně od té předcházející je svým charakterem a flórou velice obdobná, tudíž jí i výčet druhové skladby prakticky odpovídá (Obr. č. 6).



Obr. č. 6: Vzdálenější bor u obce Křemenitá; (foto: L. Šmolík).

Doubrava Satr (kameny) - 50°15'3.750"N, 12°40'44.630" E

Mezi duby (*Quercus robur*) můžeme nalézt i jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*), břízu bělokorou (*Betula pendula*), švestku domácí (*Prunus domestica*) či hrušeň planá (*Pyrus pyraster*) (Obr. č. 7). Nálety jsou tvořeny kromě výše zmíněných druhů také bukem lesním (*Fagus sylvatica*) a lískou obecnou (*Corylus avellana*). Můžeme zde nalézt brusnici borůvku (*Vaccinium myrtillus*) a také brusnici brusinku (*Vaccinium vitis-idaea*) anebo ostružiníkem (*Rubus sp.*). Bylinné patro tvoří převážně metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) a konvalinka vonná (*Convallaria majalis*). Mezi další druhy, které se zde nacházejí, je například svízel přítula (*Galium aparine*), svízel povázka (*Galium mollugo*), netýkavka malokvětá (*Impatiens parviflora*), srha říznačka (*Dactylis glomerata*) a mnohé další rostliny.



Obr. č. 7: Doubrava Satr(kameny); (foto: L. Šmolík).

Doubrava Satr (břízy) - 50°15'3.433"N, 12°40'53.862"E

Lokalita je značně podobná předchozí. Stromové i keřové patro téměř identické (Obr. č. 8). V bylinném patru převažuje metlička křivolaká, avšak na rozdíl od předchozí lokality nebyla nalezena konvalinka vonná (*Convallaria majalis*).



Obr. č. 8: Doubrava Satr (břízy); (foto: L. Šmolík).

Lokality technicky rekultivované

Bor Panské - 50°14'27.174"N, 12°41'28.884"E

Jedná se o borovou monokulturu bez keřového patra (Obr. č. 9). V poněkud chudém bylinném patře, krytého ve většině opadem, můžeme nalézt v nižších počtech například pampelišku (*Taraxacum sp.*), tolici vojtěšku (*Medicago sativa*), kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*), komonici lékařskou (*Melilotus officinalis*) nebo pcháč oset (*Cirsium arvense*).



Obr. č. 9: Bor na Panském povodí; (foto: L. Šmolík).

Doubrava Klondajk - 50°14'21.555"N, 12°42'5.181"E

Doubrava (*Fagus sylvatica*) s příměsí buku letního (*Quercus robur*) a břízy bělokoré (*Betula pendula*) (Obr. č. 10). Dají se nalézt nálety lísky obecné (*Corylus avellana*) či jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*) a nalezneme zde i hloh obecný (*Crataegus laevigata*). V chudém bylinném patře se dají nalézt zástupci druhů jako je metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), tollice vojtěška (*Medicago sativa*), kopytník evropský (*Asarum europaeum*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), lopuch větší (*Arctium lappa*), lipnice obecná (*Poa trivialis*) a další.



Obr. č. 10: Doubrava Klondajk; (foto: L. Šmolík).

Javořina Klondajk - 50°14'21.797"N, 12°42'7.593"E

Smíšený les s převahou javoru (*Acer pseudoplatanus*) a s výrazným zastoupením dubu (*Quercus robur*) a příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*) (Obr. č. 11). Můžeme zde nalézt hloh obecný (*Crataegus laevigata*), ostružiník (*Rubus sp.*) a také nálety jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*), lísky obecné (*Corylus avellana*) či růže (*Rosa sp.*). Bylinné patro není moc vyvinuté obdobně jako u předchozí lokality. Nalézt zde můžeme metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*), metlici trsnatou (*Deschampsia cespitosa*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), lopuch větší (*Arctium lappa*), či papratku samičí (*Athyrium filix-femina*).



Obr. č. 11: Javořina Klondajk; (foto: L. Šmolík).

Doubrava Klondajk (posed) - 50°14'19.612"N, 12°41'59.859"E

Doubrava (*Quercus robur*) je s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*) (Obr. č. 12). Vyskytuje se zde hloh obecný (*Crataegus laevigata*), ostružiník (*Rubus sp.*) a nálety zastoupených dřevin, lísky obecné (*Corylus avellana*), smrku ztepilého (*Picea abies*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Bylinné patro je bohatší než u dvou předchozích lokalit. Své zastoupení tu má lipnice obecná (*Poa trivialis*), ostřice lesní (*Carex sylvatica*), tollice vojtěška (*Medicago sativa*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), pcháč oset (*Cirsium arvense*) a další.



Obr. č. 12: Doubrava Klondajk (západ); (foto: L. Šmolík).

Bor Klondajk - 50°14'20.739"N, 12°41'56.270"E

Borová monokultura (*Pinus sylvestris*) bez keřového patra (Obr. č. 13). Málo zapojené bylinné patro nám umožní v prosvětlenějších místech občas nalézt mezi pokrývkou tvořenou opadem druhy jako je například jahodník obecný (*Fragaria vesca*), komonice lékařská (*Melilotus officinalis*), řebříček

obecný (*Achillea millefolium*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), pampeliška (*Taraxacum sp.*) či jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*).



Obr. č. 13: Bor Klondajk; (foto: O. Cudlín).

Bor Vintířov - 50°14'9.024"N, 12°40'49.857"E

Borový les (*Pinus sylvestris*) s příměsí břízy bělokoré (*Betula pendula*), nálety lísky obecné (*Corylus avellana*), smrku ztepilého (*Picea abies*) či růže (*Rosa sp.*) (Obr. č. 14). Vyskytuje se zde ostružiník (*Rubus sp.*) a v bylinném patře se uplatňuje metlice trsnatá (*Deschampsia cespitosa*), třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*), lopuch větší (*Arctium lappa*), anebo například i kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*).



Obr. č. 14: Bor na jihu výsypky poblíž Vintířova; (foto: L. Šmolík).

Lokality vzniklé řízenou sukcesí

Sukcesní les Klára - 50°13'18.681"N, 12°38'47.715"E

Sukcesní les tvořený břízou bělokorou (*Betula pendula*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*), topolem a smrkem ztepilým (*Picea abies*) (Obr. č. 15) se nachází kousek od naučné stezky, která je na výsypce zřízená. Nachází se jižně od zdejšího mokřadu. V keřovém patře nalezneme hloh obecný (*Crataegus laevigata*) a růži (*Rosa sp.*). V bylinném patře se uplatňuje ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), lipnice obecná (*Poa trivialis*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), přeslička lesní (*Equisetum sylvaticum*) a mnoho dalších druhů.



Obr. č. 15: Sukcesní les Klára; (foto: L. Šmolík).

Sukcesní les Vintřov - 50°13'26.436"N, 12°39'24.483"E

Sukcesní les tvořený břízou bělokorou (*Betula pendula*), topolem osikou (*Populus tremula*), borovicí lesní (*Pinus sylvestris*) a smrkem ztepilým (*Picea abies*) (Obr. č. 16). V bylinném patře se dají nalézt nálety buku lesního (*Fagus sylvatica*), dubu letního (*Quercus robur*), smrku ztepilého (*Picea abies*) či Trnky obecné (*Prunus spinosa*). Nalezneme zde i hloh obecný (*Crataegus laevigata*) či růži (*Rosa sp.*). V bylinném patře nalezneme například lipnici obecnou (*Poa trivialis*), psárku luční (*Alopecurus pratensis*), srhu říznačku (*Dactylis glomerata*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), pampelišku (*Taraxacum sp.*), metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*), řebříček obecný (*Achillea millefolium*), jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*) či kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*).



Obr. č. 16: Sukcesní les u Vintífova; (foto: L. Šmolík).

Sukcesní les Ježek - 50°13'10.397"N, 12°38'52.785"E

Porost je zde tvořen borovicí, břízou bělokorou (*Betula pendula*) a topolem osikou (*Populus tremula*) (Obr. č. 17). Nachází se v blízkosti naučné stesky. Jsou zde nálety dubu letního (*Quercus robur*), lípy (*Tilia sp.*), smrku ztepilého (*Picea abies*) a jeřábu ptačího (*Sorbus aucuparia*). Nachází se zde hloh obecný (*Crataegus laevigata*), ostružiník (*Rubus sp.*) a vřes obecný (*Calluna vulgaris*). V bylinném patře převažuje metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), a psárka luční (*Alopecurus pratensis*). Dále se zde nachází například třezalka skvrnitá (*Hypericum maculatum*), brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*), brusnice brusinka (*Vaccinium vitis-idaea*) a jahodník obecný (*Fragaria vesca*).



Obr. č. 17: Sukcesní les poblíž naučné ztesky; (foto: L. Šmolík).

3.4 Zpracování materiálu

Odchyty na zmíněných lokalitách proběhly ve dvou termínech v roce 2013. Poprvé se chytalo 14 – 16 července a podruhé 26 – 28 října. Zmrazené vzorky odchycené na výsypce byly následně převezeny a zpracovány v laboratoři fakulty agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů při České zemědělské univerzitě. Každý jedinec byl zvážen na digitální váze, změřen pomocí posuvného měřítka a následně pitván pro přesné určení pohlaví, pohlavní aktivity a z ní vyplývajícího věku. Všechny údaje, včetně těch z cedulek připevněných k vzorkům, byly přepsány do tabulky k dalšímu zpracování.

3.5 Výpočet indexu diverzity

Pro srovnání biodiverzity byl použit index Shannona a Weavera (1949).

Vzorec:
$$H' = \sum_{i=1}^S P_i * \ln P_i$$

Kde S je počet druhů a P_i je pravděpodobnost, že jedinec přísluší k druhu i.

P_i pak vypočítáme jako $\frac{N_i}{N}$.

3.6 Statistické zpracování dat

Získaná data byla následně zhodnocena v programu R. Pro porovnání lokalit byl použit dvou výběrový t-test při hladině významnosti 0.05. Data nevykazující normální rozdělení byla logaritmována a k hodnotám před logaritmováním musela být přičtena jednička, protože byly i lokality s nulovou hodnotou. Porovnány byly lokality s technickou rekultivací a lokality mimo výsypku. Při porovnání byly použity počty všech odchycených jedinců na daných lokalitách a také počty odchycených myšic lesních (*Apodemus flavicollis*). Tyto plochy, které byly vybírány do páru, byly porovnávány pomocí párového t-testu. Od porovnání ostatních odchycených druhů bylo upuštěno díky jejich velmi malým počtům. Předchozí dva typy lokalit, tedy lokality mimo výsypku a lokality s technickou rekultivací, byly také porovnány s lokalitami, na kterých proběhla řízená sukcese. Vzhledem k nižšímu počtu ploch sukcesních, byl v tomto případě použit dvou výběrový t-test.

4 VÝSLEDKY

4.1 Souhrnné výsledky

Celkem bylo odchyceno 38 jedinců, náležících celkem čtyřem druhům. Jednalo se o 24 jedinců myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), 8 jedinců myšice křovinné (*Apodemus sylvaticus*), 5 jedinců norníka rudého (*Myodes glareolus*) a jednu myš domácí (*Mus musculus*).

Celkem bylo na lokalitách nacházejících se mimo výsypku odchyceno 12 jedinců drobných zemních savců (tab. č. 2). Na technicky rekultivovaných lokalitách nacházející se na území výsypky bylo odchyceno 9 jedinců (tab. č. 3) a 17 jedinců drobných zemních savců na lokalitách vzniklých řízenou sukcesí (tab. č. 4).

Tabulka č. 2: počet jedinců každého druhů odchycených mimo výsypku.

	bor Vřesová	doubrava Křemenitá	bor Křemenitá	bor Křemenitá „mostek“	doubrava Satr „kameny“	doubrava Satr „břízy“
<i>Apodemus flavicollis</i>	6	2	0	0	1	1
<i>Apodemus sylvaticus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Myodes glareolus</i>	1	0	1	0	0	0
<i>Mus musculus</i>	0	0	0	0	0	0

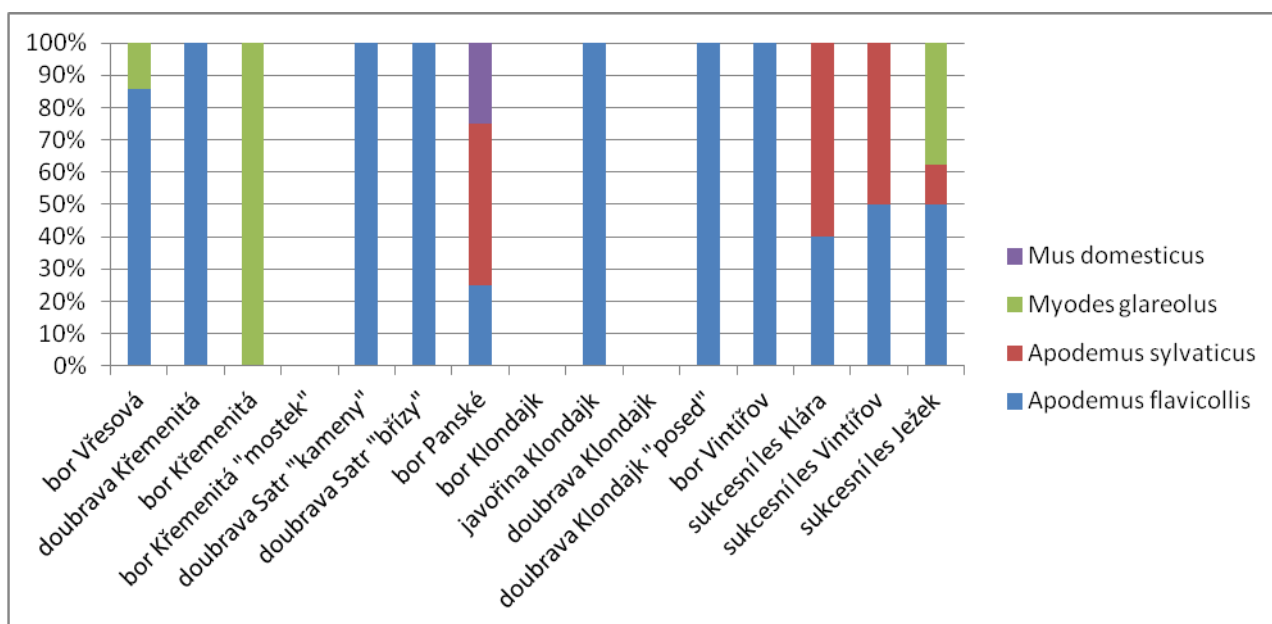
Tabulka č. 3: počet jedinců každého druhů odchycených na technicky rekultivovaných lokalitách.

	bor Panské	bor Klondajk	javořina Klondajk	doubrava Klondajk	doubrava Klondajk „posed“	bor Vintířov
<i>Apodemus flavicollis</i>	1	0	1	0	3	1
<i>Apodemus sylvaticus</i>	2	0	0	0	0	0
<i>Myodes glareolus</i>	0	0	0	0	0	0
<i>Mus musculus</i>	1	0	0	0	0	0

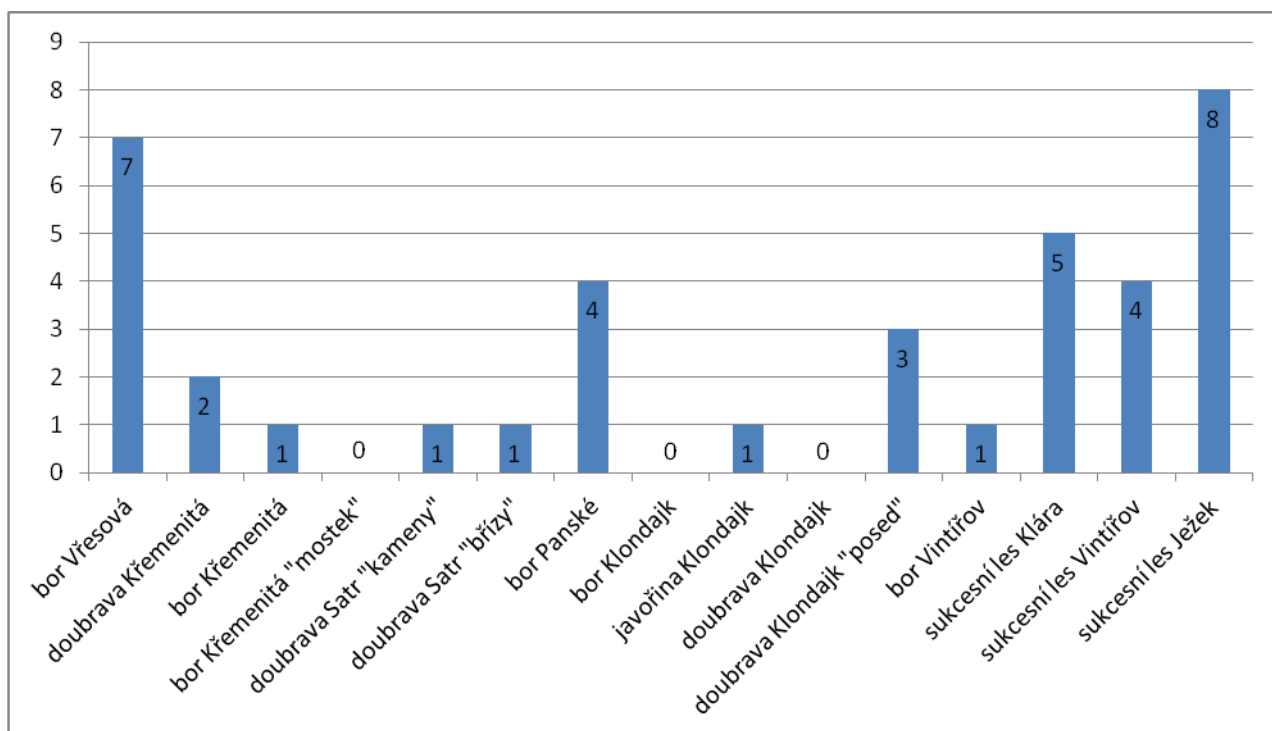
Tabulka č. 4: počet jedinců každého druhů odchycených na lokalitách s řízenou sukcesí.

	sukcesní les Klára	sukcesní les Vintířov	sukcesní les Ježek
<i>Apodemus flavicollis</i>	2	2	4
<i>Apodemus sylvaticus</i>	3	2	1
<i>Myodes glareolus</i>	0	0	3
<i>Mus musculus</i>	0	0	0

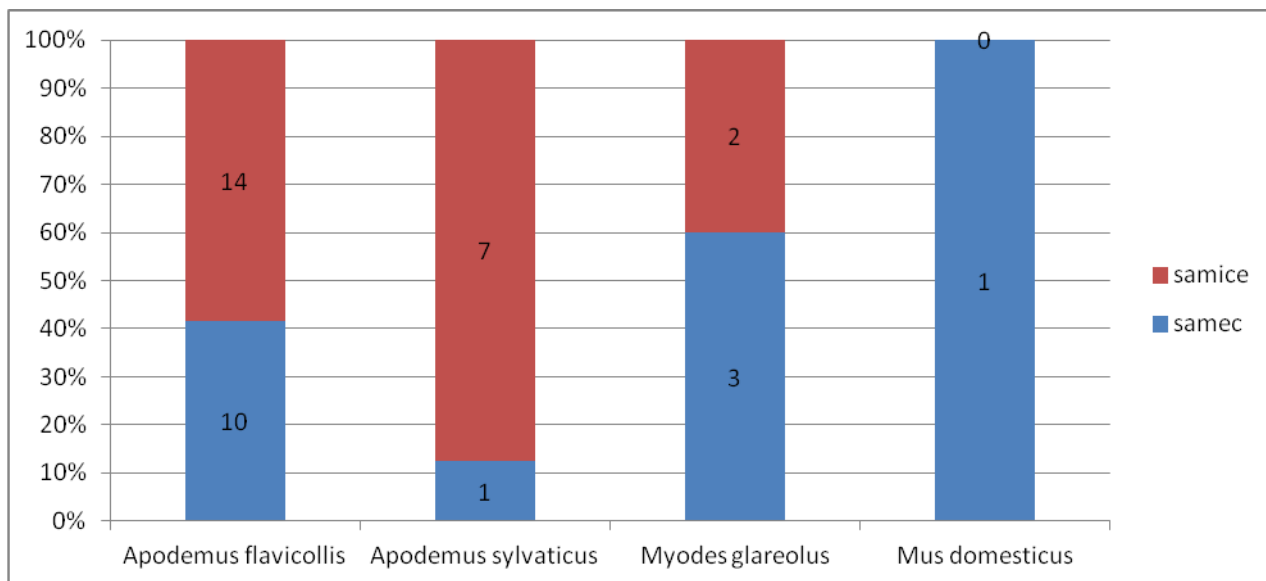
Jak je patrné z obrázku č. 18 tak druhová pestrost odchycených jedinců nebyla vysoká. Na třech lokalitách se nechytilo nic, na sedmi lokalitách jeden jedinec, na třech lokalitách dva a na dvou lokalitách pak tři jedinci. Obrázek č. 19 ukazuje počty jedinců na jednotlivých lokalitách a obrázek č. 20 poměr pohlaví zastoupených druhů.



Obr. č. 18: poměrné zastoupení druhů na lokalitách.



Obr. č. 19: počet druhů na lokalitách.



Obr. č. 20: poměr pohlaví v rámci druhů.

Jak je patrné z grafů a tabulek, tak na třech lokalitách, jmenovitě je to bor Křemenitá „mostek“, bor Klondajk a doubrava Klondajk nebyl odchycen žádný drobný savec. Na sedmi lokalitách pak byl odchycen pouze jeden druh, na čtyřech lokalitách druhy dva a tři různé druhy byly odchyceny pouze v sukcesní lokalitě označené jako „Ježek“ a překvapivě v nižší borové monokultuře na Panském povodí. Nejvyšší abundanci pak vykazovala sukcesní lokalita „Ježek“ následovaná borovým porostem u Vřesové.

4.2 Index diverzity

Nejvyšší hodnoty dosahuje index diverzity na lokalitě bor Panské. Většina ploch pak díky jedinému či žádnému odchycenému jedinci vykazuje nulovou hodnotu indexu diverzity (Tab. 4). Sukcesní plochy vykazují nejstabilnější hodnoty indexu diverzity a vycházejí v porovnání s technicky rekultivovanými lokalitami i lokalitami mimo výsypku nejlépe.

Tabulka č. 4: index diverzity jednotlivých lokalit.

Lokalita	H'
bor Vřesová	0,41
doubrava Křemenitá	0
bor Křemenitá	0
bor Křemenitá "mostek"	0
doubrava Satr "kameny"	0
doubrava Satr "břízy"	0
bor Panské	1,039
bor Klondajk	0
javořina Klondajk	0
doubrava Klondajk	0
doubrava Klondajk "posed"	0
bor Vintířov	0
sukcesní les Klára	0,63
sukcesní les Vintířov	0,69
sukcesní les Ježek	0,97

4.3 Porovnání abundance drobných zemních savců

Data byla následně zhodnocena v programu R za účelem srovnání množství odchycených drobných zemních savců na lokalitách s technickou rekultivací na výsypce (9 jedinců) a na jim podobných lokalitách mimo výsypku (12 jedinců). Nulovou hypotézou tak bylo tvrzení, že jsou oba druhy lokalit srovnatelné v počtu jedinců a alternativní hypotézou bylo, že jsou rozdílné. Nulovou hypotézu pak zamítáme, pokud výsledná hodnota nepřesahuje 0.05, pokud je vyšší, zamítnout ji nemůžeme. Výsledná hodnota t-testu $p = 0.6115$ ukazuje, že se nedá zamítnout nulová hypotéza a technicky rekultivované lokality i lokality mimo výsypku jsou svým výskytem drobných zemních savců srovnatelné

Stejným způsobem byly porovnány na technicky rekultivovaných lokalitách (7 jedinců) a na lokalitách mimo výsypku (10 jedinců) i abundance druhu myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), která s hodnotou $p = 0.8855$ dopadla obdobně. Nemůžu tedy zamítnout nulovou hypotézu, která říká, že se liší abundance druhu na obou typech lokalit. Z nedostatku dat bylo upuštěno od podobného srovnávání ostatních druhů.

Při porovnání sukcesních lokalit (17 jedinců) s technicky rekultivovanými lokalitami na výsypce, vyšla hodnota $p = 0.04967$ a při porovnání sukcesních ploch s plochami mimo výsypku pak hodnota $p = 0.02001$. Nulová hypotéza byla tedy v obou případech zamítnuta a dá se říct, že na plochách vzniklých řízenou sukcesí je vyšší abundance drobných zemních savců, než na obou ostatních typech ploch.

5 DISKUSE

Není velkým překvapením, že nejhojněji nacházeným druhem v těchto lesních stanovištích je právě myšice lesní (*Apodemus flavicollis*), která dává takovýmto lokalitám přednost a je v dnešní době velmi rozšířena (Anděra a Gaisler, 2012). V roce 2009 a 2010 byla také nejčastěji odchyceným druhem (Charvátová, 2011). Tomuto druhu je také vlastní vysoká pohyblivost a širší areál výskytu. Neusazuje se a na svých lokalitách nesetrvává dlouho (Mazurkiewicz & Rajska-Jungiel, 1987) a také je schopna migrovat mezi jednotlivými druhy prostředí (Wolff, 1999). Druhým nejpočetnějším druhem je myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), která se až na dva exempláře nacházela jen na sukcesních lokalitách. Tento druh je schopen osidlovat i ta nejranější sukcesní stádia výsypky (Bejček, 1983), postupně je však s vývojem porostu nahrazován dominantněji se projevující myšicí lesní (Anděra a Gaisler, 2012). Norník rudý (*Myodes glareolus*), který byl chycen pouze na třech lokalitách je jedním z nejběžnějších drobných zemních savců na zrekultivovaných výsypkách (Slábová et al., 2005) a je možné jej nalézt v mnoha typech lesních porostů (Anděra a Beneš, 2001). Jediný exemplář myši domácí (*Mus musculus*) odchycený v borovém lese na Panském povodí se zde vyskytl spíše náhodně, protože před přírodními oblastmi dává tento druh dnes spíše přednost lidským sídlům (Clutton-Brock, 2005).

Sukcesní lokality byly nejbohatší, co se týče biodiverzity (převýšila je pouze lokalita bor Panské) i abundance a jeví se tak jako nejatraktivnější lokality v rámci lesnické rekultivace. Velmi důležitým faktorem je zde mnohem vyšší pokrývnost bylinného patra. To nejen proto, že vytváří drobným zemním savcům lepší potravní nabídku, ale v neposlední řadě také skýtá lepší krytí před predátory či krytí k odpočinku (Vlasák, 1986). Na Mostecku byly v minulosti porovnávány lokality s technickou rekultivací a lokality ponechané spontánní sukcesy (Hodačová a Prach 2003; Málková, 2011) a bylo dokázáno, že na lokalitách ponechaných spontánní sukcesí se vyskytovalo až dvojnásobné množství druhů, než na lokalitách s technickou rekultivací. Například v Německu (Tischew, 1998) se v poslední době rozvíjí metody řízené sukcese založené na drobných zásazích majících za úkol vytvoření stabilního vegetačního krytu. K rychlejšímu a jistějšímu vytvoření vegetace může být použito semen z místních zdrojů, díky čemuž vznikají společenstva přirozená pro dané prostředí. Rekultivace pomocí řízené sukcese je tedy jistým kompromisem mezi spontánní sukcesí a technickou rekultivací.

Nejvyšší index diverzity, kterým disponovala lokalita s borovou monokulturou na Panském povodí, letos překonal očekávání. V roce 2009 byl z celkových 53 jedinců na této lokalitě odchycen jen jeden a v roce 2010 z celkových 154 jedinců zde byli odchyceni tři. Tato lokalita se tak v minulosti ukázala jako jedna z nejchudších (Charvátová, 2011). Borové monokultury jsou typické velmi malými hustotami drobných zemních savců (Hansson, 1974) a jehličnaté monokultury jsou pro ně potravně obecně nepříliš vhodné (Fernandez a kol., 1996). V letech 2009 a 2010 byla zaznamenána nejvyšší abundance na lokalitě olšina Klondajk kde se letos sice odchvy neprováděly, nicméně se uskutečnily na lokalitě sousední (doubrava Klondajk) a několika dalších lokalitách v blízkosti. Úlovky na těchto lokalitách však byly letos takřka zanedbatelné.

Tento rok byl na odchycené drobné zemní savce nepoměrně chudší než ty předešlé (Miklas, 2009; Charvátová, 2011). Tento výsledek by mohl být způsoben několika faktory anebo spíše kombinací více z nich. Je možné, že některé z druhů dosáhli ve svých populačních cyklech svého minima. Dalším faktorem jsou záplavy a vyšší hladina řek v červnu roku 2013 a stejně tak vysoká tepla a sucha v letním období či mírná zima.

Tyto nízké počty odchycených jedinců pak mohou značně zkreslovat výsledky. Statistické metody se mnohem lépe odrážejí na větších souborech dat, jak ostatně vyplývá i ze zákona velkých čísel. Je tedy možné, že naše výsledky neodrazují skutečnost tak dobře, jak by je odrazovaly, pokud by bylo odchyceno větší množství jedinců (Fick, 1883).

6 ZÁVĚR

V roce 2013 proběhly na Velké podkrušnohorské výsypce dva odchyty drobných zemních savců. Celkem bylo na patnácti lokalitách odchyceno pouze 38 jedinců, a tak se tento rok ukázal, co se početnosti drobných zemních savců týče, jako poměrně slabý. Lokality vzniklé řízenou sukcesí se během tohoto výzkumu ukázaly druhově, i početně nejrozmanitější, byť v poněkud omezené míře v závislosti na celkově nízkém počtu odchycených jedinců. Nejvyššího indexu diverzity však dosáhl překvapivě jinak drobnými zemními savci ne moc preferovaný bor na Panském povodí. Na pěti lokalitách nebyl odchycen žádný a na pěti lokalitách pak pouze jeden jedinec.

Při statistickém zhodnocení nebyl prokázán rozdíl v abundanci mezi lokalitami mimo výsypku a lokalitami s technickou rekultivací. Byl však prokázán rozdíl mezi lokalitami s technickou rekultivací a lokalitami vzniklými pomocí řízené sukcese. Také byl prokázán rozdíl mezi lokalitami mimo výsypku a opět lokalitami se sukcesí. V obou případech ve prospěch lokalit s řízenou sukcesí.

Z této práce tak v horizontu jednoho roku vyplývá důležitost sukcesních lokalit pro biodiverzitu na lesních typech rekultivace a lesních stanovištích vůbec. V dlouhodobějším horizontu potom fakt, že bylo odchyceno tak malé množství jedinců může napomoci při lepším pochopení působení vnějších vlivů na jejich početnost či stanovení populačních cyklů zdejších druhů. Bylo by vhodné tedy pokračovat s dalšími odchyty na totožných lokalitách i v rámci diplomové práce.

7 LITERATURA

- Anděra, M., Beneš, B., 2001: Atlas rozšíření savců v České republice. Národní muzeum, Praha.
- Anděra M., Horáček I., 2005: Poznáváme naše savce. Sobotales, Praha.
- Anděra, M., Gaisler J., 2012: Savci České republiky. Academia, Praha.
- Barret, G., Peles J., 1999: Landscape ecology of small mammals. The University of Georgia, USA.
- Berryman, A. A. 2002: Population cycles: Causes and analyses. Oxford, Oxford University Press.
- Bejček V., 1983: Sukcese a produktivita drobných savců na výsypkách v Mostecké pánvi. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha.
- Clutton-Brock J., 2005: Savci - Příroda v kostce. Knižní klub, Praha.
- Cudlín O. 2012: Drobní zemní savci na Sokolovsku a Třeboňsku. In: Workshop on Biodiversity. Jevany: Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Dykyjová D., 1989 (ed.): Metody studia ekosystémů. Academia Praha.
- Fernandez, F. A. S., Evans, P. R., Dunstone, N., 1996: Population dynamics of the wood mouse *Apodemus sylvaticus* (Rodentia: Muridae) in a Sitka spruce successional mosaic. *Journal of Zoology*, London.
- Fick A., 1883: Philosophischer Versuch über die Wahrscheinlichkeiten. Stahel, Würzburg.
- Frouz J., Popperl J., Příkryl I., Štrudl J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov.
- Fuller, W. A., 1969: Changes in numbers of three species of small rodent near Great Slave Lake, N. W. T. Canada, 1964-1967, and their significance for general population theory. *Ann. Zool. Fennici*.
- Hansson, L., 1974: Small mammal productivity and consumption in spruce forest and reforestation in South Sweden. *Oikos*.
- Hansson, L., Henttonen, H. 1985: Gradients in density variations of small rodents: the importance of altitude and snow cover. *Oecologia*, Berlin.
- Hodačová, D., Prach, K. (2003). Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385 - 391.
- Charvátová, P., 2011: Biodiverzita a populační dynamika drobných zemních savců na několika typech rekultivací na Velké podkrušnohorské výsypce. Bakalářská práce. ZF JCU.
- Chlupáč I., Brzobohatý R., Kovanda J., Stráník Z. (2002): Geologická minulost České republiky. Academia, Praha.

Jiménez, L. M., 1992: Medio ambiente y desarrollo alternativo (Gestión racional de los recursos para una sociedad perdurable). Madrid, Ed. IEPALA

Kendall I. A., Flather C. H., Knowles M. S., 1998. Threatened and endangered species geography. *BioScience* 48:365–376.

Kratochvíl J a kol., 1959: Hraboš polní (*Microtus arvalis*), Praha; ČSAV.

Krebs, C. J. 1996: Population cycles revisited. *Journal of Mammalogy* 77: 8-24.

Krebs, C. J. and J. H. Myers. 1974: Population cycles in small mammals. *Advances in Ecological Research* 8: 267-399.

Leirs, H., Stenseth, N. C., Nichols, J. D., Hines, J. E., Verhagen, R., Verheyen, W. 1997: Stochastic seasonality and nonlinear density-dependent factors regulate population size in an African rodent. *Nature*, 389, 176-180.

MÁLKOVÁ, L. 2011: Porovnání diverzity spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných výsypek na Mostecku. Diplomová práce. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Přírodovědecká fakulta

Mazurkiewicz, M., Rajska-Jurgiel, E., 1987: Numbers, species composition and residency of a rodent community in forest and field-forest ecotones. *Acta theriologica*, 32: 314-432.

Mergl M., Vohradský O. (2000): Vycházky za geologickými zajímavostmi Plzně a okolí – Koura, Plzeň.

Miklas, B., 2009: Vliv způsobu rekultivace ploch po povrchové těžbě na biodiverzitu - modelová skupina drobní savci. Bakalářská práce. ZF JCU.

Nováková E. 1987: Využití volně žijících ptáků a savců, zvláště zvěře, v bioindikaci, biodiagnostice a ekologickém monitoringu. VŠZ Praha, ÚAEE VŽZ Kostelec n.Č.l. .

Pelikán J. 1971: Quadrat size and density estimates of small mammals. *Zool. listy* 20: 139 – 152

Pelikán J., Gaisler, J., Rödl P., 1979: Živou přírodou. Naši savci. Praha; ČSAV.

Pecharová E, Hanák P, 1997: Obnova funkce krajiny v oblastech narušených povrchovou těžbou (Restoration of Landscape Function in Areas Disturbed by Surface Mining). Sborník referátů, mezinárodní vědecká konference Agroregion, České Budějovice.

Prach, K., Bartha, S., Joyce, C. B., Pyšek, P., Van Diggelen, R., Wiegand, G., 2001: The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science*, 4: 111-114.

Prach, K., 2003. Spontaneous vegetation succession in central European human-made habitats: what scientific knowledge can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science*, 6: 125-129.

Prach K., Příroda pracuje zadarmo. Technické nebo přírodní rekultivace?, *Vesmír*, 2006, roč. 85, č. 5, s. 272-277.

- Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.) (2010): Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice.
- Singleton, G. R. 1989: Population dynamics of an outbreak of house mouse (*Mus domesticus*) in the mallee wheatlands of Australia-hypothesis of plague formation. *J. Zool. (Lond.)* 219, 495-515.
- Štýs, S. a kol., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.
- Štýs S., Helešicová L.: Proměny měsíční krajiny, Praha 1992.
- Štýs, S., 2001: Mostecko – minulost – současnost. MUS a.s., Most.
- Tischew, S. (1996). Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohlentagebaukippen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26: 407 – 416.
- Tkadlec E., 2008: Populační ekologie: Struktura, růst a dynamika populací. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Tkadlec E, Stenseth NC (2001) A new geographical gradient in vole population dynamics. *Proc R Soc Lond B, Biol Sci* 268:1547–1552
- Valášek V., Chytka L., 2009: Velká kronika o hnědém uhlí: minulost, současnost a budoucnost těžby hnědého uhlí v severozápadních Čechách. G2 Studio, Plzeň.
- Vráblíková, J. a kol., 2008: Možnosti obnovy antropogenně postižené krajiny v severních Čechách. In: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v Podkrušnohoří. II. část, Teoretická východiska pro možnosti revitalizace území modelové oblasti. FŽP UJEP, Ústí nad Labem.
- Vaněk J., 1990: Die Methode der zoozöologischen Bioindikation. In: *Bioindicators of Landscape Deterioration TERPIAN – VTEI* 5, 66.
- Vráblíková, J., Vráblík, P., 2009: Těžba uhlí- významná disparita Podkrušnohoří. In *OECOLOGIA* 1/2009. FŽP UEJP. Ústí nad Labem.
- Wolff, J. O., 1999: Section 1; 2 Behavioral Model Systems. In Barrett G. W., Peles J. D.: *Landscape Ecology of Small Mammals*. Springer, New York.