

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA



OBNOVA DRUHOVĚ BOHATÝCH LUČNÍCH EKOSYSTÉMŮ NA VÝSYPKÁCH

Magisterská diplomová práce

Bc. Anna Matoušů



Vedoucí práce: Doc. RNDr. Jan Frouz, CSc.

České Budějovice 2010

MATOUŠŮ A. (2010) Obnova druhově bohatých lučních ekosystémů na výsypkách. Magisterská diplomová práce. [Restoration of species-rich meadow ecosystems on mine spoil dumps. Mgr. Thesis in Czech] – p. 70, Faculty of Science, The University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotation

Main object of this study was to accelerate and to direct succession in the course of a 5-year field experiment on a mine spoil dump. The effects of (1) transplanting whole meadow turfs, (2) spreading meadow soil with turfs, (3) spreading diaspore-rich mown vegetation and (4) different types of management, as possible restoration techniques are discussed in the thesis.

Prohlašuji, že jsem svoji magisterskou diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své magisterské diplomové práce elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 29. 4. 2010

.....

Poděkování

Děkuji hlavně svým rodičům, kteří se mnou strávili nesčítelně víkendů a dovolených na výsypce, a byli mi opravdu velkou oporou a motivací! Bez nich bych možná ještě teď zoufale seděla nad mými plochami...

Děkuji Ondrovi a Pavlovi za rady a pomoc především v závěrečné fázi této práce! Děkuji i všem dalším zúčastněným - školiteli, konzultantům a kamarádům!

A v neposlední řadě také děkuji zaměstnancům Sokolovské uhelné a.s., kterým jsem slíbila, že je zmíním, jen si už nepamatuji jejich jména...

Obsah

1 ÚVOD.....	1
1.1 Klasický přístup k obnově ekosystémů na výsypkách.....	1
1.2 Přírozená obnova ekosystémů na výsypkách.....	3
1.3 Přírodě blízký přístup k obnově výsypek.....	5
1.4 Význam lučních ekosystémů.....	7
1.5 Cíl práce.....	9
2 METODIKA	10
2.1 Popis lokalit.....	10
2.1.1 Výsypka.....	10
2.1.2 Předpolí lomu pro odběr svrchních vrstev půdy s drny.....	11
2.1.3 Zdrojová louka pro odběr rostlinného materiálu.....	12
2.2 Založení a uspořádání pokusu.....	12
2.2.1 Přenesené drny I.....	12
2.2.2 Přenesené drny II.....	14
2.2.3 Aplikace rostlinného materiálu.....	14
2.3 Statistické vyhodnocení dat.....	15
3 VÝSLEDKY.....	16
3.1 Pokus s přenosem drnů I. (2005 – 2009).....	16
3.1.1 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na přenesených drnech I. .	16
3.1.2 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů I.	21
3.2 Pokus s přenosem drnů II. (2007 – 2009).....	27
3.2.1 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na obou typech přenesených drnů II. a v jejich okolí.....	27
3.2.2 Rozdíl mezi celistvými přenesenými drny a čtvrcenými přenesenými drny..	32
3.3 Pokus s přenosem rostlinného materiálu (2007 – 2009).....	35

4 DISKUZE	39
4.1 Metoda přenosu „celistvých“ drnů (I.).....	39
4.1.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech (I.) 10 – 15 let od přenosu.	39
4.1.2 Rozvoj luční vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů (I.) 10 - 15 let od přenosu.	43
4.2 Metoda přenosu „celistvých“ drnů (II.).....	44
4.2.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech (II.) a jejich okolí na počátku experimentu.	44
4.3 Metoda přenosu „čtvrcených“ drnů.....	47
4.3.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech a jejich okolí na počátku experimentu.	47
4.4 Metoda aplikace čerstvě pokoseného rostlinného materiálu s obsahem semen lučních druhů rostlin.....	49
4.4.1 Bariéry v rozvoji vegetace na výsypce.....	49
4.4.2 Porovnání ploch pouze kosených a ploch s introdukovaným rostlinným materiálem.	51
4.4.3 Efektivita introdukce semen lučních druhů pomocí aplikace rostlinného materiálu.	51
5 ZÁVĚR.	53
6 LITERATURA	55
PŘÍLOHY.	62

Úvod

1.1 Klasický přístup k obnově ekosystémů na výsypkách

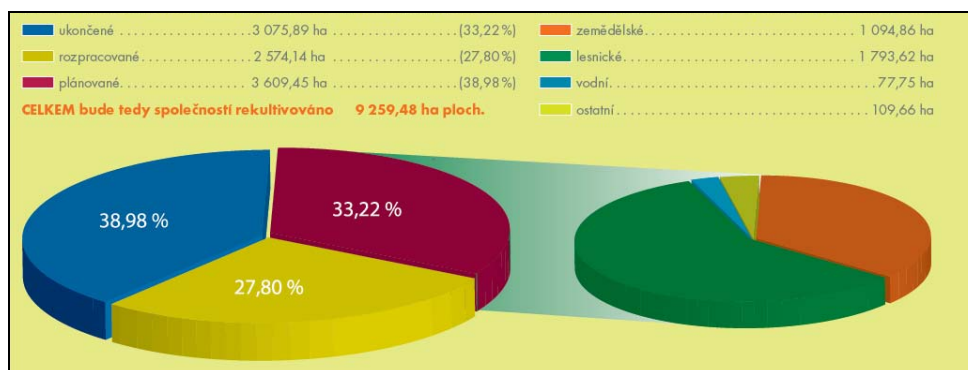
První písemné zmínky o těžbě uhlí na Sokolovsku pocházejí z roku 1760, rozmach dobývání však nastal až po výstavbě páteřní železnice v roce 1871. Prvopočátky sanačních a rekultivačních záměrů se datují o něco později, do období kolem roku 1908, kdy byla v Duchcově zřízena Rekultivační expozitura Zemské zemědělské rady. Ta začala organizovat obnovu pozemků postižených těžbou, tehdy povětšinou hlubinnou. Mezníkem v rekultivační činnosti bylo vydání zákona č. 41/1957 Sb., a později zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), platného dodnes ve znění pozdějších předpisů – s doplňkem návazných norem zemědělských a lesnických (zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu; zákon č. 289/1995 Sb., o lesích). Horní zákon ukládá těžebním organizacím zajistit sanaci a rekultivace všech pozemků dotčených těžbou. Sanace pozemků uvolněných v průběhu dobývání se provádí podle plánu otvírky, přípravy a dobývání. Za sanaci se považuje odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur. Těžebním organizacím je uložena povinnost vytvářet za tímto účelem finanční rezervu. Její výše musí odpovídat potřebám sanace a rekultivace všech pozemků narušených v průběhu těžební činnosti (citováno z horního zákona).

Na Sokolovsku jsou prováděny rekultivace zemědělské (tj. orná půda, pastviny, ovocné sady), lesnické (tj. lesy účelové a hospodářské, doprovodná a roztroušená zeleň), hydrologické (vodní plochy, vodní toky, mokřady) a ostatní (plochy pro sport a rekreaci, pro různou výstavbu a infrastrukturu), (obr. 1), kam spadají i plochy pro přirozenou obnovu přírody (spontánní sukcese). Základem těchto rekultivací je rekultivace technická, která předchází vlastní rekultivaci biologické (tj. zemědělské nebo lesnické). V rámci technické rekultivace jsou prováděny práce na úpravě terénu

vytvarováním ploch s požadovanými sklony, odvodnění pomocí otevřených příkopů, u vodních nádrží těsnění dna, apod. (Frouz a kol., 2007).

Lesnické rekultivace jsou aplikovány především na svazích – přímo do výsypkového substrátu se sází sazenice dřevin. Z listnatých jsou to nejčastěji olše šedá (*Alnus incana*), olše lepkavá (*A. glutinosa*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Q. robur*) a jeřáb (*Sorbus* sp.), z jehličnatých zase borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a modřín evropský (*Larix decidua*), (Frouz a kol., 2007). Sazenice dřevin jsou po dobu tzv. 5letého biologického cyklu ošetřovány ožínáním, okopáváním a ochranou proti okusu. Konečné zařazení této rekultivace dle lesního zákona je les ochranný. Velmi často jsou však v rámci rekultivací vysazovány nepůvodní druhy dřevin (Tischew A Kirmer, 2007), což byl případ i některých v minulosti provedených rekultivací na Sokolovsku.

Zemědělské rekultivace se provádí buď napřed návozem ornice z deponie, nebo bez ní, přímo na výsypkovém substrátu. Biologický cyklus zahrnuje organické a anorganické hnojení, setí obilovin při zařazení do orné půdy, či jetelotravních směsí při zařazení rekultivace do trvalého travního porostu. Tyto porosty jsou druhově velmi chudé, proto nemají takřka žádný biologický význam.



Obr. 1: Přehled rekultivací na Sokolovsku od 50. let 20. století až k 31. 12. 2006 (převzato z Frouz a kol. 2007).

Klasické rekultivace jsou zaměřeny zejména na zlepšení produkčních funkcí rekultivovaných ploch a pouze částečně vedou k určitému zlepšení i mimoprodukčních vlastností, např. snížení povrchového odtoku, omezení eroze apod. V řadě případů však toto zlepšení není ani při kvalitním provedení rekultivací zcela uspokojivé, zejména v oblasti obnovy biologické diverzity (Prach a kol, 1999). Tato společenstva jsou často

nestabilní vůči vnějším vlivům, jako je např. kolonizace nežádoucími invazními druhy (Hodačová a Prach, 2003). Podpora vzniku biologicky hodnotných ekosystémů na výsypkách je dnes stále ještě považována za nadstandardní přístup, který není doposud zcela metodicky a legislativně vyřešen. Naše současná legislativa počítá v rámci rekultivačních opatření výhradně s vytvářením produkčních ploch. Naproti tomu v sousedním Německu je určité procento ploch již předem vymezeno pro tvorbu biologicky hodnotných ekosystémů, s důrazem právě na jejich mimoprodukční funkce (Schulz a Wiegand, 2000; Kirmer a Mahn, 2001; Frouz a kol., 2007).

1.2 Přírozená obnova ekosystémů na výsypkách

Existuje řada studií, zabývající se problematikou přirozeného vývoje ekosystémů na výsypkách, které poukazují na to, že právě spontánní sukcese je možnou metodou obnovy výsypek. Oproti klasickým přístupům k obnově výsypek má tu výhodu, že z biologického hlediska jsou spontánně vznikající společenstva velice hodnotná a zároveň s tím spojené náklady jsou v podstatě zanedbatelné (Hodačová a Prach, 2003).

Výchozím stavem tohoto vývoje je ovšem takřka sterilní výsypkový substrát, který byl po několik tisíciletí uložen pod jinými vrstvami, nejsou v něm tudíž přítomna žádná semena rostlin ani dormantní stadia živočichů, mikroorganismy ani živiny (Tischew a kol., 2009). Zde narážíme na velkou nevýhodu této metody a tou je značná časová náročnost. Přírozená obnova takových stanovišť je totiž proces velice složitý a jeho úspěšnost (i samotná délka) je závislá na mnoha faktorech. Obecně se uvádí, že trvá přibližně 100 let, než původně holá výsypka dosáhne stadia (více méně) stabilního ekosystému, což je v našich klimatických podmínkách smíšený les (Tischew a kol., 2009).

V současné značně fragmentované krajině, a v případě Sokolovska navíc ovlivněné historickou těžbou, by se mohla jevit dostupnost diaspor jako hlavní problém. Některé studie ale ukazují pravý opak. Například Tischew a Kirmer (2007) zkoumaly 10 post-těžebních oblastí v Německu a došly k závěru, že více než 50% zaznamenaných druhů z okolí (30 km²) byla schopna během 14 - 55 let úspěšně kolonizovat tato stanoviště.

Když se však semena rostlin či jiné rozmnožovací jednotky dostanou na výsypku, musí se vyrovnat s pravděpodobně většími překážkami. V první řadě zde selektivně působí fyzikální a chemické vlastnosti holého výsypkového substrátu. Mezi takové překážky patří velmi často nedostupnost vody, živin nebo velmi nízké hodnoty pH terciérních sedimentů (Schulz a Wiegand, 2000; Tischew a kol., 2009). Obvyklým jevem na holém výsypkovém substrátu je eroze a s ní spojené neustále disturbance. První obyvatelé jsou tzv. specialisté, kteří se dokážou s takovými podmínkami vyrovnat a navíc připravit lepší podmínky pro další příchodí organismy. Jako prvními jsou tedy výsypky kolonizovány mikroorganismy – bakteriemi, řasami a sinicemi, které se významně podílí na vzniku zcela zásadního cyklu – cyklu živin (Bradshaw, 1993). Právě tyto organismy jsou klíčové složky pro obnovu funkčních vlastností půdy a podpory růstu rostlin (Sina, 2008).

První rostliny, které se na těchto stanovištích v průběhu raných fází vyvíjejí, jsou tzv. r- a S-stratégové (Grime, 1979). Vyznačují se tím, že nevytvářejí dormantní stadia, jsou jednoleté, odolné proti stresu a tvoří veliké množství lehkých a na velké vzdálenosti šířitelných semen. Právě tyto vlastnosti jim zaručují přežití v nehostinných podmínkách. Rostliny částečně zastíňují holý výsypkový substrát a snižují tak teplotu půdy, a svými kořeny významně zadržují vodu v půdě. Zvyšující se rhizodepozicí (ve formě kořenových exudátů), jakožto významného zdroje živin pro dekompozitory, se aktivuje činnost mikrobů a zvyšuje se tak množství živin uvolněných do půdy. Spolu se zvyšující se činností půdní fauny tak pozvolna dochází k utváření půdy (Sina, 2008).

Vyvíjející se společenstvo je díky častým erozím velmi dynamické a zpočátku, kvůli absenci významných konkurentů a nízkému obsahu živin, je tvořeno nízkorostoucími a světlomilnými rostlinami. Během cca. 15 let od začátku sukcese se zde začínají rozvíjet tzv. CS- a CSR-stratégové (Grime, 1979), tedy kompetičně silnější druhy, zejména trávy, např. třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*), keře a stromy, např. borovice (*Pinus* sp.), bříza bělokorá (*Betula pendula*) a vrba jíva (*Salix caprea*). Okolo cca. 30. roku je možné zaznamenat řadu cenných druhů rostlin, např. z čeledi vstavačovitých (*Orchidaceae*), i živočichů. Přibližně v této střední fázi sukcese, kdy se doposud bylinné společenstvo pozvolna mění na společenstvo s převahou dřevin, se mění i složení mikrobiálního společenstva. Dochází zde k maximálnímu objemu mikrobiální biomasy, postupně však začnou

převažovat houboví symbionti (Harris, 2009). V této fázi se po ekologické stránce výrazně liší nerekulтивované plochy od ploch rekultivovaných (Tischew a kol., 2009).

Ze zjištěných poznatků řady studií vyplývá, že přirozené procesy, bez účasti člověka, mohou být úspěšné a na jejich konci může vzniknout plnohodnotný a ve všech aspektech funkční ekosystém. Není tomu tak ale na všech stanovištích. Některá jsou ovlivněna extrémními podmínkami, jakými jsou např. toxické substráty nebo jiné fyzikálně-chemické překážky, které neumožňují růst a vývoj rostlin ani živočichům. A tak ani za 50 či 100 let nemusí na takových místech existovat zapojený porost (Bradshaw, 2000).

1.3 Přírodě blízký přístup k obnově výsypek

Nabízí se však možné alternativy k oběma zmiňovaným metodám, tedy ke klasickým rekultivacím i k přirozené sukcesi, kterými je možné řadu překážek „obejít“ a dosáhnout tak rychleji požadovaného ale především biologicky hodnotného ekosystému. Těmito alternativami jsou tzv. iniciovaná sukcese (Tischew a kol., 2009) a řízená sukcese (Rebele a Lehman, 2001b), které by se daly shrnout pod označení přírodě blízká obnova ekosystémů (Kirmer a Tischew, 2006). Vycházím zde v podstatě výlučně z německých publikací. Německá legislativa totiž umožňuje praktickou aplikaci těchto metod v rámci sanací a rekultivací těžbou postižených oblastí, čehož němečtí biologové využívají ke zkoumání vlivu manipulace přirozeného vývoje společenstev a to nejen na výsypkách.

Metoda iniciované sukcese se řídí předobrazem spontánní sukcese, s cílem urychlit a určitým způsobem nasměrovat tento přirozený vývoj na místech, kde by např. z důvodu ohrožení erozí nebylo možné dané stanoviště plně ponechat přirozenému vývoji, nebo na místech, kde chybí zdroje vhodných diaspor. To je v podstatě totožné se zmiňovanou druhou metodou tzv. řízené sukcese, kdy se také iniciuje sukcese určitým směrem. Když pak vývoj společenstva dosáhne žádoucího stavu, je dál udržován pomocí vhodného managementu. Takto mohou vznikat velice cenné ekosystémy, např. xerotremní trávníky, vřesoviště, mokřady, lesostepi a jiné (Tischew a kol., 2009). Vznik určitého společenstva se volí na základě analýzy stanovištních podmínek a předpokladů, a zohledněním proveditelnosti, nákladů, dostupnosti regionálních zdrojů žádoucích

druhů, případné následné péče, apod. Kromě přísunu diaspor je cílem použití těchto metod také ochrana proti erozi, či introdukce živin a některých druhů živočichů a mikroorganismů. Používá se tak např. aplikace čerstvého či suchého rostlinného materiálu s obsahem semen, aplikace svrchní vrstvy půdy se semennou bankou a jinými rozmnožovacími propagulemi, a vysévání semen, pocházejících z regionálních zdrojů.

Tyto metody bývají často používány např. při záchraně ekologicky cenných lokalit, které mají být zničeny např. výstavbou komunikací nebo těžbou (Good a kol., 1999; Anderson, 2003) nebo při obnově druhové bohatosti degradovaných různých typů lučních ekosystémů (Stroh a kol., 2002; Hölzel a Otte, 2003; Donath a kol., 2007; Edwards a kol., 2007)

Metoda aplikace svrchní vrstvy půdy se semennou bankou a jinými rozmnožovacími propagulemi zahrnuje translokaci kompletního společenstva, tedy svrchní vrstvy půdy spolu s živočichy, rostlinami a jejich rozmnožovacími jednotkami, z původní lokality a jeho obnovu na novém stanovišti. Zabrání se tak sice úplné degradaci původního společenstva, přesto v něm dochází k významným změnám. Nelze tedy předvídat výsledné složení společenstva (Vécrin a Muller, 2003). Lze takto přenést jednak kompaktní „bloky“ (obr. 2), které se na cílové lokalitě co nejšetrněji položí na substrát, nebo lze odebranou půdu s drny rozptýlit na větší plochu, čímž sice dochází k značné disturbanci, nicméně i tato metoda se jeví jako efektivní (Vécrin a Muller, 2003; Tischew a kol., 2009)



Obr. 2: Přenos kompaktních „bloků“ luční půdy spolu s drny (převzato z Good a kol., 1999)

Metoda aplikace čerstvého či suchého rostlinného materiálu s obsahem semen je levnější a technicky jednodušší způsob obnovy lučních ekosystémů. Je možné takto introdukovat na cílovou lokalitu nejen rozmnožovací propagule rostlin, ale i některé

živočichy (Tischew a kol., 2009). Je to metoda vhodná zejména na stanovištích vystavených velkému riziku eroze (obr. 3).



Obr. 3: Ochrana proti erozi aplikací pokoseného rostlinného materiálu na nerektivované výsypku Müheln (převzato z Tischew a kol., 2009).

1.4 Význam lučních ekosystémů

Klasickými rekultivačními postupy ani člověkem neovlivněnou spontánní sukcesí se nedává možnost vzniku druhově bohatých lučních ekosystémů na výsypkách. Tedy bohužel u nás v České republice tomu zatím tak není. Jedná se přitom o cenná společenstva, která jsou zdrojem velikého množství druhů, často významných a ohrožených (Klimeš a Klimešová, 2002), a která nabízí unikátní biotopy, který z české krajiny mizí.

Luční porosty tvoří pestrá mozaika bylin, kde převládají jednoděložné, tedy trávy (*Poaceae*, *Cyperaceae* a *Juncaceae*), nad dvouděložnými, z nichž nejpočetnějšími jsou zástupci čeledí hvězdnicovitých (*Asteraceae*), pryskyřníkovitých (*Ranunculaceae*), růžovitých (*Rosaceae*), bobovitých (*Fabaceae*) a miříkovitých (*Apiaceae*), a nad kaprad'orosty i mechorosty. S touto druhovou diverzitou souvisí i značná morfologická a funkční různorodost a to jak v nadzemní tak v podzemní biomase (Rychnovská a kol., 1985). Poskytují kromě biologických a funkčních hodnot také hodnoty kulturní, estetické a ekonomické (Emanuelsson, 2008).

Ruku v ruce s vysokou hodnotou jde také jejich citlivost vůči vnějším vlivům, kterými jsou klimatické změny, náchylnost ke kolonizaci invazními druhy, eutrofizace vlivem lidské činnosti, způsob obhospodařování, sukcese či v poslední době častý

přechod k intenzivnímu využívání, např. kvůli vyšším výnosům a zvyšující se produkci surovin pro výrobu biopaliv (Pötsch a Krautzer, 2009).

Obecně lze tvrdit, že nejvyšší druhová diverzita je na stanovištích se suboptimálními podmínkami pro tvorbu biomasy a že naopak podmínky optimální či supraoptimální vedou k redukci druhové rozmanitosti a výraznému převládnutí jednoho nebo několika druhů, které jsou těmto podmínkám lépe přizpůsobené (Grime, 1979; Rychnovská a kol., 1985). Vhodný management je tedy zcela klíčový pro zachování druhové diverzity a funkčnosti lučních ekosystémů. Kosení zabraňuje sukcesi (dokončení vývojových cyklů a dozrávání semen kompetitivně silnějších druhů) a odstraňování pokosené biomasy brání nadměrné akumulaci živin a kolonizaci ruderalními druhy rostlin. Řada lučních druhů se pravidelnému kosení přizpůsobila, a tak lze v takovém porostu pozorovat řadu adaptací, umožňující rostlinám optimálně využívat prostor uvolněný díky pravidelné disturbanci. Velice důležitou vlastností je zde schopnost regenerace, např. z oddenků, či tvorba přizemních růžic (Rychnovská a kol., 1985).

1.5 Cíl práce: Tvorba lučních ekosystémů na výsypkách

V mé magisterské diplomové práci jsem se pokusila ověřit alternativní způsoby obnovy výsypek, protože se domnívám, že by mohl být levnější a úspěšnější variantou klasických rekultivačních postupů. Chtěla jsem vyzkoušet dvě přírodě blízké metody obnovy výsypek, s cílem vytvořit biologicky hodnotné luční ekosystémy na výsypkách, a sice

- dva způsoby přenosu svrchních vrstev půdy spolu s drny
- a metodu přenosu čerstvě pokoseného rostlinného materiálu s obsahem semen.

Dále jsem chtěla zjistit, jestli management (kosení a kosení s mulčováním) ovlivní různou mírou rozvoj a šíření luční vegetace na plochách s přenesenými drny a rostlinným materiálem, a na plochách na okolní výsypce.

Jako hypotézy jsem stanovila, že (1) kosení potlačí kompetičně silnější druhy a podpoří rozvoj luční vegetace, především na plochách s přenesenými drny či rostlinným materiálem, (2) kosení na výsypce v blízkosti přenesených drnů a přeneseného rostlinného materiálu podpoří šíření lučních druhů, (3) kosení s mulčováním bude mít významnější efekt na plochách na výsypce, (4) největším zdrojem diaspor budou přenesené drny.

Metodika

2.1 Popis lokalit

2.1.1 Výsypka

Velká podkrušnohorská výsypka, patřící k největším útvarům tohoto typu v České republice, se nachází asi 2,5 km severovýchodně od Sokolova mezi obcemi Lomnice a Vintířov. Vznikla spojením výsypek Lipnice, Vintířovská, Pastviny, Týn a Boučí. Pata výsypky je v nadmořské výšce 450 – 470 m a její dva vrcholy dosahují výšky 600 m n. m., celková rozloha území zasaženého výsypkou je 1957,10 ha. Je nejvíce diverzifikovanou výsypkou Sokolovska, kde jsou zastoupeny plochy různého stáří od nasypání, různých typů substrátů a způsobů rekultivace.

Těleso výsypky je tvořeno pestrou směsí cyprisových jíílů a jíilovců, uhelných jíílů, uhlí a podsypových materiálů. Cyprisové souvrství patří do terciární sedimentace mocné nejčastěji 120 m, v předpolí lomu Družba až 200 m. Název je odvozen od hojného výskytu vodního korýše skořepatce (*Cypris augusta*) v těchto sedimentech. Tyto jíilovce tvoří hlavní součást skrývky a tedy i substrátů výsypkových těles, na kterých lze díky jejich mineralogickému složení a obsahu organických složek realizovat některé druhy biologické rekultivace přímo, bez použití navezené a rozprostřené ornice.

Území Velké podkrušnohorské výsypky patří podle klimatických charakteristik do oblasti mírně teplé, podoblasti mírně vlhké až suché s převážně mírnou zimou. Směry větru jsou místně velmi proměnlivé, a to v závislosti na členění terénu. Průměrný roční úhrn srážek je 703 mm, průměrná roční teplota se pohybuje okolo 7,3°C (Culek, 1996).

Plochy na výsypce, kam byly přeneseny svrchní vrstvy půdy s drny, byly v obou případech nerektivované a přibližně 4 roky od posledního dosypání.

2.1.2 Předpolí lomu pro odběr svrchních vrstev půdy s drny

Pro odběr půdních bloků byly vybrány lokality v předpolí dolu Jiří (obr. 4 a 5), s co nejmenším zastoupením třtiny křovištní (viz fotografické přílohy). Půda na tomto stanovišti je tvořena hlinitou, hnědou půdou s malým podílem skeletu.



Obr. 4. Fotografická mapa lomu Jiří a Velké Podkrušnohorské výsypky na Sokolovsku s vyznačeným předpolím lomu u obce Lomnice (zdroj: www.mapy.cz). Červené body označují 2 místa na výsypce, kam byly v roce 1995 (ozn. I.) a 2007 (ozn. II.) přeneseny svrchní vrstvy půdy s drny z předpolí.

Jedná se o plochy, které byly v minulosti tvořeny poli a zahradami, ale kvůli hlubinné těžbě byly opuštěny. Do současné doby na nich hospodařil myslivecký spolek – tj. byly občas pokoseny a prořezány.



Obr. 5. Detailní fotografická mapa předpolí lomu Jiří u obce Lomnice s vyznačenými 2 loukami, kde byly v roce 1995 (ozn. I.) a 2007 (ozn. II.) odebrány svrchní vrstvy půdy s drny (zdroj: www.mapy.cz).

2.1.3 Zdrojová louka pro odběr rostlinného materiálu

Louka pro odběr rostlinného materiálu (viz fotografické přílohy) se nachází na jihovýchodně orientovaném svahu, severovýchodně od města Nejdku, cca 16 km od Velké podkrušnohorské výsypky, v nadmořské výšce cca 600 m n. m. Jedná se o 2x ročně kosenou louku s druhy typickými pro horské trojštětové louky (svaz *Polygono bistortae-Trisetion flavescens*; podle Chytrý & Tichý, 2003), např. *Agrostis capillaris*, *Alchemilla vulgaris* s. lat., *Bistorta major*, *Campanula rotundifolia* s. str., *Festuca rubra* agg., *Meum athamanticum*, *Alchemilla vulgaris* s. lat., *Alopecurus pratensis*, *Anthoxanthum odoratum* s. str., *Avenella flexuosa*, *Poa pratensis* s. lat., *Potentilla erecta*, *Ranunculus acris*, *Rumex acetosa*, *Trifolium repens*, *Trisetum flavescens*, *Veronica chamaedrys* s. str. a *Vicia cracca*. Tuto louku jsem si zvolila pro její zajímavý charakter podhorské mezofilní louky, druhovou bohatost, pravidelný management a dostupnost.

2.2 Založení a uspořádání pokusu

2.2.1 Přenesené drny I.

V květnu 1995 byla pomocí bagru odebrána humusová vrstva půdy, včetně drnů, do hloubky cca 40 cm. Pásky drnů a půdy byly, pokud možno, v jedné vrstvě a v původní orientaci naloženy na nákladní automobil a převezeny na výsypku, kde byly co nejšetrněji sklopeny tak, aby došlo k co nejmenšímu převrácení jednotlivých vrstev.

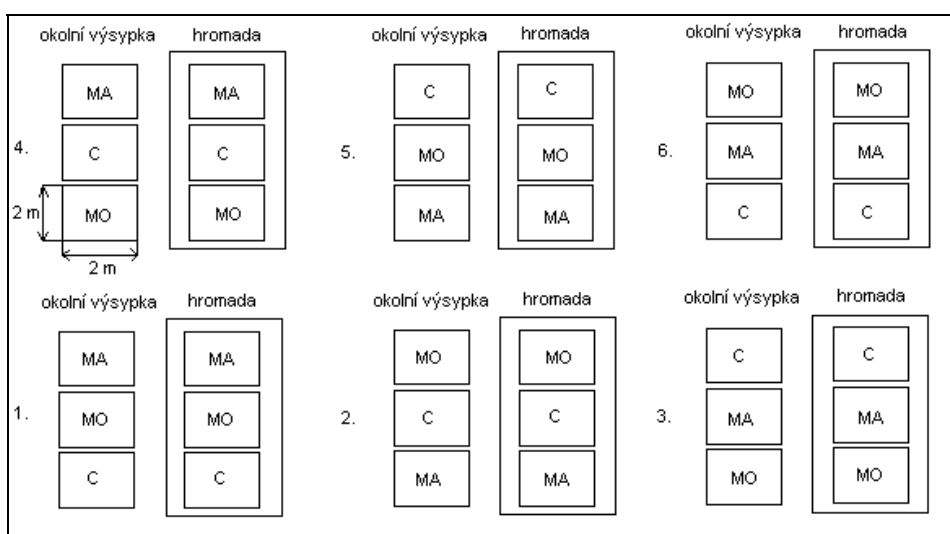
Celkem bylo takto navezeno 6 „hromad“ o rozměrech 3 x 10 x 0,3 m, které byly orientovány po třech ve dvou řadách delší stranou po vrstevnici mírného svahu. Jednotlivé „hromady“ jsou od sebe vzdáleny cca 5 – 10 m (obr. 6). Na těchto hromadách byl pracovníky Ústavu půdní biologie sledován rozvoj půdní fauny a její šíření na okolní nerekvultivovanou výsypku.

Od přenosu drnů v roce 1995 do začátku mého sledování v roce 2005 nejsou však k dispozici žádné údaje o stavu či vývoji vegetace. V roce 2007 jsem provedla soupis druhů na zdrojové louce v předpolí a na výsypce v okolí „hromad“ (do cca 70 m) a z těchto dat jsem po té vycházela při odhadování změn na přenesených drnech.



Obr. 6: Letecký snímek přenesených drnů I. na výsypce s vyznačenou plochou vymezenou pro ponechání bez rekultivování (zdroj www.mapy.cz).

Každá „hromada“ (dále „přenesené drny“) byla v roce 2005 rozdělena na 3 trvalé plochy (2 x 2 m) a analogické plochy byly vytyčeny rovněž na výsypce před přenesenými drny (pozn. kraje přenesených drnů nebyly do těchto ploch zahrnuty). V srpnu 2005 jsem provedla první fytoocenologické snímky přenesených drnů a ploch na výsypce před nimi. Poté byly na všech trvalých plochách provedeny zvolené zásahy, tj. kosení, kosení s mulčováním, a jedna z 3 ploch vždy sloužila jako kontrola, tj. zůstala bez zásahu. Střídání jednotlivých zásahů na přenesených drnech a plochách na výsypce před nimi bylo určeno náhodně před samotnými pracemi v terénu (obr. 7). Mulčováno bylo pokosenou biomasou z obou kosených ploch. Okolo přenesených drnů byl vymezen prostor pro ponechání bez rekultivování (vyznačeno na obr. 6), jinak bylo celé okolí lesnický nebo zemědělsky zrekultivováno.



Obr. 7: Schéma trvalých ploch a jejich managementu na jednotlivých „hromadách“ a na výsypce před nimi (vysv.: MA = koseno a mulčováno; MO = koseno; C = bez zásahu).

Další fytoocenologická snímkováni a zvolené zásahy jsem prováděla v letech 2006 – 2009, vždy v červnu a v srpnu. Pokryvnost jednotlivých druhů jsem zaznamenávala procentuálním odhadem. U některých názvů rostlin neuvádím jejich druhová jména buď vzhledem k jejich taxonomické složitosti, nebo protože se jednalo o semenáčky, kdy bylo obtížné zařazení do druhu. Nomenklaturu rostlin jsem sjednotila podle Klíče ke květeně České republiky (Kubát a kol., 2002). V diagramech jsou uváděny zkratky názvů rostlinných druhů sestávající z prvních 4 písmen rodového jména a prvních 4 písmen druhového jména. Vzhledem k značnému objemu dat neuvádím v přílohách kompletní fytoocenologické snímky, pouze soupisy zaznamenaných druhů podle lokalit.

2.2.2 Přenesené drny II.

V říjnu 2007 byl zopakován přenos svrchních vrstev půdy s drny na mladou nerektivovanou výsypku. Opět byla pomocí bagru odebrána humusová vrstva půdy, včetně drnů, do hloubky cca 50 cm. Drny s půdou byly naloženy na nákladní vůz a převezeny na stanoviště, kde byly specifickým způsobem sklopeny (viz fotografické přílohy).

Celkem byly takto navezeny čtyři „celistvé hromady“ (dále „celistvé přenesené drny“) o rozměrech 2,5 x 10 x 0,5 m, které byly orientovány po čtyřech v jedné řadě, vzdáleny od sebe vzdáleny cca 5 m. V praxi to vypadalo tak, že vždy 1 nákladní auto sklopilo veškerý obsah najednou. Kromě přenesení těchto čtyř tzv. celistvých drnů (analogicky jako u přenesených drnů I.) byly vytvořeny další čtyři, tzv. čtvrcené přenesené drny. To v praxi vypadalo tak, že 1/4 objemu odebraných drnů s půdou z jednoho nákladního auta byla rozložena na stejně velkou plochu, jako zaujímají celistvé drny (cca 10 x 2,5m). Z nákladu 1 auta se tak vytvořily 4 „hromady“ namísto jedné.

Bohužel v řadě případů došlo jednak převrácení jednotlivých vrstev, ale i ke sklopení drnů na „jednu hromadu“, proto bylo nutné tyto hromady dodatečně ručně upravit do požadovaných rozměrů, jako tomu bylo u prvních přenesených drnů (viz fotografické přílohy).

2.2.3 Aplikace rostlinného materiálu

V srpnu 2007 jsem v blízkosti přenesených drnů I. na nerektivované výsypce (cca 20 let stará) vytyčila 3 plochy (á 10x3 m), které byly pokoseny, zbaveny biomasy a každá rozdělena na 4 podplochy (á 2x2 m), resp. 3 + 1 nekosená. Po té jsem na každé

z nich provedla fytoocenologické snímky a vždy na 2 podplochy jsem v tenké vrstvě přenesla čerstvě pokosený rostlinný materiál z louky, 3. plocha zůstala pouze kosená bez dodávání sena, 4. plocha byla referenční nekosená výsypka. Kosení rostlinného materiálu jsem prováděla vždy časně ráno. Přenesený materiál nebyl až do dalšího snímkování a kosení odstraněn. Snímkováno a koseno bylo v červnu a v srpnu. Od druhého roku sledování bylo seno přenášeno již pouze na jednu ze 4 podploch.

2.3 Statistické vyhodnocení dat

Získaná data jsem zpracovala pomocí počítačových programů MS Excel, STATISTICA verze 5.5 (StatSoft) a CANOCO verze 4.5 (Ter Braak & Šmilauer, 2002).

Rozdíl mezi druhovou diverzitou na všech plochách jsem vypočítala podle Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity, jeho zprůměrované hodnoty jsem dále analyzovala v programu STATISTICA 5.5. Vzhledem k uspořádání ploch v rámci přenesených drnů a k opakovanému snímkování, jsem použila analýzu variance s opakovanými měřeními (Repeated measurements), v níž jako nezávislé faktory vystupovaly „čas“ a „druh zásahu“, jako náhodný faktor byla stanovena příslušnost k „hromadě“.

V programu CANOCO jsem vždy nejprve spočítala nepřímou ordinaci DCA, kdy jsem zjistila hlavní složku variability v druhovém složení. Pro vysvětlení variability v datech způsobenou prováděnými zásahy jsem spočítala přímou (omezenou) ordinaci lineární metodou RDA s Monte Carlo permutačním testem (499 permutací). Příslušnost ploch k jednotlivým přeneseným drnům jsem v programu CANOCO zohlednila použitím tzv. split-plot designu. Grafické výstupy byly vytvořeny v programu CanoDraw (Ter Braak & Šmilauer, 2002). Pro zobrazení změn ve vegetaci, respektive rozdílů mezi fytoocenologickými snímky v závislosti na prováděných zásazích, za 5 let pozorování (přenesené drny I.) jsem použila analýzu hlavních komponent (PCA).

Výsledky

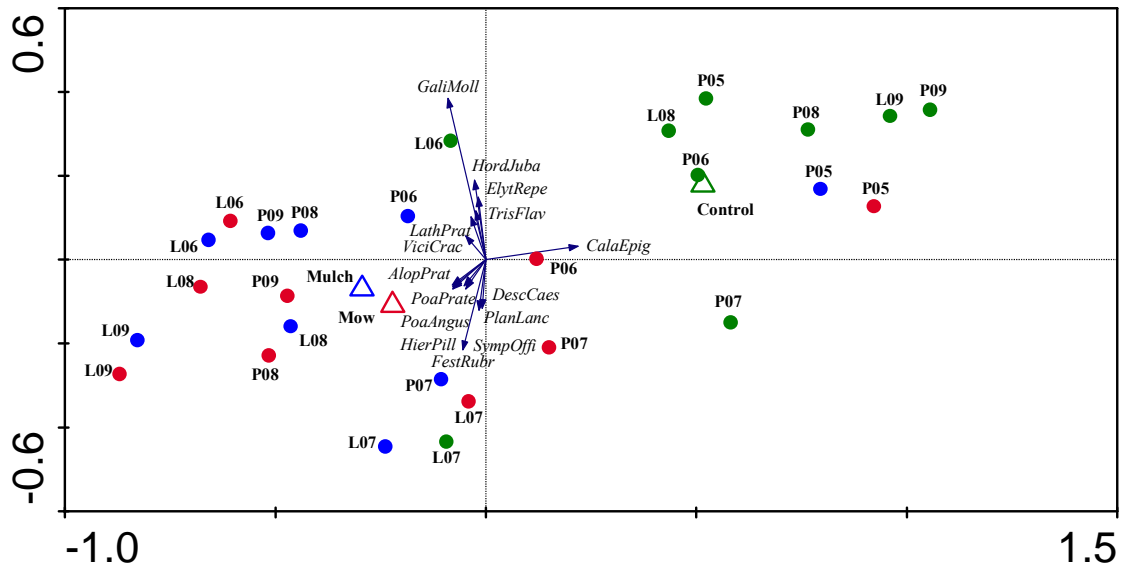
3.1 Pokus s přenosem drnů I. (2005 – 2009)

Vzhledem k chybějícím údajům o stavu vegetace na přenesených drnech od jejich přenesení na výsypku (r. 1995) vycházím ze stavu vegetace na začátku mého sledování v r. 2005 a srovnávám vlivy jednotlivých zásahů na vývoj vegetace na samotných přenesených drnech a analogicky na plochách na výsypce před přenesenými drny, kde mě mimo to zajímala i úspěšnost kolonizování těchto ploch lučními druhy z přenesených drnů.

3.1.1 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na přenesených drnech I.

Po vyhodnocení fytoocenologických dat analýzou hlavních komponent (PCA), a s přihlédnutím ke znalostem o chování vegetace v průběhu celého pokusu aplikace managementu, mohu rekonstruovat, jak se během 5 let vyvíjela vegetace na přenesených drnech, a jak byla ovlivněna kosením a existencí na výsypce (obr. 8).

Téměř všechny sledované plochy měly velice podobné složení vegetace: přes 90% zaujímala třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Na některých přenesených drnech dosahovali vyšších hodnot pokryvnosti také ostružiník (*Rubus* sp.), jahodník obecný (*Fragaria vesca*) a svízel povázka (*Galium mollugo*). V zapojeném porostu třtiny se ve velmi nízkých pokryvnostech (0,02% – 5%) vyskytoval také vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), vrbovka úzkolistá (*Epilobium angustifolium*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), vikev ptačí (*Vicia cracca*), hrachor luční (*Lathyrus pratensis*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*), metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) a lipnice smáčknutá (*Poa compressa*).

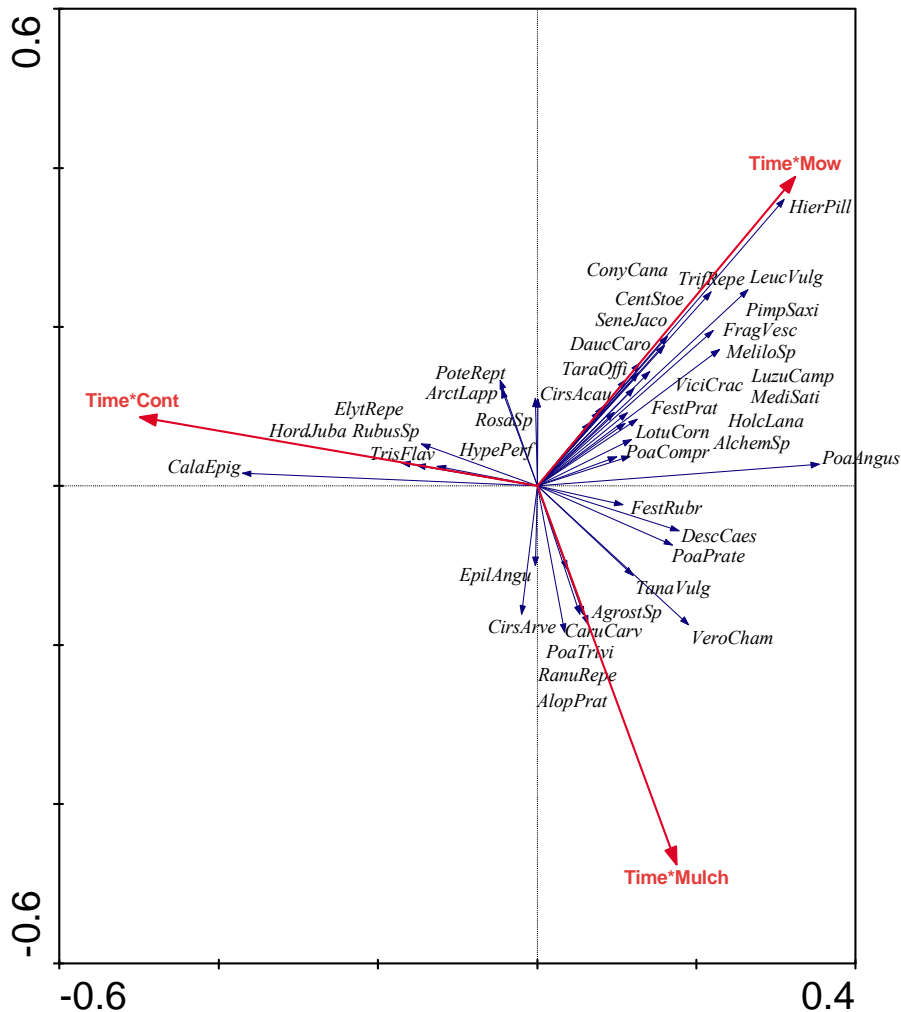


Obr. 8: Ordinační diagram PCA znázorňující rozmístění fytoecologických snímků a charakteristických druhů v průběhu sledování (2005 – 2009) na přenesených drnech. Vysv.: symbol Δ znázorňuje průměrné umístění snímků určitého managementu; Mulch = koseno + mulčováno, ozn. modře; Mow = koseno, ozn. červeně; Control = bez zásahu, ozn. zeleně; L+ označení roku = červenový snímek daného roku; P + označení roku = srpnový snímek daného roku)

Oba typy kosených ploch (pouze kosené a kosené s mulčováním) se však v průběhu sledování začaly diferencovat od ploch ponechaných bez zásahu, výrazný rozdíl byl však zřetelný až v roce 2008 (obr. 8). Rozdíl mezi plochami pouze kosenými a plochami kosenými i mulčovanými není příliš výrazný, přesto lze vidět v získaných datech trend směřující k lučnímu společenstvu, oproti nekoseným plochám, kde je vegetace stále určena dominancí třtiny křovištní.

Lineární metoda (RDA) analýzy dat rovněž dokázala, že pět let provádění zásahů mělo statisticky průkazný vliv na druhové složení vegetace na přenesených drnech ($p = 0,002$; $F = 4,958$). Odpovědi druhů, které nejlépe korelují s ordinačními osami, na jednotlivé zásahy, jsou zobrazeny na obr. 9.

Prováděné zásahy měly významný vliv především na snížení pokryvnosti třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), (viz dále), a ostružiníku (*Rubus* sp.). Další druhy, které se vyskytují hlavně na plochách s bezzásahovým režimem, jsou např. ječmen hřívnatý (*Hordeum jubatum*), trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*) a pýr plazivý (*Elytrigia repens*).



Obr. 9. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď vybraných druhů na odlišný druh zásahu na přenesených drnech I. po 5 letech pozorování. (Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Cont = bez zásahu)

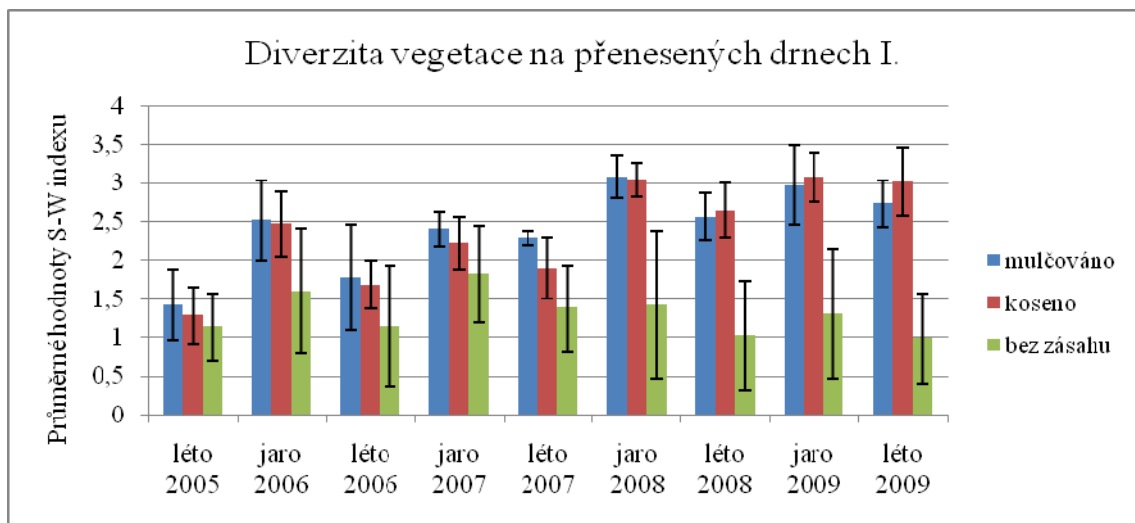
Naopak pozitivně korelovány s kosením jsou např. lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*), starček přímětník (*Senecio jacobaea*), chrpa porýnská (*Centaurea stoebe*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), bedrník obecný (*Pimpinella saxifraga*), vikev ptačí (*Vicia cracca*), komonice (*Melilotus* sp.), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*) a kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*). Kosení s mulčováním mělo pozitivní vliv především na lipnici obecnou (*Poa trivialis*), rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*), psineček (*Agrostis* sp.), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), kmín kořenný (*Carum carvi*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) a psárku luční (*Alopecurus pratensis*).

Diverzita vegetace na kosených a mulčovaných plochách se od druhého roku sledování postupně zvyšovala (obr. 10). Na konci pětiletého pozorování se, zejména na

kosených plochách, zvýšila diverzita rostlinného společenstva o více než 50% oproti stavu v roce 2005. Oproti tomu se diverzita vegetace na plochách bez zásahu od počátku sledování příliš nezměnila (obr. 10).

Tab. 1: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na změnu diverzity vegetace na přenesených drnech I.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	22,434	34,446	<0,001
Vliv proměnné „čas“	8	2,824	16,676	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	0,926	4,910	<0,001



Obr. 10. Změny ve vegetaci na přenesených drnech I. s odlišným druhem zásahu v průběhu pěti let sledování vyjádřeny Shannon-Wienerovým indexem.

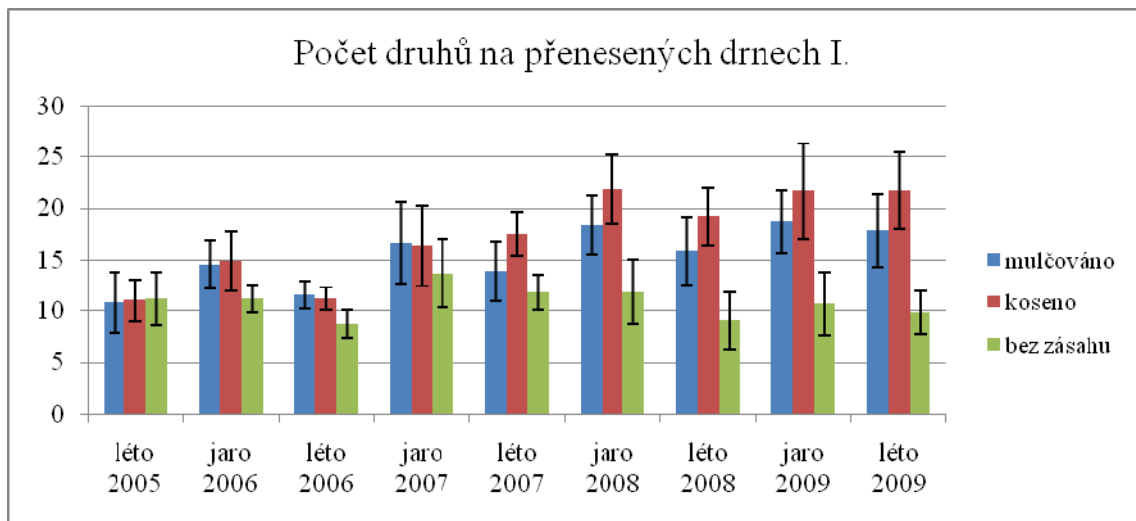
V r. 2005 jsem na všech přenesených drnech I. zaznamenala celkem 30 druhů, z toho 17 druhů ruderalních, zatímco v srpnu r. 2009 jsem na všech přenesených drnech našla celkem 53 druhů, z toho 22 druhů ruderalních (dle Chytrý & Tichý, 2003). Od počátku sledování experimentu se tak počet rostlinných druhů na kosených plochách takřka zdvojnásobil (obr. 11). Mulčované plochy nedosahují takového počtu druhů jako plochy kosené, nicméně i zde byl zaznamenán nárůst. Během posledních 4 snímkování se zdá být počet druhů na všech plochách na přenesených drnech víceméně konstantní.

Mezi nově zaznamenané druhy, v průběhu celého sledování, patří řada lučních druhů (dle Chytrý & Tichý, 2003), např. bika ladní (*Luzula campestris*), ostřice srstnatá (*Carex hirta*), protěž bažinná (*Gnaphalium uliginosum*), kmín kořený (*Carum carvi*), bedrník obecný (*Pimpinella saxifraga*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*) a jitrocel kopinatý (*Plantago lanceolata*). Rovněž se zde

začaly objevovat druhy ruderální, např. již zmiňovaný ječmen hřívnatý (*Hordeum jubatum*), trojštět žlutavý (*Trisetum flavescens*) a pýr plazivý (*Elytrigia repens*).

Tab. 2: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na změnu počtu rostlinných druhů na přenesených drnech I.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	577,241	39,567	<0,001
Vliv proměnné „čas“	8	110,042	12,355	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	32,018	6,922	<0,001

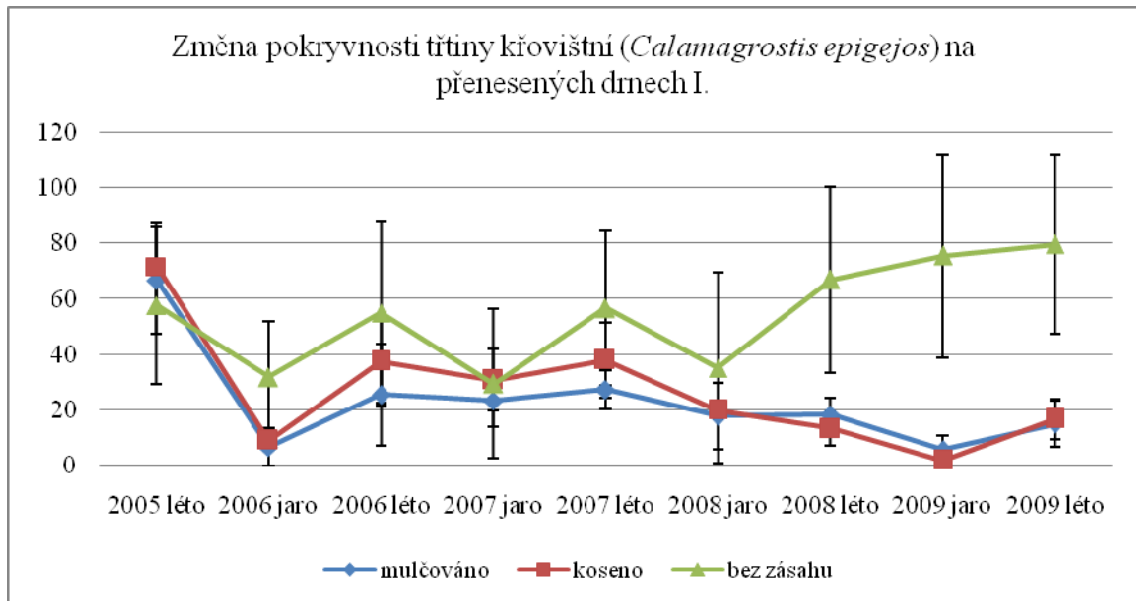


Obr. 11. Graf znázorňující změny v počtu druhů nalezených na přenesených drnech I. v průběhu pěti let pozorování.

Jak je patrné již z předchozích diagramů (obr. 8 a 9), prováděné zásahy (kosení a kosení s mulčováním) na přenesených drnech měly signifikantní vliv (tab. 3) zejména na snížení pokryvnosti třtiny křovištní. Pokryvnost třtiny se od prvního roku sledování do srpna roku 2009 snížila o téměř 50% (obr. 12). Mezi oběma zásahy však není patrný rozdíl. Během prvních 3 let hodnoty pokryvnosti v rámci sezón u všech tří druhů managementu kolísaly, v posledních 2 letech pozorování vykazovala pokryvnost třtiny na kosených a mulčovaných plochách klesající trend, oproti plochám nekoseným, kde se pokryvnost třtiny oproti počátečnímu stavu dokonce mírně zvýšila.

Tab. 3: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na pokryvnost třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) na přenesených drnech I.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	18939,797	9,221	<0,001
Vliv proměnné „čas“	8	3481,069	15,998	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	1568,706	13,015	<0,001



Obr. 12. Graf znázorňující změny pokryvnosti třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) na přenesených drnech I. v průběhu pěti let pozorování.

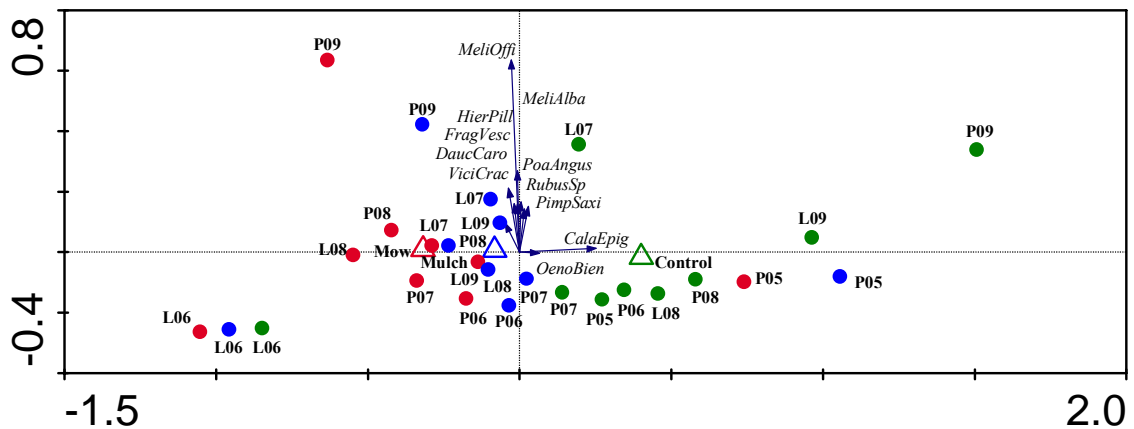
3.1.2 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů I.

Analogicky srovnávám vlivy jednotlivých zásahů (koseno, koseno a mulčováno, nekoseno) na vývoj i v okolí přenesených drnů, ale především mne zajímá šíření lučních druhů z přenesených drnů na okolní výsypku.

Na počátku sledování (r. 2005) byla vegetace určena především dominancí třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*), (obr. 13). V podrostu se vyskytovalo v nepatrných pokryvnostech (0,02% - 5%) několik dalších druhů, např. řebříček obecný (*Achillea millefolium*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), chrpa porýnská (*Centaurea stoebe*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), mrkev obecná (*Daucus carota*), jahodník obecný (*Fragaria vesca*), svízel povázka (*Galium mollugo*), jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), kopretina bílá (*Leucanthemum vulgare*) a pupalka dvouletá (*Oenothera biennis*).

Diferenciace ploch kosených, kosených a mulčovaných od ploch nekosených probíhala v okolí přenesených drnů není tak výrazná, jako v případě samotných přenesených drnů. Nicméně i zde můžeme vidět trend obou typů kosených ploch, směřující k lučnímu společenstvu, zatímco plochy bez zásahu jsou určeny porostem

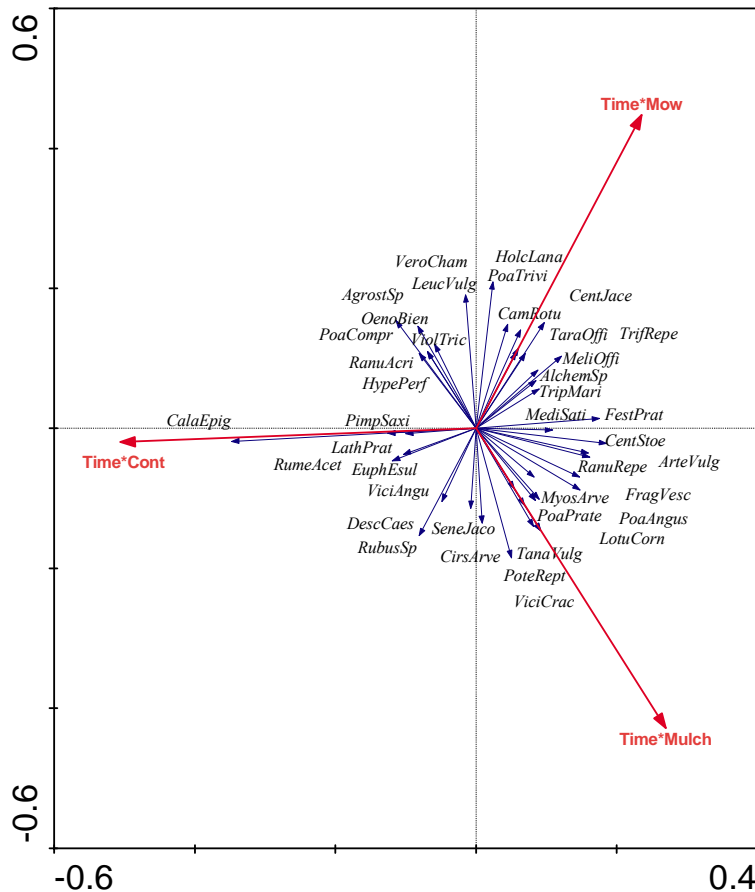
třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a pupalky dvouleté (*Oenothera biennis*), (obr. 13).



Obr. 13: Ordinační diagram PCA znázorňující rozmístění fytocenologických snímků a charakteristických druhů v průběhu sledování (2005 – 2009) v okolí přenesených drnů na výsypce. Vysv.: symbol Δ znázorňuje průměrné umístění snímků určitého managementu; Mulch = koseno + mulčováno, ozn. modře; Mow = koseno, ozn. červeně; Control = bez zásahu, ozn. zeleně; L+ označení roku = červenový snímek daného roku; P + označení roku = srpnový snímek daného roku)

Lineární metoda (RDA) analýzy dat dokázala, že pět let provádění zásahů (koseno, koseno s mulčováním a nekoseno) mělo statisticky průkazný vliv na druhové složení vegetace (RDA: $p = 0,002$; $F = 4,958$) i na plochách v okolí přenesených drnů. Odpovědi druhů, které nejlépe korelují s ordinačními osami, na jednotlivé druhy zásahů, jsou zobrazeny na obr. 14. Na plochách s bezzásahovým režimem, jak již bylo zmíněno výše, nadále převládá třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), v podrostu se šťovíkem kyselým (*Rumex acetosa*), pryšcem obecným (*Euphorbia esula*), bedrníkem obecným (*Pimpinella saxifraga*) a hrachorem lučním (*Lathyrus pratensis*).

S ordinační osou kosených ploch nejlépe koreluje např. zvonek okrouhlostý (*Campanula rotundifolia*), chrpa luční (*Centaurea jacea*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), lipnice obecná (*Poa trivialis*), kontryhel (*Alchemilla* sp.), medyněk vlnatý (*Holcus lanatus*) a komonice (*Melilotus* sp.). S ordinační osou ploch kosených a mulčovaných nejlépe koreluje např. vikev ptačí (*Vicia craca*), mochna plazivá (*Potentilla reptans*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), pryskyřník plazivý (*Ranunculus repens*), lipnice luční (*Poa pratensis*), pomněnka rolní (*Myosotis arvensis*), lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*) a štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*).



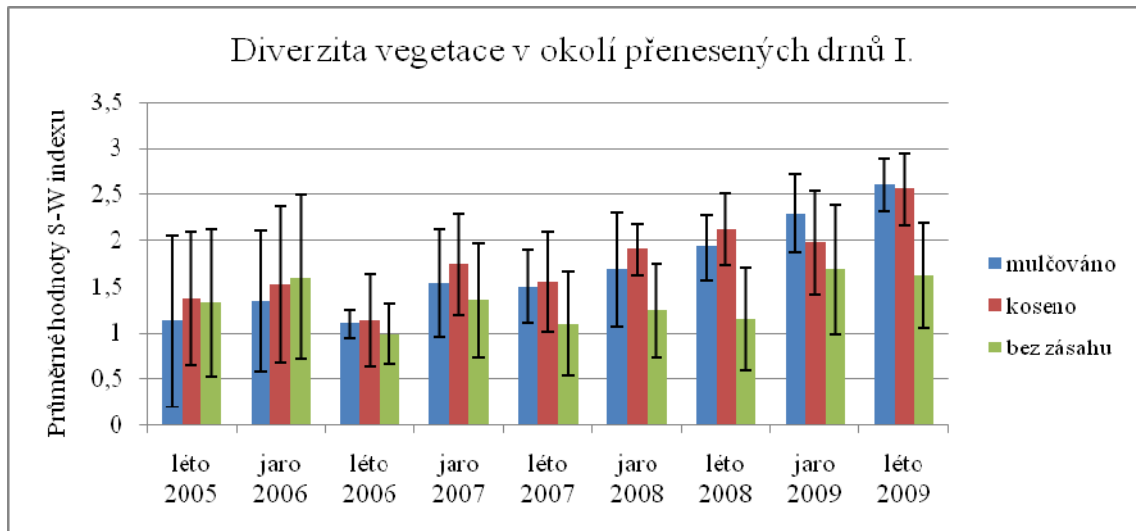
Obr. 14. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď vybraných druhů na odlišný druh zásahu na výsypce v okolí přenesených drnů po pěti letech pozorování. Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Cont = bez zásahu.

Celková pokryvnost vegetace v okolí přenesených drnů je ve srovnání s pokryvností na přenesených drnech stále nízká. Pouze plochy v bezprostřední blízkosti přenesených drnů jsou téměř celé porostlé a rozvíjející se druhy bylin i trav vytvářejí mnoho drobných subpopulací, které se rok od roku zvětšují.

Diverzita rostlinného společenstva (obr. 15), vyjádřena Shannon-Wienerovým indexem, se na nekosených plochách za pět let pozorování téměř nezměnila, zatímco na plochách kosených i mulčovaných se diverzita vegetace zvýšila o více než 50%. Rozdíl v diverzitě vegetace mezi kosením a mulčováním není příliš patrný.

Tab. 4: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na změnu diverzity vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů I.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	2,741	7,618	0,010
Vliv proměnné „čas“	8	2,368	4,392	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	0,349	2,603	0,003

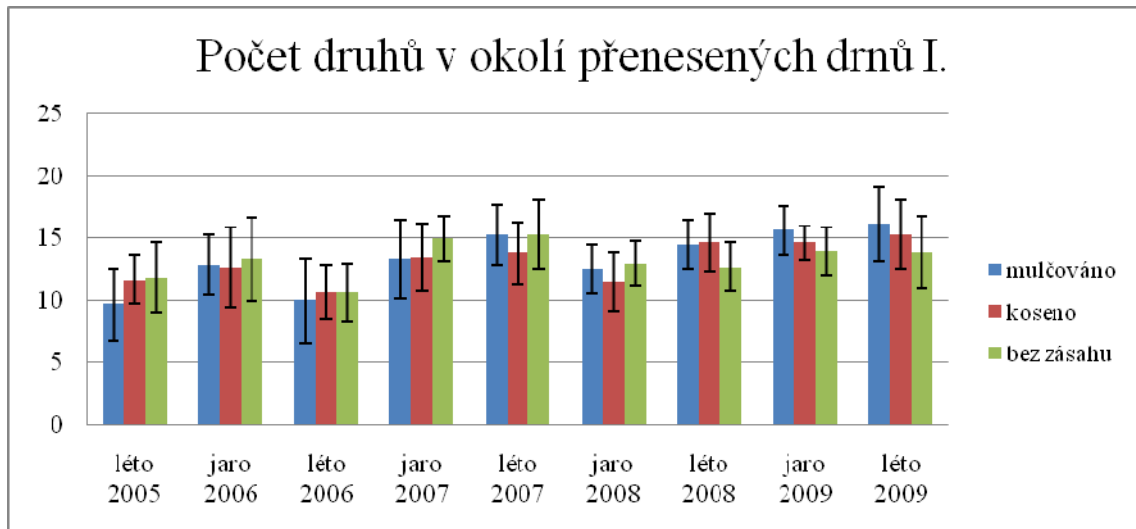


Obr. 15. Změny ve vegetaci v okolí přenesených drnů I. s odlišným druhem zásahů v průběhu pěti let sledování vyjádřeny Shannon-Wienerovým indexem.

V roce 2005 jsem na všech sledovaných plochách na výsypce v okolí přenesených drnů zaznamenala celkem 40 druhů, z toho 21 druhů ruderálních, zatímco na konci dosavadního sledování, v srpnu v roce 2009, jsem zaznamenala celkem 42 druhů, z toho 17 druhů ruderálních (dle Chytrý & Tichý, 2003). Nárůst počtu nových druhů v okolí přenesených drnů tedy není, oproti přeneseným drnům, významný (tab. 5). Lze konstatovat, že pozitivní vliv na uchycování nových druhů má, oproti samotným přeneseným drnům (obr. 11), mulčování. Nejméně druhů se vyskytuje na plochách bez zásahu (obr. 16).

Tab. 5: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na změnu počtu rostlinných druhů na výsypce v okolí přenesených drnů I.

	df	MS	F	p-level
Vliv proměnné „zásah“	2	8,851	0,047	0,955
Vliv proměnné „čas“	8	5,795	8,886	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	4,259	1,261	0,243

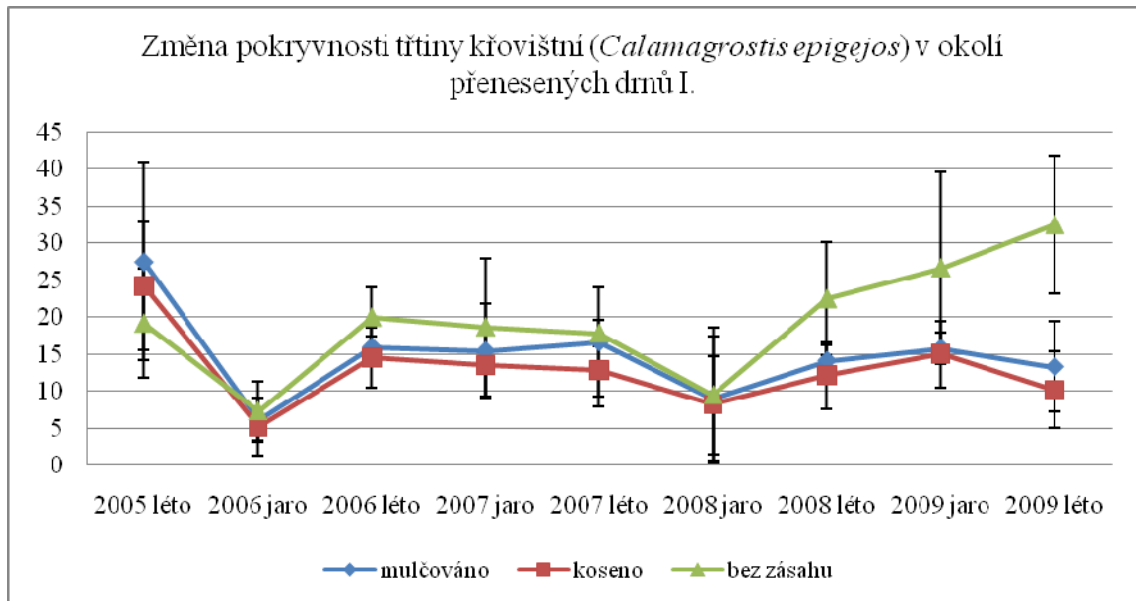


Obr. 16. Graf znázorňující změnu v počtu druhů nalezených na výsypce v okolí př. drnů I. v průběhu pěti let pozorování.

Z výše uvedených ordinačních diagramů (obr. 13 a 14) lze vidět vliv zavedeného managementu na potlačování třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) i v okolí přenesených drnů. Během prvních 6 fytoecologických snímkování nebyl patrný rozdíl mezi vlivy jednotlivých zásahů (tj. kosením, kosením s mulčováním, a bez zásahu) na snižování pokryvnosti třtiny křovištní patrný (obr. 10). Podobně jako na přenesených drnech byl i zde během posledních tří sledování zjištěn pozvolný nárůst pokryvnosti u třtiny na nekosených plochách, zatímco na kosených plochách byla hodnota pokryvnosti třtiny víceméně stále stejně nízká, přesto však téměř o 50% nižší než na počátku experimentu.

Tab. 6: Vliv prováděných zásahů v průběhu pěti let pozorování na pokryvnost třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) na výsypce v okolí přenesených drnů I.

	df	MS	F	p-level
Vliv proměnné „zásah“	2	792,519	11,990	0,002
Vliv proměnné „čas“	8	381,722	6,063	<0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	16	115,873	4,971	<0,001



Obr. 17. Graf znázorňující změnu pokryvnosti třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) v okolí přenesených drnů I. v průběhu pěti let pozorování.

3.2 Pokus s přenosem drnů II. (2007 – 2009)

Po zopakování přenosu svrchních vrstev půdy s drny jsem získala příležitost pozorovat vyvíjející se vegetaci od samého začátku pokusu, protože tyto údaje z prvního pokusu přenosu svrchních vrstev půdy s drny nejsou k dispozici. Opět jsem sledovala vliv prováděných zásahů (koseno, koseno s mulčováním, a bez zásahu) na změny ve vegetaci na samotných přenesených drnech a analogicky i na plochách na výsypce v okolí přenesených drnů. Dále jsem srovnávala rozdíly ve vegetaci mezi celistvými (ozn. „1/1“) a čtvcennými (ozn. „1/4“) přenesenými drny a jejich okolím.

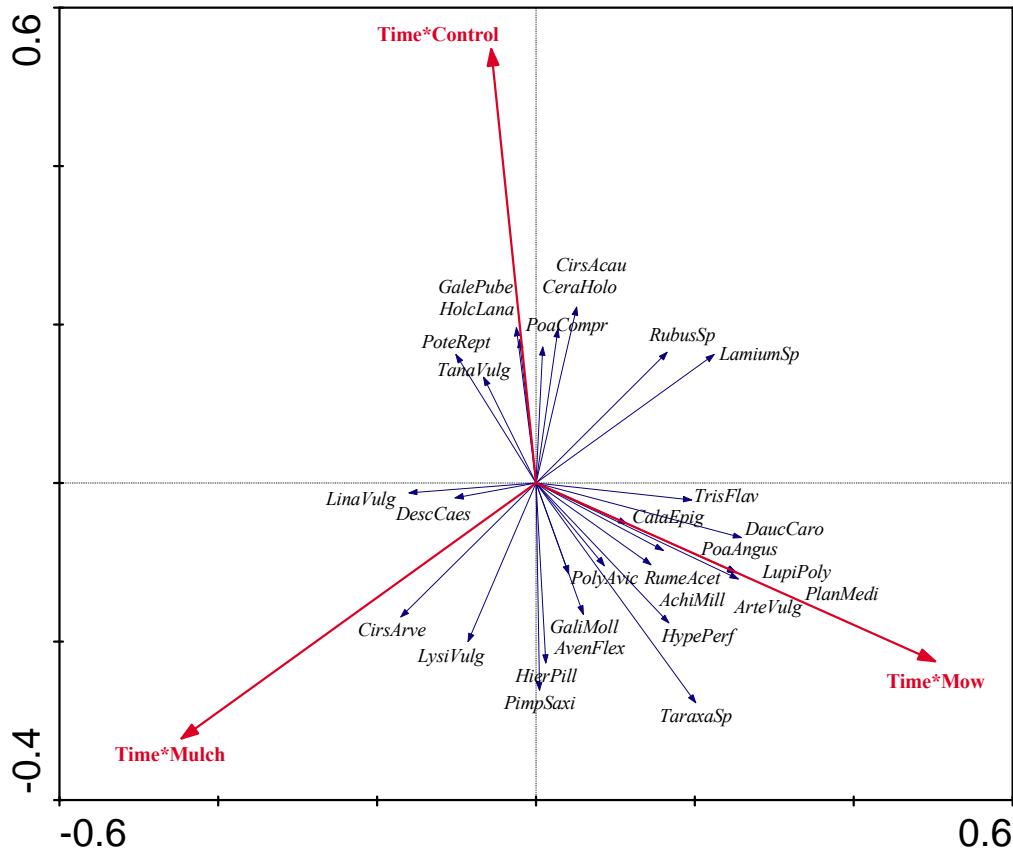
3.2.1 Vliv managementu na skladbu a rozvoj vegetace na obou typech přenesených drnů II. a v jejich okolí

Za pouhé dva roky sledování bylo zjištěno, že jediný patrný rozdíl mezi zásahy na všech pokusných plochách je bezzásahový management, což mohu konstatovat na základě pozorování v terénu, nicméně statistické analýzy tomu zatím moc nenasvědčují (tab. 7). Grafické znázornění odpovědi druhů ze všech 4 typů pokusných ploch (tj. přenesené drny 1/1 a 1/4, okolí přenesených drnů 1/1 a 1/4), které nejlépe vysvětlují zjištěnou variabilitu dat, je na obr. 18, 19, 20 a 21.

Tab. 7. : Porovnání výsledků analýzy (RDA) vlivu managementu na vegetaci na přenesených drnech II po dvou vegetačních sezónách.

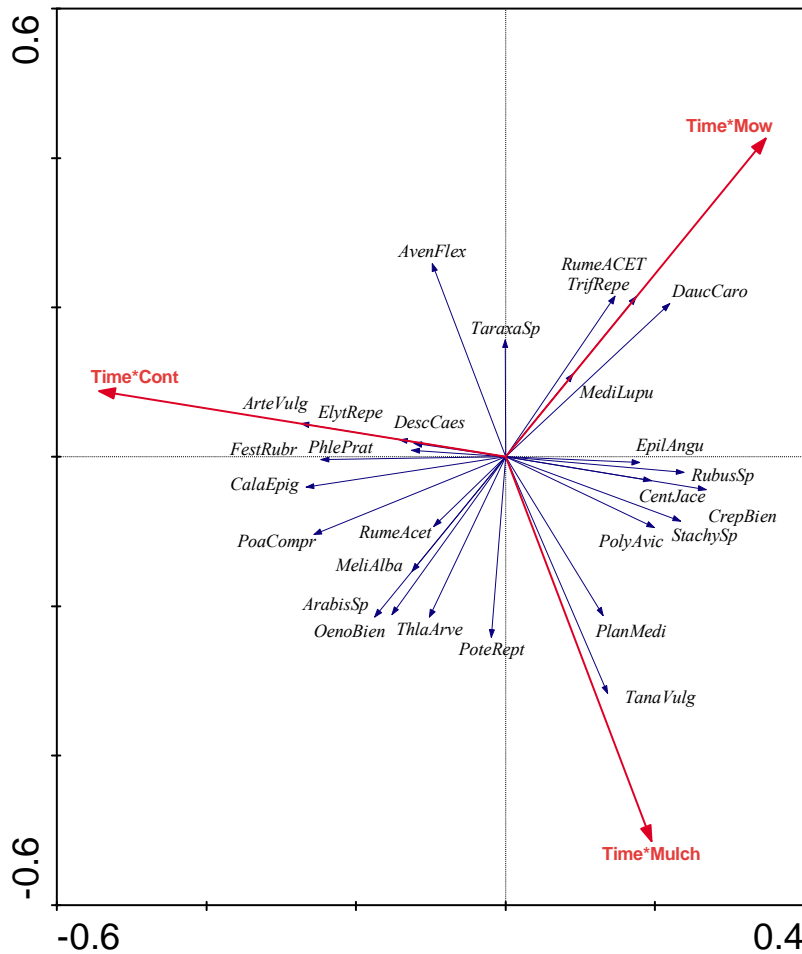
RDA	Přenesené „1/1“ drny II.	Okolí přenesených „1/1“ drnů II.	Přenesené „1/4“ drny II.	Okolí přenesených „1/4“ drnů II.
p	0,968	0,200	0,754	0,632
F	0,330	1,558	0,644	0,598

Nekosené plochy na celistvých přenesených drnech mají vyšší pokryvnost, např. medýnku vlnatého (*Holcus lanatus*), lipnice smáčknuté (*Poa compressa*), mochny plazivé (*Potentilla reptans*), konopice pýřité (*Galeopsis pubescens*), rožce obecného (*Cerastium holosteoides*), vratiče obecného (*Tanacetum vulgare*) a pcháče bezlodyžného (*Cirsium acaule*), (obr. 18).



Obr. 18. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď druhů na odlišný druh zásahu na přenesených drnech II. „1/1“ po dvou vegetačních sezónách. Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Control = bez zásahu.

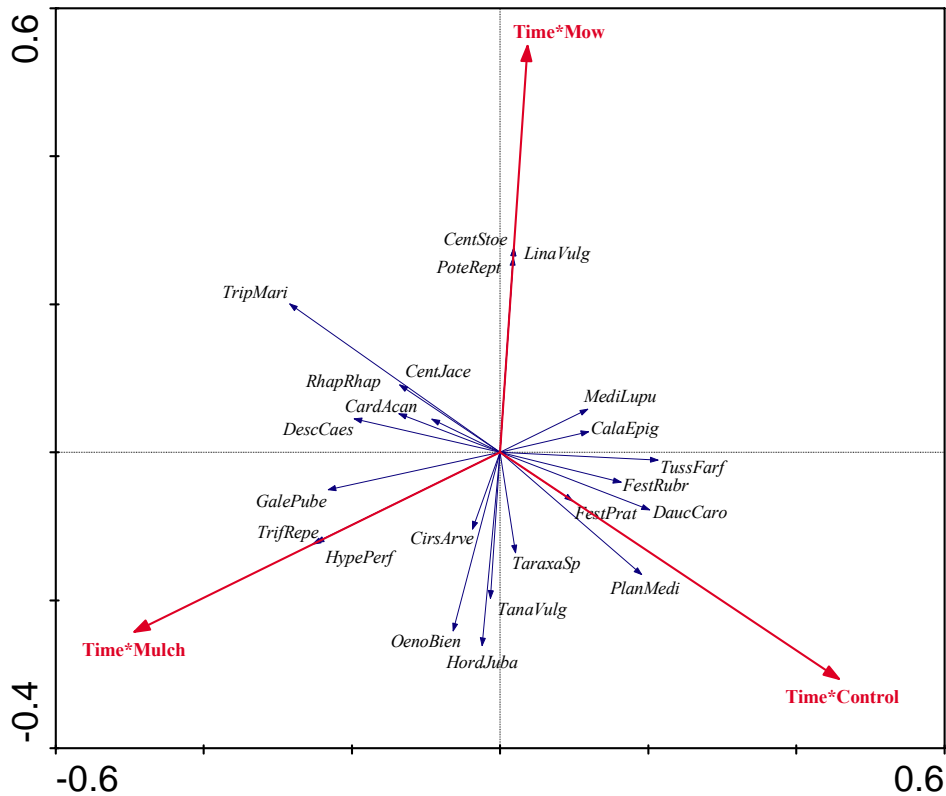
Další rostlinné druhy, které se podařilo přenést s celistvými drny a které nejlépe korelují s mulčováním je např. metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), pcháč oset (*Cirsium arvense*), vrbina obecná (*Lysimachia vulgaris*) a lnice květel (*Linaria vulgaris*). S kosením na celistvých přenesených drnech jsou pozitivně korelované např. metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*), šťovík menší (*Rumex acetosella*), svízel povázka (*Galium mollugo*), třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*), pampeliška (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), pelyněk černobýl (*Artemisia vulgaris*), jitrocel prostřední (*Plantago media*), lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*), ale i třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*).



Obr. 19. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď druhů na odlišný druh zásahu na přenesených drnech II. „1/4“ po dvou vegetačních sezónách. (Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Cont = bez zásahu)

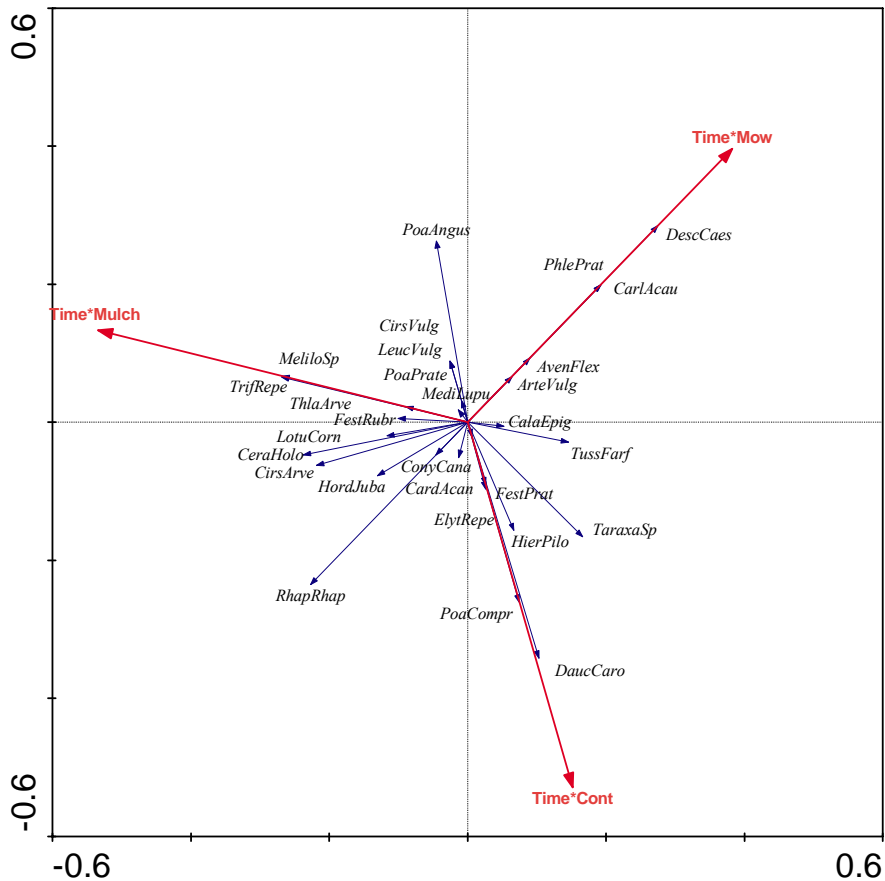
Ačkoliv je pokryvnost vegetace na plochách se čtvrcenými přenesenými drny II. nižší, než je tomu na celistvých přenesených drnech, podařilo se i v tomto případě přenést poměrně mnoho druhů (obr. 19), např.: metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*), mochnu plazivou (*Potentilla reptans*), šťovík kyselý (*Rumex acetosa*), šťovík menší (*Rumex acetosella*), čistic (*Stachys* sp.), rdesno ptačí (*Polygonum aviculare*), jitrocel prostřední (*Plantago media*), chrpu luční (*Centaurea jacea*) a jetel plazivý (*Trifolium repens*).

Řada přenesených druhů, především trav, však v tomto případě koreluje právě s bezzásahovým režimem, např. kostřava červená (*Festuca rubra*), lipnice smáčknutá (*Poa compressa*), metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a pýr plazivý (*Elytrigia repens*). Objevuje se zde však i třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*).



Obr. 20. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď druhů na odlišný druh zásahu na výsypce v okolí přenesených drnů II. „1/1“ po dvou vegetačních sezónách. (Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Cont = bez zásahu)

Pokryvnost vegetace na plochách v okolí celistvých přenesených drnů II. je velice nízká a druhů se tu vyskytuje také velmi málo. Z ordinačního diagramu RDA (obr. 20) však můžeme vidět, že se na tyto plochy šíří druhy z přenesených drnů. S kosením ude koreluje např. mochna plazivá (*Potentilla reptans*), chrpa porýnská (*Centaurea stoebe*) a lnice květel (*Linaria vulgaris*). S kosením mulčováním korelují např. jetel plazivý (*Trifolium repens*), konopice pýřitá (*Galeopsis pubescens*) a třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*). Na bezzásadových plochách se nejlépe vyvíjejí např. kostřava červená (*Festuca rubra*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), mrkev obecná (*Daucus carota*) a jitrocel prostřední (*Plantago media*). Metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*) se vyskytuje spíše na kosených plochách než na nekosených.

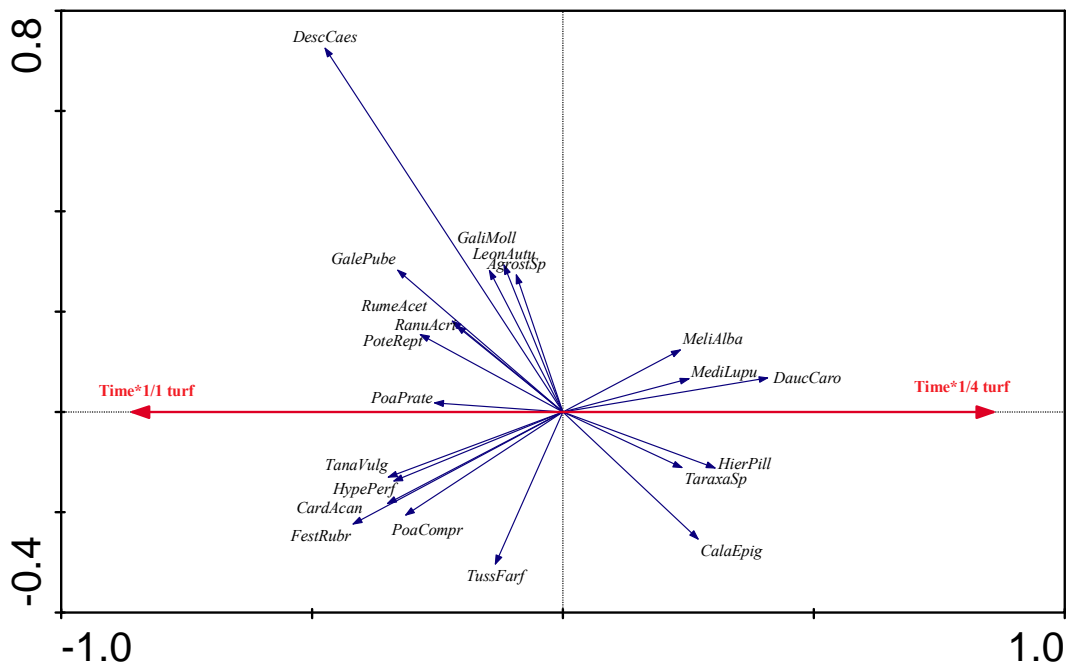


Obr. 21. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď druhů na odlišný druh zásahu na výsypce v okolí přenesených drnů II. „1/4“ po dvou vegetačních sezónách. (Vysv.: Mow = koseno; Mulch = koseno + mulčováno; Cont = bez zásahu)

Vegetace na plochách v okolí čtvrcených přenesených drnů II. je ze všech ploch v rámci pokusu s přenosem drnů II. druhově i pokryvnostně nejchudší. Když se však podíváme na ordinační diagram RDA (obr. 21) můžeme vidět, že i zde najdeme, byť ve velice skromných pokryvnostech, druhy pocházející ze zdrojové louky, a sice kopretinu bílou (*Leucanthemum vulgare*), lipnici úzkolistou (*Poa angustifolia*), bojínek luční (*Phleum pratense*), metličku křivolakou (*Avenella flexuosa*), kostřavu luční (*Festuca pratensis*), pýr plazivý (*Elytrigia repens*), kostřavu červenou (*Festuca rubra*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), rožec obecný (*Cerastium holosteoides*), lipnici smáčknutou (*Poa compressa*) a lipnici luční (*Poa pratensis*).

3.2.2 Rozdíl mezi celými přenesenými drny a čtvrcenými přenesenými drny

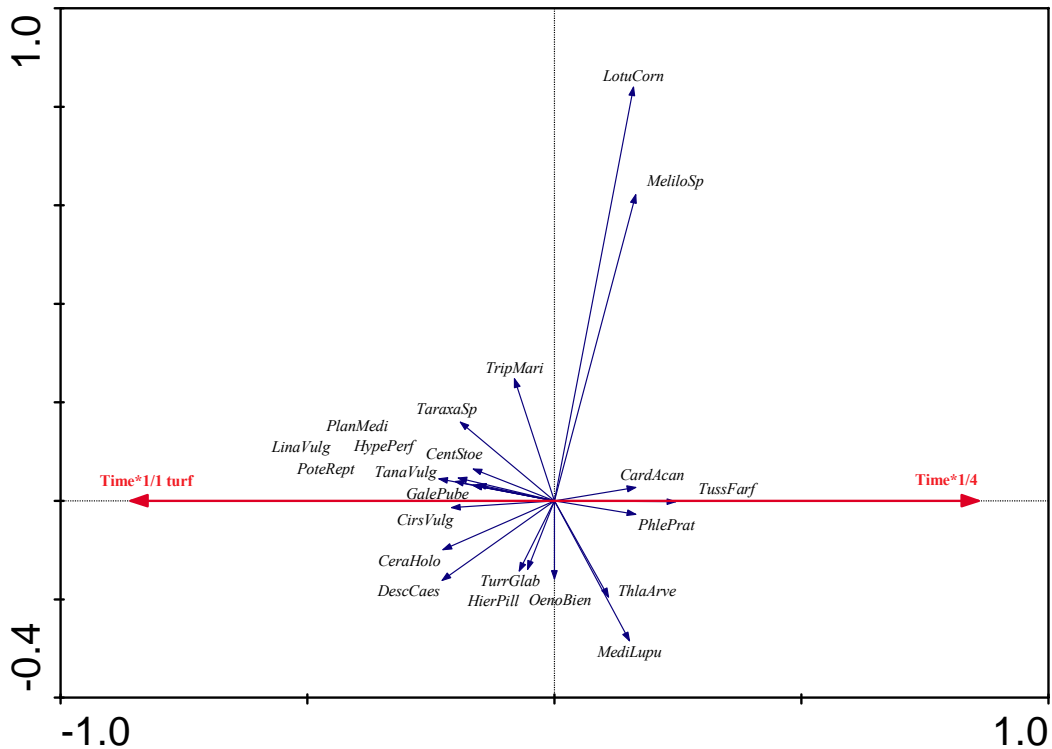
Rozdíl mezi celistvými přenesenými drny II. a čtvrcenými přenesenými drny II. je statisticky významný (RDA: $p = 0,002$; $F = 17,481$) a z ordinačního diagramu (obr. 22) vyplývá, že celistvé přenesené drny mají vyšší zastoupení druhů i vyšší pokryvnost, než je tomu u čtvrcených drnů. Na čtvrcených plochách se vyskytují převážně ruderalní druhy, pocházející z okolní výsypky, např. komonice bílá (*Melilotus alba*), tolice dětelová (*Medicago lupulina*), jestřábník chlupáček (*Hieracium pilosella*), mrkev obecná (*Daucus carota*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*).



Obr. 22. Ordinační diagram RDA znázorňující rozdíl ve složení vegetace na přenesených drnech II. „1/1“ a „1/4“ po dvou vegetačních sezónách. Zobrazeny jsou druhy, které nejlépe korelují s ordinačními osami.

Na celistvých přenesených drnech nalezneme spíše např. lipnici luční (*Poa pratensis*), pryskyřník prudký (*Ranunculus acris*), konopici pýřitou (*Galeopsis pubescens*), mochnu plazivou (*Potentilla reptans*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*) a třezalku tečkovanou (*Hypericum perforatum*).

Výsledek ordinační analýzy RDA vyvrátil hypotézu, že není rozdíl mezi okolím přenesených celistvých drnů a okolím drnů čtvrtinových ($p = 0,04$; $F = 3,795$). Diagram, znázorňující odpověď druhů, které nejlépe korelují z ordinačními osami je na obr. 23.



Obr. 23. Ordinační diagram RDA znázorňující rozdíl ve složení vegetace v okolí přenesených drnů II. „1/1“ a „1/4“ po dvou vegetačních sezónách. Zobrazeny jsou druhy, které nejlépe koreluje s ordinačními osami.

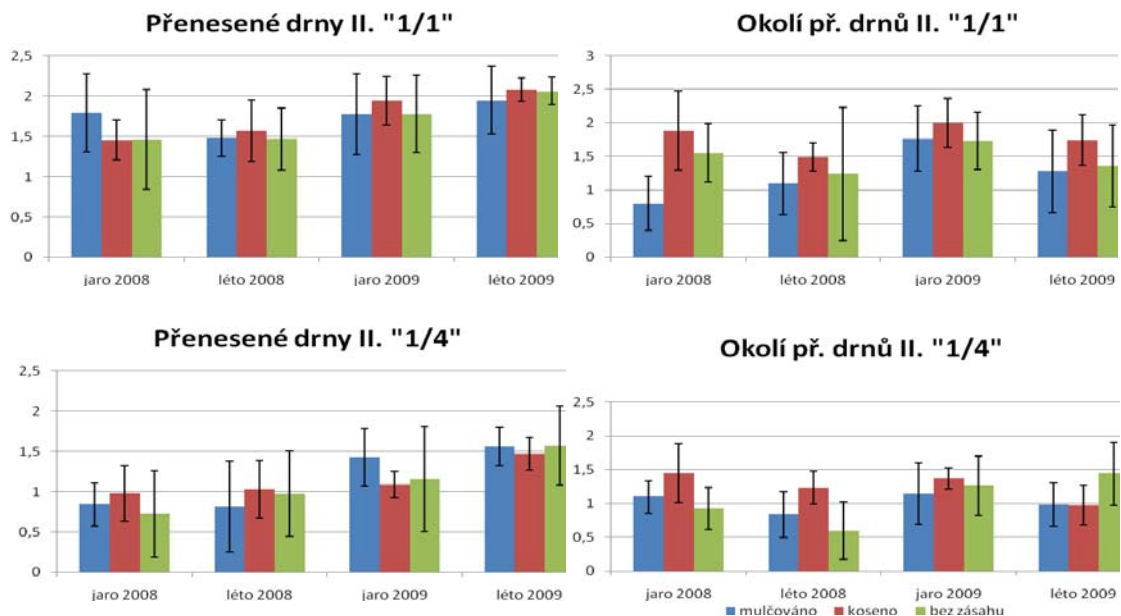
V okolí celistvých drnů se nejvíce vyskytuje např. konopice pýřitá (*Galeopsis pubescens*), pcháč obecný (*Cirsium vulgare*), vratič obecný (*Tanacetum vulgare*), chrpa porýnská (*Centaurea stoebe*) a třezalka tečkovaná (*Hypericum perforatum*). S výskytem v okolí čtvrcených drnů nejlépe koreluje podběl léčivý (*Tussilago farfara*), bojínek luční (*Phleum pratense*) a bodlák obecný (*Carduus acanthoides*). Na těchto plochách je zatím stále vyšší podíl ruderálních druhů než je tomu na plochách před celistvými přenesenými drny.

Na všech pozorovaných plochách (tedy na obou variantách přenesených drnů II. a jejich okolí) byl během dvou let pozorování zaznamenán mírný nárůst druhů i nepatrná změna ve složení vegetace. Toto lze demonstrovat na obr. 24 - 27, kde jsem pomocí Shannon-Wienerova indexu vyjádřila změnu diverzity vegetace. Nejvyšší diverzita je na celistvých přenesených drnech II., diverzita ostatních ploch je víceméně stejně nízká, přičemž nejvíce vzrostla diverzita vegetace na čtvrcených přenesených drnech. Statisticky průkazně zde vystupuje v případě celistvých přenesených drnů vliv proměnné „čas“, to samé lze pozorovat v případě dat z okolí přenesených čtvrcených drnů (tab. 8). Vliv proměnné „zásah“ vyšel průkazně pouze v případě dat z okolí

přenesených celistvých drnů, avšak této hodnotě jsou nejbližší data z okolí přenesených čtvrcených drnů.

Tab. 8. : Porovnání výsledků statistické analýzy vlivu managementu na diverzitu vegetace na přenesených drnech II. po dvou vegetačních sezónách.

S.-W. index - drny II. 1/1	df	MS	F	p-level
Vliv proměnné „zásah“	2	0,022	0,139	0,873
Vliv proměnné „čas“	3	0,706	4,608	0,032
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	6	0,065	1,572	0,212
S.-W. index - okolí drnů II. 1/1				
Vliv proměnné „zásah“	2	1,190	6,749	0,029
Vliv proměnné „čas“	3	0,535	1,775	0,222
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	6	0,206	1,074	0,414
S.-W. index - drny II. 1/4				
Vliv proměnné „zásah“	2	0,013	0,085	0,919
Vliv proměnné „čas“	3	1,161	6,752	0,011
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	6	0,080	1,136	0,382
S.-W. index - okolí drnů II. 1/4				
Vliv proměnné „zásah“	2	0,240	2,083	0,206
Vliv proměnné „čas“	3	0,299	2,265	0,150
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	6	0,250	1,396	0,269

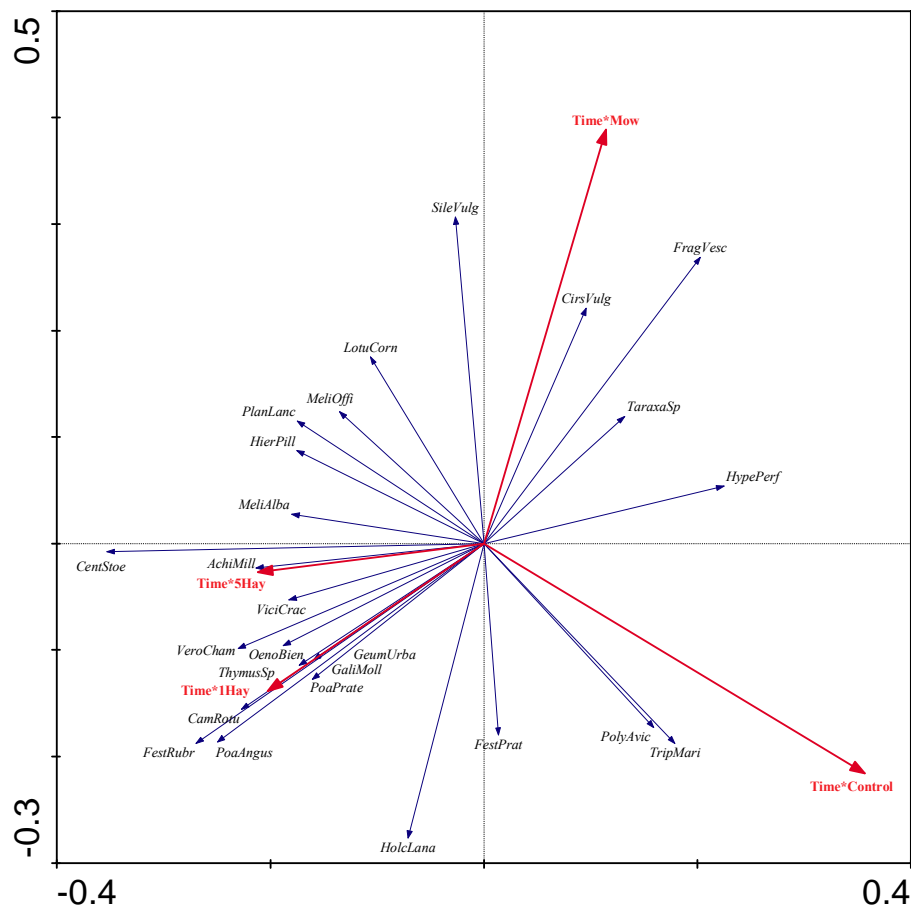


Obr. 24 – 27. Rozdíly v diverzitě vegetace na přenesených drnech II. i v jejich okolí (obě varianty - 1/1 i 1/4) vyjádřeny pomocí Shannon-Wienerova indexu.

3.3 Pokus s přenosem rostlinného materiálu (2007 – 2009)

Na jednu část ploch kosené nerektifikované výsypky jsem dvakrát ročně aplikovala čerstvý rostlinný materiál, na druhou část ploch jsem jej aplikovala pouze jednou (při založení tohoto pokusu), část ploch zůstala pouze kosená a část ploch sloužila jako kontrola, tj. zůstala bez aplikace sena a nepokosená.

Na základě dosažených výsledků přímé gradientové analýzy (RDA: $p = 0,008$; $F = 2.116$) jsem ověřila, že druhová skladba vegetace se i po pouhých dvou letech signifikantně liší vlivem použitých zásahů. Druhy, které nejlépe korelují s ordinačními osami jsou zobrazeny na obr. 28. Největší rozdíl lze vidět mezi plochami s dodávaným rostlinným materiálem a plochami bez něj. Liší se však mezi sebou i nekosená výsypka s pouze kosenou výsypkou bez dodání rostlinného materiálu.



Obr. 28. Ordinační diagram RDA znázorňující odpověď druhů na rozdílnou aplikaci sena na výsypce. Vysv.: 1xHay = 1x apl.seno; 5xHay = 5x apl.seno; Mow = pouze kosená výsypka; Control = výsypka bez zásahu.

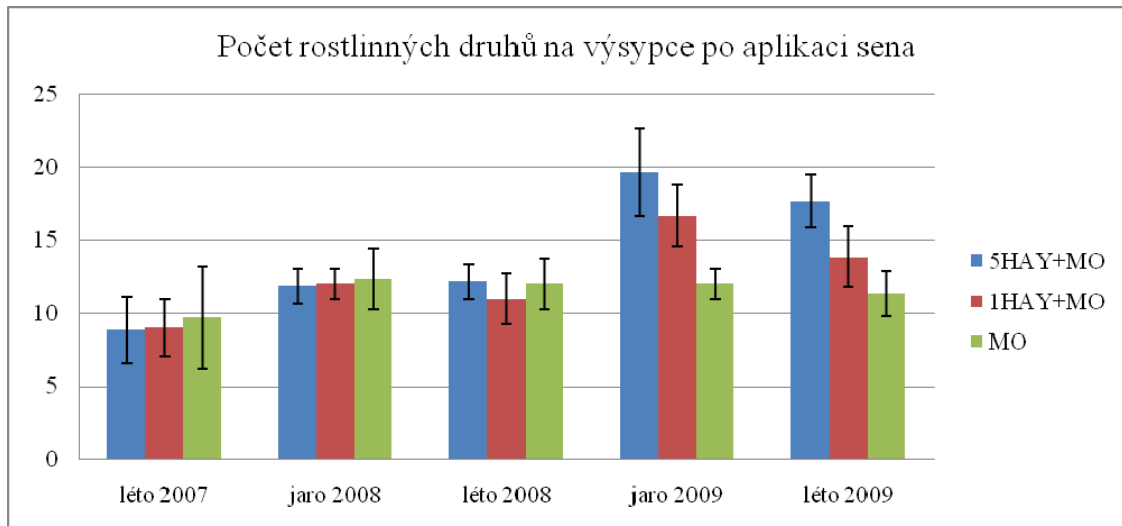
Třtina křovištní má na všech plochách stále přibližně stejnou pokryvnost, proto nebyla v grafické analýze zahrnuta mezi druhy, které nejlépe korelují s danými osami.

S pouze kosenými plochami korelují druhy, které zde byly v nepatrných pokryvnostech zaznamenány již na počátku sledování, např. jahodník obecný (*Fragaria vesca*), pampeliška (*Taraxacum* sect. *Ruderalia*), pcháč obecný (*Cirsium vulgare*). S ordinačními osami, které znázorňují plochy s pětinasobným dodáváním rostlinného materiálu, nejlépe korelují např. řebříček obecný (*Achillea millefolium*), vikev ptačí (*Vicia cracca*) a chrpa porýnská (*Centaurea stoebe*). Na plochách s jednorázovým dodáním rostlinného materiálu se hojněji vyskytuje např. rozrazil rezekvítek (*Veronica chamaedrys*), mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), lipnice luční (*Poa pratensis*), kostřava červená (*Festuca rubra*), lipnice úzkolistá (*Poa angustifolia*), svízel povázka (*Galium mollugo*) a kuklík městský (*Geum urbanum*). Rozdíl mezi oběma typy ploch s dodáváním rostlinného materiálu však není příliš výrazný.

Zaznamenala jsem výskyt několika nových druhů, pocházejících ze zdrojové louky – hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*) a mařinka barvířská (*Asperula tinctoria*). U dvou druhů si nemohu být jistá, zda byly přeneseny z louky nebo se sem dostaly z blízkých přenesených drnů I. a sice rozchodník nachový (*Hylotelephium telephium*) a zvonek okrouhlostý (*Campanula rotundifolia*). Rovněž přenos trav ze zdrojové louky na výsypku se zatím nepodařilo prokázat. Počet zaznamenaných druhů na všech plochách se v průběhu sledování nepatrně zvyšoval, během posledních 2 snímkování nedošlo k výrazným změnám v počtech druhů (obr. 29). Na kontrolních plochách na výsypce nedošlo k žádným změnám (pozn. záměrně kvůli přehlednosti grafu neuvádím). Nejvíce druhů bylo zaznamenáno v případě kosené výsypky s dodáváním sena 2x ročně.

Tab. 9.: Porovnání výsledků analýzy vlivu managementu na počet rostlinných druhů na rozdílnou aplikaci sena na výsypce.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	18,675	9,000	0,033
Vliv proměnné „čas“	4	81,360	16,143	0,001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	8	14,258	5,493	0,002

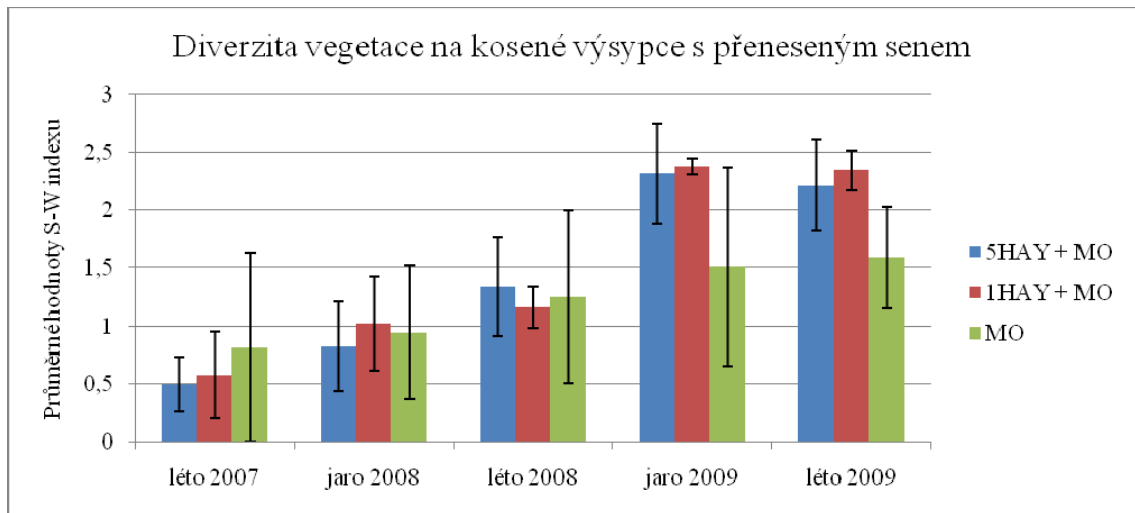


Obr. 29. Rozdíl v počtech druhů na plochách na nerekulitované výsypce s přeneseným senem. Výsv. 1HAY = 1x apl. rostl. mat; 5HAY = 5x apl. rostl. mat; MO = pouze kosená výsypka.

Hodnoty Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity ukazují, jak se za krátkou dobu změnilo rostlinné společenstvo následkem dodávání rostlinného materiálu se semeny. Výsledný graf (obr. 30) i výsledek statistické analýzy (tab. 9) ukazuje, že druhová diverzita se nepatrně zvýšila i na plochách pouze kosených (pozn. záměrně kvůli přehlednosti grafu neuvádím kontrolní plochy na výsypce, které se v průběhu dvou let sledování nezměnily). Nejvyšší průměrné hodnoty indexu vykazují plochy s dodáváním sena, a to s velmi podobnými výsledky u obou variant dodávání sena.

Tab. 9. : Porovnání výsledků analýzy vlivu managementu na změnu diverzity vegetace na rozdílnou aplikaci sena na výsypce.

	df	MS	F	p
Vliv proměnné „zásah“	2	0,327	0,843	0,495
Vliv proměnné „čas“	4	4,593	55,306	<0,0001
Vliv kombinace „zásah“ a „čas“	8	0,283	1,714	0,171



Obr. 30. Rozdíly ve vegetaci na kosené výsypce po/bez dodání lučního sena vyjádřeny Shannon-Wienerovým indexem. Vysv.: 1HAY = 1x apl. rostl. mat; 5HAY = 5x apl. rostl. mat; MO = pouze kosená výsypka.

Diskuze

4.1 Metoda přenosu „celistvých“ drnů (I.)

4.1.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech (I.) 10 – 15 let od přenosu

Zde uváděný pokus přenesení drnů spolu s vrchní vrstvou půdy na mladou nerektivovanou výsypku vznikl v roce 1995. Od začátku pokusu nebylo s přenesenými drny ani jejich blízkým okolím (cca 30m) manipulováno (např. koseno). O stavu vegetace na přenesených drnech ani v jejich okolí na počátku pokusu bohužel nemám žádné údaje a tak se pouze domnívám, že se spolu s půdou a drny podařilo přenést vysoké procento semen a jedinců lučních druhů, pocházejících ze zdrojové louky. Usuzuji tak na základě porovnání druhů zaznamenaných v roce 2006 na zdrojové louce a druhů nalezených v průběhu pětiletého sledování na přenesených drnech, a na základě absence těchto lučních druhů na okolní výsypce (viz soupisy druhů). Moje domněnka je v souladu s jinými studiemi (např. Good & kol, 1999; Vécrin & Muller, 2003; Trueman & kol., 2007), které dokazují, že s přenesenými svrchními vrstvami půdy s drny se podařilo přenést většinu druhů z původní lokality na novou, a to různých typů lučních společenstev, ale i se závěrem druhé části této práce (viz přenesené drny II.). Tato metoda přenosu svrchních vrstev půdy spolu s drny se tedy jeví jako možný způsob obnovy vegetačního pokryvu na výsypkách a zároveň zachování společenstva, kterému by např. kvůli těžbě na původní lokalitě hrozilo zničení (Kirmer & Tischew, 2006).

Samotný přenos svrchních vrstev půdy spolu s drny by však k obnově lučního ekosystému na výsypkách nestačil. Klíčovým krokem se, dle mého názoru, jeví včasné zavedení vhodného managementu. Vycházím totiž z předpokladu, že během své 15leté existence na výsypce byly přenesené drny postupně kolonizovány druhy z okolní

výsypky. Přičemž nejvýznamnější podíl na přeměně vegetační skladby přenesených drnů měla třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*), (viz obr. 8, str. 17), která na těchto plochách, stejně jako na většině Velké podkrušnohorské výsypky, tvoří rozsáhlou monocenózu. Tato skutečnost v podstatě jen potvrzuje to, co zmiňuje řada studií, ať už zabývajících se sukcesí vegetace na výsypkách po těžbě uhlí (Felinks, 2000; Kirmer & Mahn, 2001; Prach, 2003), tak ruderálními společenstvy městských ploch, sukcesí vegetace obnažených den vodních nádrží, lučních ekosystémů (Sedláková & Fiala 2001; Kiehl & Pfadenhauer, 2007; Somodi a kol., 2008), a jiných člověkem ovlivněných stanovišť (Prach & kol., 2001; Haberreiter, 2006). Například Hodačová (2000) uvádí, že k dominanci třtiny dochází na rekultivovaných plochách přibližně kolem 30. roku od počátku rekultivace a na nerekulitovaných plochách přibližně kolem 20. roku od počátku sukcese, což by v mém případě přibližně odpovídalo době, kdy byly drny na výsypku přeneseny. Takovou širokou škálu stanovišť dokáže třtina poměrně snadno a rychle kolonizovat především díky své schopnosti laterálního růstu, produkce velkého množství lehkých semen, velkého množství podzemní i nadzemní biomasy, ale rovněž díky toleranci k výkyvům ve vodním režimu a klimatickým podmínkám (Rebele & Lehmann, 2001a; Somodi & kol., 2008).

Kompaktní porost třtiny umožňuje růst pouze takovým druhům, které jsou přizpůsobeny čelit zejména kompetici o světlo. Když jsem v roce 2005 provedla první fytoocenologické snímkování, zaznamenala jsem kromě třtiny také jiné, převážně ruderální druhy, které částečně pocházejí ze zdrojové louky, ale pravděpodobně hlavně z okolní rekultivované výsypky (např. *Tanacetum vulgare*, *Cirsium arvense*, *Rubus* sp., *Lathyrus pratensis*, *Symphytum officinale*, *Epilobium angustifolium*). Některé přenesené drny začaly pozvolna zarůstat rovněž dřevinami (např. *Crataegus* sp., *Rosa* sp., *Pyrus spinosa*), pravděpodobně pocházejících ze zdrojové louky. Tím chci naznačit, jak by se vyvíjela vegetace na přenesených drnech na výsypce, kdyby nebyl praktikován žádný management. Při absenci managementu by totiž nerekulitovaná výsypka, ačkoliv s introdukovanými drny a tedy potenciálním zdrojem semen lučních druhů, během dalších 10 – 20 let pozvolna zarostla dřevinami (Prach & kol., 2001; Rebele & Lehman, 2001b; Tischew & Kirmer, 2007). To je však v rozporu s cílem mého úmyslu – tj. vytváření lučních ekosystémů.

Předpokládám tedy, že postupným zarůstáním přenesených drnů třtinou vymizela, až na několik výjimek, většina lučních druhů z jejich nadzemní vegetace,

pravděpodobně však nevyumizela z jejich semenné banky (viz dále). Když se ale nyní podíváme na plochy kosené a mulčované, ať už na samotných přenesených drnech nebo v jejich okolí na výsypce, můžeme pozorovat výrazný rozdíl v druhové skladbě (obr. 8 a 9, str. 17 a 18) na rozdíl od počátku sledování, což vypovídá o jednoznačné odpovědi vegetace na provádění managementu. Řada studií rovněž dokazuje, že vhodný management potlačuje nežádoucí, kompetitivně silné druhy a podporuje tak rozvoj jiných druhů, zejména heliofilních (Huhta & kol., 2001; Rebele & Lehman, 2001b). V mém případě se tak, dle očekávání, podařilo za necelých 5 let poměrně úspěšně potlačit třtinu křovištní na přenesených drnech (viz obr. 12, str. 21), včetně dalších především ruderalních druhů (např. *Melilotus* sp., *Rubus* sp. a *Cirsium arvense*). Rebele a Lehman (2001b) rovněž uvádějí, že kosení ploch na výsypce dvakrát ročně významně ovlivní nejen složení společenstva, ale i další průběh sukcese.

Mou další hypotézou tedy bylo, že když se vlivem managementu podaří potlačit druhy, které blokují sukcesi, umožní to rozvoj žádoucích lučních druhů. V tomto případě mne tedy zajímalo, zdali bude semenná banka přenesených drnů po dlouhé době dominance třtiny ještě schopna regenerace.

Některé druhy, zaznamenané ve velice nízkých pokryvnostech (0,02% – 5%) na počátku sledování v roce 2005, skutečně zvýšily v průběhu sledování svou pokryvnost i densitu (např. *Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys*, *Leucanthemum vulgare*, *Poa angustifolia*, *Festuca rubra*). Jak jsem uvedla ve výsledcích, zvyšoval se i rok od roku počet nově zaznamenaných druhů. Mezi tyto nově zaznamenané druhy však patří i ty, které se na tyto plochy pravděpodobně šíří z okolní výsypky (např. *Senecio jacobea*, *Hieracium pilosella*, *Centaurea stoebe*, *Conyza canadensis*, *Daucus carota*). Vyznačují se dobrými kolonizačními vlastnostmi a na kosených plochách na přenesených drnech našly pravděpodobně velice dobré podmínky pro svůj vývoj. Některým z těchto ruderalních druhů dokonce kosení prospívá (*Daucus carota*, *Centaurea stoebe*, *Medicago lupulina*, *Tanacetum vulgare*), což zmiňují ve své studii i Rebele & Lehman (2001b). Další studie uvádějí, že kolonizace přenesených drnů ruderalními druhy je jedním z velkých problémů, se kterými je nutno počítat (Worthington & Helliwell, 1987; Park, 1989; Cullen & Wheeler, 1993; Bruelheide, 2000).

I přes tuto mírnou ruderalizaci přenesených drnů se však odvažují charakterizovat současné společenstvo vegetace na kosených přenesených drnech jako

spíše luční a soudím tak především na základě zvýšení pokryvnosti lučních druhů a jejich zastoupení ve společenstvu (*Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys*, *Leucanthemum vulgare*, *Trifolium repens*, *Plantago lanceolata*, *Pimpinella saxifraga*), zejména však trav (např. *Poa angustifolia*, *P. pratensis*, *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Phleum pratense*) a na základě zvyšování diverzity vegetace na přenesených drnech (obr. 10, str. 19). Domnívám se však, že vzhledem k celkovému počtu druhů zaznamenaných během posledních 4 fytocenologických snímkování na přenesených drnech (obr. 11, str. 20), lze očekávat, že v nejbližší době pravděpodobně nedojde k žádným výrazným změnám ve vegetaci, protože nové druhy, zejména žádané luční, již nemají odkud přicházet. Je tedy otázkou, zda se budou přenesené drny i nadále ruderalizovat, anebo zůstane současné společenstvo víceméně v podobném stavu i nadále, ovšem za předpokladu pokračování v zavedeném managementu.

Na přenesených drnech jsem však v průběhu sledování zaznamenala i druhy, které se vyskytly pouze v několika jedincích a následující rok se již neobjevily (např. *Carex hirta*, *Luzula campestris*, *Gnaphalium uliginosum*, *Convolvulus arvensis*). Podstatné je, že i tyto druhy pocházejí z původní louky. Ukazuje to tedy na skutečnost, jak dlouho dokázaly rozmnožovací jednotky těchto rostlin přežít v nepříznivých podmínkách na introdukovaných drnech na výsypce. Ačkoliv, jak jsem uvedla výše, tyto rostliny sice vyklíčily, ale již nebyly schopny dalšího růstu a zanikly. Ať už snížením biomasy třtiny či obecně ztrátou významných konkurentů tyto rostliny sice získaly více světla a živin, ale k jejich úspěšnému rozvoji chyběly pravděpodobně jiné klíčové faktory, například dostatečná vlhkost v případě protěže bažinné (*Gnaphalium uliginosum*). Řada jiných studií, které se zabývají přenosem lučních společenstev, také došla k závěru, že přenesená společenstva prochází změnou ve svém složení oproti původnímu stavu (např. Pywell & kol, 1995; Bullock, 1998; Vécrin & Muller, 2003; Antonsen & Olsson, 2005; Trueman & kol., 2007; aj.). Tyto změny ve vegetaci jsou, dle Kardola (2009), pravděpodobně mnohem více ovlivněny neshodou abiotických faktorů než biotickými vlivy, tedy výraznou roli podle něj hraje nepodobnost mezi původní a novou lokalitou. Většina autorů se shoduje na tom, že druhy, které z přeneseného společenstva vymizely, mají takové fyziologické nároky, které jim neumožní v odlišných podmínkách růst. Není však možné obecně charakterizovat takové druhy, které nejsou schopny překonat změny způsobeny přenosem na jinou lokalitu. Přežívání druhů na přenesených drnech je velmi specifická záležitost (Bullock, 1998).

Nezanedbatelným vlivem mohou být také mezisezónní výkyvy v počasí, což se nejlépe odhalí dlouhodobým sledováním (Trueman & kol., 2007).

4.1.2 Rozvoj luční vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů (I.) 10 - 15 let od přenosu

Ačkoliv mají kosené plochy na výsypce v okolí přenesených drnů i po 5 letech kosení, oproti přeneseným drnům, stále nízkou diverzitu i celkovou pokryvnost, můžeme z obr. 14 (str. 23) vidět, že řada zde rostoucích druhů pochází z přenesených drnů (např. *Fragaria vesca*, *Veronica chamaedrys*, *Galium mollugo*, *Leucanthemum vulgare*, *Vicia cracca*, *Centaurea jacea*, *Potentilla reptans*, *Poa angustifolia*, *Plantago lanceolata*, *Trifolium repens*). Jak jsem již uvedla dříve – tyto druhy jsem našla na původní louce při inventarizaci v roce 2006 a zároveň jsem nenaznamenala jejich výskyt na vzdálenější okolní výsypce (cca 70 m). Většina těchto druhů má, mimo jiné, schopnost klonálního rozmnožování (např. *Fragaria vesca*, *Galium mollugo*, *Ranunculus repens*) a snáze tak překonávají bariéry dané substrátem, nicméně hůře se šíří na delší vzdálenosti. Jiné druhy se naopak snáze šíří prostřednictvím lehkých semen, tedy především trávy (např. *Poa angustifolia*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*), které zde vytvářejí sice pouze několik drobných, avšak postupně se zvětšujících trsů.

Mnou zjištěné šíření lučních druhů z přenesených drnů na okolní výsypku je však v rozporu s konstatováním některých autorů (Kailová, 2000; Kardol & kol., 2009), kteří uvádějí, že většina rostlinných druhů z přenesených drnů se do okolí, až na několik málo výjimek, nešíří. Nicméně i v případě mého sledování bylo šíření druhů z přenesených drnů na okolní výsypku zpočátku velice omezené, způsobené pravděpodobně nevhodným substrátem na výsypce a posléze, již zmiňovanou, silnou kompeticí třtiny.

Na základě dosažených výsledků statistické analýzy (obr. 14, str. 23) sice mohu říci, že se tyto plochy za pět let provádění managementu změnily, ne však tak zásadně, jako tomu bylo na samotných přenesených drnech. Domnívám se, že je to díky ztíženým podmínkám pro vývoj semen na výsypce, např. vysoké teploty půdy, nízký obsah živin či nedostatečný obsah vody v půdě. Celková pokryvnost na kosených plochách v okolí přenesených drnů totiž dosahuje v průměru 30 %, což znamená, že je zde stále velký podíl obnažené půdy. Podle Moreno a jeho kolegů (2009) je zapotřebí minimálně 50% pokryvnosti vegetace, aby byly úspěšně regulovány biotické vlivy na

hydrologické půdní vlastnosti při obnově výsypek. Poměrně více zapojená vegetace lučních druhů, pocházejících z přenesených drnů, je tak pouze na přechodu mezi přenesenými drny a výsypkou (tyto plochy nejsou zcela zahrnuty do snímkových ploch).

Mou další hypotézou bylo, že rozvoj vegetace na výsypce v okolí přenesených drnů bude podpořen zejména na plochách mulčovaných. To se však (zatím) nepodařilo statisticky prokázat, nicméně náznak této skutečnosti lze vidět na obr. 15 a 16 (str. 24 a 25). Mulčováním se dodávají na plochy živiny a semena, ale především se pod vrstvou mulče tvoří příhodnější klima pro klíčení semen (viz dále). Bohužel, vrstva mulče je na plochách na výsypce velice řídká a z velké části ještě stále tvořena třtinou, jejíž biomasa je těžko rozložitelná a také obsahuje námi nežádoucí semena třtiny. Předpokládám však, že v dalším vývoji bude biomasy třtiny ubývat, jako je tomu již nyní na plochách na přenesených drnech, a naopak bude přibývat mulče, který bude tvořen biomasou již převážně lučních druhů.

4.2 Metoda přenosu „celistvých“ drnů (II.)

4.2.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech (II.) a jejich okolí na počátku experimentu

Nyní bych se chtěla pokusit vrátit o téměř 15 let zpátky a podívat se, jak asi mohl probíhat vývoj vegetace na drnech a v jejich těsném okolí krátce po jejich přenesení na výsypku. To bylo totiž cílem druhého přenosu svrchních vrstev půdy s drny, který byl uskutečněn na podzim roku 2007. Jak jsem již uvedla výše, nejsou k dispozici data o průběhu vývoje vegetace na přenesených drnech I. ani v jejich okolí ze začátku pokusu. Bez těchto dat, se domnívám, by nebylo možné plně postihnout všechny důležité aspekty této metody obnovy lučních společenstev na výsypkách, např. načasování přenosů, zavedení managementu apod.

Dominantu porostu louky, ze které byly drny odebrány, tvořila metlice trsnatá (*Deschampsia caespitosa*). Tato rostlina dokáže velmi efektivně přijímat dusík a tak rychle růst (Suding & kol., 2004) což z ní činí úspěšného kolonizátora (Kryszak & kol., 2009). Domnívám se tedy, že se metlice během absence jakéhokoliv managementu na původní louce poměrně úspěšně rozrostla a potlačila tak ostatní luční druhy. Po

přenesení drnů z této louky na výsypku byly tedy „hromady“ tvořeny převážně mohutnými trsy metlice, mezi nimiž bylo vysoké procento holé půdy. Následující léto (červen 2008), kdy jsem provedla první fytoocenologické snímkování přenesených ploch, jsem nejvyšší pokryvnost zaznamenala u zmiňované metlice trsnaté (*Deschampsia caespitosa*) a podbělu lékařského (*Tussilago farfara*), a to na všech přenesených drnech. Zaznamenala jsem i řadu jiných druhů (viz přílohy), často však v počtu pouze několika jedinců. Po srovnání druhů, které jsem zaznamenala na zdrojové louce, před přenesením druhů, a všech druhů, které jsem zaznamenala na přenesených drnech během dosavadního sledování, jsem tedy došla k závěru, že převážnou většinu lučních druhů se podařilo spolu s drny přenést.

Na obou typech přenesených drnů jsem zaznamenala řadu druhů, které jsem na původní louce buď přehlédla anebo nebyly přítomny v nadzemní vegetaci, a na novém stanovišti vyklíčily pravděpodobně vlivem silné disturbance a vytvořením otevřených plošek (např. *Taraxacum* sp., *Lotus corniculatus*, *Thlaspi arvense*, *Medicago lupulina*, *Dactylis glomerata*, *Crepis biennis*, *Centaurea stoebe*, *Echium vulgare*, *Artemisia vulgaris*). Spíše se ale přikláním k domněnce, že tyto druhy byly na přenesené drny přineseny větrem z okolí. Např. u druhu tolíce dětelová (*Medicago lupulina*) je prokázané úspěšné šíření větrem, naopak u druhu *Echium vulgare* si autoři nebyli jisti zdrojem šíření (Stroh & kol., 2002). Tato rostlina se vyskytuje na cca. 200m vzdálené výsypce, která byla v r. 2007 osázena listnatými stromy, domnívám se tedy, že její semena jsou rovněž poměrně daleko přenášena větrem. Stroh se svými kolegy (2002) dále uvádějí, že celkem je na výsypkách přenášeno větrem okolo 490 – 1580 semen/ m² za rok.

Další druhy, které pocházejí z okolní výsypky a kolonizovaly přenesené drny, jsou zejména podběl léčivý (*Tussilago farfara*) a ječmen hřívnatý (*Hordeum jubatum*). Ječmen hřívnatý nedosahoval na sledovaných plochách vysokých pokryvností, je však hojně zastoupen na okolní výsypce (cca 100 m vzdálená). Třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) je tu (zatím) jen v nízkých pokryvnostech a zdaleka ne na všech plochách. Lze však velmi dobře pozorovat, jak postupně zarůstá okolní nerekulturní výsypku (cca 70m vzdálenou). Myslím si tedy, že během několika málo let by třtina kolonizovala tyto plochy stejně úspěšně jako ty předchozí (viz přenesené drny I.). Překvapilo mě, jak rychle dokázal podběl osídlit přenesené drny i výsypku v jejich těsném okolí. Již během prvního snímkování (červen 2008) dosahoval

na všech sledovaných plochách vysokých pokryvností. Domnívám se, že tento fakt rovněž poukazuje na úspěšnost metody dodávání semen a živin na výsytku v podobě přenesených lučních drnů. Předpokládám totiž, že tím, jak jsou zpočátku přenesené drny rychle kolonizovány ruderalními druhy z okolní výsytky, je o to více podpořen koloběh živin v tomto nově vznikajícím společenstvu. V dalším vývoji očekávám, že dokáží-li introdukované luční druhy přežít prozatím nepříznivé období, budou postupně zvyšovat svou pokryvnost a zastoupení ve společenstvu, protože vlivem kosení nebudou ohroženy silnějšími konkurenty o světlo a živiny, a tak se rychleji vytvoří žádané luční společenstvo.

Domnívám se tedy, že klíčovým faktorem, který určuje rychlost rozvoje luční vegetace na výsytkách, je vytvoření vhodného substrátu, což je v případě mého pokusu podpořeno právě introdukcí živin, půdní fauny a mikrobiálních společenstev (Kirmer & Tischew, 2006; Harris, 2009). K vytvoření vhodného substrátu však dochází i během přirozeného vývoje vegetace. Dokonce i na plochách s kompaktním porostem třtiny křovištní je ve srovnání s plochami stejného stáří a podobným složení substrátu daleko více prokořeněná půda, s intenzivnější akumulací humusu (Felinks & kol., 2004). Celý proces zrychlení vývoje vegetace je tedy ještě umocněn blízkým a vhodným zdrojem diaspor a jiných rozmnožovacích jednotek, a v neposlední řadě rovněž důležitým následným managementem. Metoda přenosu svrchních vrstev půdy spolu s drny se však může zdát komplikovaná a finančně nákladná. Když však přihlédneme, jaké finanční obnosy se investují při běžných rekultivačních technikách, během kterých je šance na vznik žádoucích a v naší krajině chybějících prvků, jakými jsou luční společenstva, velice mizivá, a když přihlédneme k prosazované metodě ponechání vývoje přirozené sukcesí, snížíme tak sice finanční náklady na minimum, časově však celý proces prodloužíme a bez zavedení vhodného managementu a zdroje diaspor nedocílíme žádoucího lučního společenstva.

Myslím si, že od počátku aplikace managementu uběhla zatím velmi krátká doba, než aby se mohl projevit pozitivní vliv kosení na rozvoj vegetace. Jediný statisticky průkazný výsledek, a sice vlivu managementu na změnu diverzity vegetace, jsem zaznamenala v okolí přenesených celistvých drnů (tab. 8). Dokonce lze vidět náznak většího vlivu kosení na skladbu vegetace na těchto plochách z výsledků analýz RDA (tab. 7). V terénu jsem si všimla, že plochy nekosené mají vyšší pokryvnost vegetace a roste na nich i více druhů. Tomu ale příliš nenasvědčují provedené statistické

analýzy. Vzhledem k tomu, že se na přenesených drnech zatím vyskytují převážně druhy luční, pocházející z původní louky a porost ještě není příliš zapojený, domnívám se, že v tomto stadiu rostlinám prospívá právě bezzásahový management. Nejsou tak odstraňovány plodící lodyhy, které slouží jako částečný zástin proti přímému slunečnímu záření a jako zdroj diaspor. Vzhledem ke skutečnosti, že jsou přenesené drny pozvolna kolonizovány druhy z výsypky, by tento způsob nebyl dlouho efektivní (viz přenesené drny I.). K podobnému závěru, ale v případě obnovy lučního společenstva na opuštěném poli, došli i Hutchings s Boothem (1996a, b) a Schmiede s kolegy (2009), kteří prosazují názor, že v prvních letech obnovy je nejdůležitější přísun diaspor a až po vytvoření zapojené vegetace je vhodné nasadit management kvůli potlačování ruderalních druhů. Podle mého názoru by mohl být v případě přenesených drnů na výsypku efektivní management střídání kosení s bezzásahovým režimem. Takový management bývá často prosazován na lučních stanovištích, kdy je tímto způsobem brán zřetel na odlišnou fenologii různých lučních druhů rostlin, zejména těch žádaných.

4.3 Metoda přenosu „čtvrcených“ drnů

4.3.1 Rozvoj vegetace na přenesených drnech a jejich okolí na počátku experimentu

Cílem tohoto pokusu bylo vyzkoušet méně finančně i technicky náročné provedení přenosu svrchních vrstev půdy s drny. V takovém případě se objem půdy a drnů rozloží na několikanásobně větší plochu, než z jaké byly odebrány. V případě mého pokusu tak bylo odebrané množství drnů s půdou z jednoho nákladního auta rozloženo na celkem 4 plochy, o rozměrech 10 x 3 m, jaké má jedna navážka celistvých přenesených drnů. V podstatě tak vznikne tenká vrstva půdy se semeny a místy s drny, což může být alternativou v rekultivační praxi používané navážky ornice z deponie. Tento substrát však není pro obnovu funkčního společenstva vhodný, protože v něm během dlouhé doby skladování dochází k degradaci kvality půdy, mikrobiálního složení (Frouz, 1999) a ztráty životaschopnosti semen.

Při srovnání obou těchto variant během podobného pokusu ve Velké Británii (Good & kol., 1999), v tomto případě celistvých a polovičních drnů, byl prokázán velmi

podobný efekt při rekonstrukci lučního společenstva na opuštěném poli. Tímto pokusem jsem se nechala inspirovat pro provedení přenosu čtvrcených drnů, ale samozřejmě jsem předpokládala odlišný výsledek. Ať už z toho důvodu, že se u mého pokusu jedná o podporu primární sukcese, zatímco v případě opuštěného pole o urychlení sekundární sukcese. Přesto si troufám říci, že obě metody mohou být použitelné v případě obnovy lučních ekosystémů na výsypkách.

Za pouhé dva roky totiž ukazují získaná data, že se podařilo přenést řadu druhů z louky a část těchto druhů se dokonce šíří na okolní výsypku. Statistická analýza však prokázala rozdíl mezi celistvými a čtvrcenými přenesenými drny, i v terénu je na první pohled patrný rozdíl především v celkové pokryvnosti vegetace i v zastoupení druhů. Na celistvých přenesených drnech jsou více zastoupeny druhy luční z původní lokality, ale i se čtvrcenými drny se podařilo přenést velký počet druhů pocházejících z louky. Čtvrcené drny mají však stále větší podíl holé půdy. Takový výsledek jsem víceméně očekávala, avšak otázkou zůstává, jak se bude vegetace na obou typech přenesených drnů vyvíjet dál. Předpokládám, že i na čtvrcených drnech se budou rozvíjet další lučními druhy, zvláště však za předpokladu stávajícího managementu, který by měl potlačovat výskyt nežádoucích ruderalních a kompetičně silnějších druhů. Podobný stav je i v okolí obou typů přenesených drnů, čili v okolí přenesených celistvých drnů je více lučních druhů, než je tomu v případě čtvrcených drnů. I v jejich případě jsem však zaznamenala šíření druhů na výsypku.

Při čerpání z německé literatury jsem zjistila, že oba způsoby přenosu svrchních vrstev půdy s drny již při obnově výsypek používají (Kirmer & Tischew, 2006). Doporučují dokonce spíše než přenos kompaktních drnů s půdou praktikovat právě přenos svrchní vrstvy půdního horizontu (tloušťka okolo 3 – 5 cm!), který obsahuje nejvíce semen, a který se v tenké vrstvě rozloží na holý výsypkový substrát. Při odebírání této půdy se dostanou semena z hlubších vrstev na povrch a celkově se touto disturbancí aktivuje semenná banka a mikrobiální společenstvo. Vytvořená tenká vrstva půdy s přenesenými rozmnožovacími jednotkami a organismy tak vytváří podmínky ideální pro vývoj lučních druhů a zamezuje růstu ruderalních druhů (Kirmer & Tischew, 2006), oproti přenosu silnějších a kompaktních vrstev půdy s drny, které po té vyžadují zavedení managementu proti potlačení ruderalních druhů (Worthington & Helliwell, 1987; Park, 1989; Cullen & Wheater, 1993 I). Kolonizaci ruderalními druhy v případě čtvrcených drnů v případě mého pokusu přisuzuji nevhodnému technickému provedení.

Jednak byla často odebírána půda i z více než 50 cm hloubky (obtížné zkoordinování nebiologicky zaměřeného řidiče bagru...) a jednak zvolená zdrojová louka nebyla podle mého názoru zrovna ideální pro takový pokus. Jak jsem se již zmínila výše, byla tvořena převážně drny metlice trsnaté (*Deschampsia caespitosa*), která tvoří poměrně velké kompaktní trsy, které lze těžko rovnoměrně rozložit na větší plochu.

4.4 Metoda aplikace čerstvě pokoseného rostlinného materiálu s obsahem semen lučních druhů rostlin

4.4.1 Bariéry v rozvoji vegetace na výsypce

Nabízí se však jiná možná metoda pro urychlení rozvoje luční vegetace na výsypkách a tou je introdukce rostlinného materiálu (čerstvě pokoseného nebo sena; Kirmer & Tischew, 2006) z louky. Tato metoda má výhodu minimálních finančních nákladů i jednoduché technické proveditelnosti. Introdukce rostlinného materiálu je velmi úspěšná při obnově druhové bohatosti různých typů lučních ekosystémů (Hölzel & Otte, 2003; Kiehl & Wagner, 2006; Donath & kol., 2007; Edwards & kol., 2007; Kiehl & Pfadenhauer, 2007; Rasran & kol., 2007) a myslím si, že ji lze takto aplikovat i na výsypkách.

Než se dostanu k samotnému pokusu s přenosem rostlinného materiálu na výsypku, chtěla bych uvést důvod, proč vlastně vznikla myšlenka zkusit tento pokus. Obecně se nám totiž dosud nedařilo vyklíčení rostlin z vysetých semen na holém výsypkovém substrátu (nepubl. data; Mudrák osobní kom.), jakožto jiné metody pro obnovu vegetace na výsypkách (pozn. ta však není předmětem mého zájmu v této práci). Použila jsem k tomuto pokusu druhy, o kterých vím, že se celkem úspěšně šíří z přenesených drnů (*Fragaria vesca*, *Galium mollugo*, *Tanacetum vulgare* a *Hypericum perforatum*) a tak by mohly být vhodnými adepty pro překonání bariér daných nevhodným substrátem. Z těchto semen však nevzešlo více jak 5% (použila jsem 10 opakování/ á 100 semen od každého druhu). S tím se však lze setkat i v rekultivační praxi při použití komerčních směsí semen. Tyto rostliny pravděpodobně nedokáží snášet podmínky na výsypkách, vyznačují se nízkou klíčivostí či nízkým růstem semenáčků, vysokou mortalitou, či zvýšenou citlivostí vůči herbivorům a nemocem (Martínez-Ruiz & kol., 2007).

Domnívám se tedy, že při obnově výsypek nebude hrát roli pouze dostupnost diaspor, jak jsem již uvedla v úvodu této práce, ale především dostupnost živin, vody, klimatické podmínky a nemalou roli v úspěšnosti klíčivosti semen na výsypce sehrává také eroze. Přenos rostlinného materiálu s obsahem semen lučních druhů na výsypku tak má dvojí význam: jednak introdukci semen a jednak podpoření jejich úspěšného rozvoje (viz dále).

Během opakovaného zamrzání a rozmrzání, nebo zamokřování a vysychání výsypkových jílovitých substrátů dochází k jejich pohybu a semena rostlin jsou tak zanořována hlouběji do země (Schmiede & kol., 2009), nebo naopak vynášena na povrch a odtud smývána dešťovou vodou (Kirmer & Mahn, 2001). Když ale na výsypkový substrát dodáme vrstvu mulče, ve formě čerstvě pokoseného rostlinného materiálu, poskytne jakási útočiště pro semena a posléze semenáčky (Donath & kol., 2007; Kiehl & Pfadenhauer, 2007; Tischew & kol., 2009).

Další významná funkce introdukovaného rostlinného materiálu je ta, že rovněž snižuje teploty půdy a zvyšuje vlhkost (Tischew & kol., 2009). Dopadající sluneční světlo se totiž na plochách bez vegetace odráží ze 70 % zpět do prostoru a v takových podmínkách dochází k značnému kolísání teploty během dne (Frouz & kol., 2007). Vypařováním vody vlivem větru jsou tato stanoviště vysušována. Pod vrstvou mulče se však část vlhkosti dokáže udržet a zároveň brání přehřátí substrátu a vzniká tak vhodné mikroklima, které stimuluje zejména mikrobiální aktivitu. To má za následek vyšší dekompozici organického materiálu, což rostlinám zajišťuje vyšší přísun živin (Brofas & Vareides, 2000; Machulla & kol., 2005; Kirmer & kol., 2009). Důkazem tohoto tvrzení může být např. studie Kiehl spolu a jejích kolegů (2006), kteří po aplikaci rostlinného materiálu na opuštěné pole zaznamenali největší rozvoj u leguminóz, což je v souladu i s mými pozorováními. Od začátku mého pokusu aplikace rostlinného materiálu na kosenou výsypku rapidně vzrostla pokryvnost hlavně štírovníku růžkatého (*Lotus corniculatus*), dále komonice (*Melilotus albus*, *Melilotus officinalis*), tolíce dětelové (*Medicago lupulina*) a jetelu plazivého (*Trifolium repens*). Jedním z důvodů může být právě vyšší dostupnost fosforu v půdě (Crews 1999).

4.4.2 Porovnání ploch pouze kosených a ploch s introdukovaným rostlinným materiálem

V neposlední řadě je tu ještě jedna významná a od začátku zmiňovaná bariéra pro úspěšný rozvoj luční vegetace na výsypce a tou je kolonizace vysokostébelných trav, především třtiny křovištní. Na většině mých pokusných ploch dosahovala pokryvnost třtiny (živé i mrtvé biomasy), na počátku experimentu v srpnu 2007, téměř 100%, proto ji bylo nutné nejprve odstranit, tj. pokosit stojící vegetaci a poté vyhrabat i mrtvou biomasu. Po odstranění třtiny jsem provedla fytoocenologické snímky a při tom jsem zaznamenala v nepatrných pokryvnostech řadu jiných druhů, které pravděpodobně pocházejí z blízkých přenesených drnů I. (*Fragaria vesca*, *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Hypericum perforatum*, *Leucanthemum vulgare*, *Plantago lanceolata*, *Veronica chamaedrys*, *Poa angustifolia*, *Holcus lanatus*). Zakomponovala jsem tedy do designu pokusu aplikace rostlinného materiálu i plochy pouze kosené, bez dodání sena, s cílem zjistit, zda by tato metoda tzv. řízené sukcese (Rebele & Lehman, 2001b) mohla být úspěšná ve smyslu podpory rozvoje luční vegetace na výsypkách. Za pouhé dvě vegetační sezóny se podařilo zvýšit na kosených plochách na nerekulitované výsypce diverzitu vegetace, aniž bych tam dodala semena či živiny (obr. 30, str. 38). Snížila se totiž pokryvnost třtiny a tak se mohly rozvíjet především heliofilní druhy. Příliš se však nezvýšil počet nových druhů. Na sousedních plochách, kam jsem dodávala rostlinný materiál z louky, se však za stejnou dobu podařilo několikanásobně zvýšit diverzitu vegetace a o téměř dvojnásobek navýšit také počet druhů (viz obr. 29 a 30, str. 37 a 38) oproti výchozímu stavu. Podobné výsledky pozitivního vývoje vegetace na výsypce po jednorázovém dodání rostlinného materiálu získali i Kirmer a Mahn (2001).

4.4.3 Efektivita introdukce semen lučních druhů pomocí aplikace rostlinného materiálu

Výše jsem uváděla, že hlavní význam prováděné aplikace rostlinného materiálu na výsypku přikládám zejména zlepšení (půdních) podmínek pro úspěšný rozvoj semen. Nyní bych tedy chtěla ukázat, jak je tato metoda úspěšná z hlediska introdukce semen lučních druhů spolu s rostlinným materiálem na výsypku.

V první řadě je zajímavé a i z patrné z diagramu (viz obr. 28, str. 35), že rozdíl mezi jednorázovým a několikanásobným dodáním semen, pomocí pokoseného rostlinného materiálu, není až tak významný, zvláště v případě diverzity vegetace (viz

obr. 30, str. 38). Domnívám se, že se v prvním roce pokusu podařilo některým z dodaných semen úspěšně vyklíčit, a že se nakonec samy staly v dalším roce zdrojem diaspor pro sousední plochy. Důkazem může být konkrétní druh a sice mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*), která nejlépe koreluje právě s osou znázorňující změnu vegetace v čase na kosených plochách s jednorázovým dodáním rostlinného materiálu z louky (viz obr. 28, str. 35). Semena mateřídoušky byla zcela určitě přenesena s pokoseným rostlinným materiálem, protože její výskyt jsem nikde na okolní výsypce nezaznamenala (do cca 100 m vzdálené).

Kiehl s kolegy (2006) uvádějí, že vícenásobné dodávání rostlinného materiálu (pozn. v rámci jedné sezóny) zvyšuje pravděpodobnost přenesení většího počtu druhů, protože lze postihnout delší časovou škálu, kdy jsou dostupná zralá semena žádoucích druhů. Ačkoliv v mém případě plochy s vícenásobným dodáním sena vykazují vyšší počty druhů než ostatní pokusné plochy, domnívám se, že nárůst počtu druhů neznamena, že tyto druhy pochází z introdukovaného rostlinného materiálu. Když totiž srovnám soupis druhů nalezených na zdrojové louce s fytoecologickými snímky pokusných ploch na výsypce, tak zjistím, že prozatím mohu spolehlivě určit pouze 3 druhy, které pocházejí ze zdrojové louky, a sice hvozdík kropenatý (*Dianthus deltoides*), mateřídouška vejčitá (*Thymus pulegioides*) a mařinka barvířská (*Asperula tinctoria*). Protože přenášený rostlinný materiál obsahoval převážně trávy a většina nalezených trav na pokusných plochách je buď ve formě větších trsů s plodícími stébly (a jsou tedy pravděpodobně starší 2 let), či ve formě drobných juvenilních trsů, je tedy složité určit, zda tyto druhy pocházejí z louky či z okolní výsypky.

Když tedy shrnu mé dosavadní poznatky - dodání rostlinného materiálu na výsypku sice podporuje rozvoj vegetace, ale prozatím výsledky poukazují na to, že se jedná spíše o druhy, pocházejících z okolí pokusných ploch. Je to pravděpodobně dáno tím, že buď většina introdukovaných semen nebyla úspěšná ve svém vývoji nebo čekají na vhodnější podmínky. Oproti tomu se zde jako velice úspěšné jeví druhy, které se na výsypce již vyskytují, ačkoliv jen v nepatrných pokryvnostech. tyto druhy tak pravděpodobně dodávání rostlinného materiálu stimuluje k rychlejšímu rozvoji. V každém případě si odpověď na otázku úspěšnosti introdukce semen z lučního rostlinného materiálu vyžádá delší sledování.

Závěr

Použité tři různé způsoby přenosu diaspor – 2 způsoby přenosu svrchních vrstev půdy a přenos čerstvě pokoseného rostlinného materiálu - se ukázaly jako efektivní způsob pro urychlení kolonizace výsypek lučními druhy. Nejúspěšnější obnova lučního společenstva je na celistvých přenesených drnech a v jejich okolí na nerekulitované výsypce. Rostlinné druhy se sice z přenesených drnů šíří, ale toto šíření je bez vhodného managementu velice pomalé. Kosení potlačuje konkurence schopné druhy rostlin, např. třtinu křovištní (*Calamagrostis epigejos*), které by jinak na dlouhou dobu zablokovaly sukcesi. Tak je podpořen rozvoj ostatních druhů, zejména žádaných lučních. Mulčování mimo plochy podporuje rozvoj půdy a tak rovněž podporuje šíření druhů z přenesených drnů.

Podobně jako mulčování v okolí přenesených drnů působí aplikace čerstvě pokoseného rostlinného materiálu na kosenou nerekulitovanou výsypku. Tenká vrstva rostlinného materiálu působí proti erozi, zadržuje vlhkost, snižuje teplotu půdy a podporuje činnost dekompozitorů, čímž se zvyšuje uvolňování živin do půdy.

Metoda přenosu tzv. čtvrcených drnů by byla, podle mého názoru, vhodnější na již relativně vytvořeném půdním horizontu. Přesto se však i čtvrcené drny ukázaly jako zdroj diaspor pro kolonizaci nerekulitované výsypky lučními druhy.

Tyto metody mají však řadu úskalí. Velikou roli hrají chemicko-fyzikální vlastnosti substrátu, ale i charakter zdrojových lokalit. V případě přenosů svrchních vrstev půdy spolu s drny se domnívám, že značně záleží na technickém provedení přenosů. V případě přenosů rostlinného materiálu zas záleží na vhodném načasování odběru, aby byla k dispozici zralá semena žádoucích rostlin, popř. lze odběr rozdělit na více opakování v rámci sezóny a postihnout tak více plodících druhů.

Klíčové je však, podle mého názoru, ve všech třech případech včasné zavedení vhodného managementu kvůli zamezení kolonizace ploch kompetičně silnějšími druhy. Domnívám se, že po určitém čase je v případě všech zmiňovaných metod vhodné zopakování přísunu diaspor, např. dosevem.

Literatura

ANDERSSON P. (2003) Habitat translocation. A best practice guide. Ciria, London, 28p.

ANTONSEN H. & OLSSON P. A. (2005) Relative importance of burning, mowing and species translocation in the restoration of a former boreal hayfield: responses of plant diversity and the microbial community. *Journal of Applied Ecology* 42, pp. 337-347.

BRADSHAW A. (1993) Introduction: Understanding the fundamentals of succession. In: Miles J. & Walton D. W. H. [eds.] *Primary succession on land*, Blackwell scientific publications, Oxford, pp. 1-3.

BRADSHAW A. (2000) The use of natural processes in reclamation — advantages and difficulties. *Landscape and Urban Planning* 51 (2-4), pp. 89-100.

BROFAS G. & VARELIDES C. (2000) Hydro-seeding and mulching for establishing vegetation on mining spoils in Greece. *Land Degradation & Development* 11, pp. 264-271.

BRUELHEIDE H. & FLINTROP T. (2000) Evaluating the transplantation of a meadow in the Harz Mountains, Germany. *Biological Conservation* 92, pp. 109-120.

BULLOCK J. M. (1998) Community translocation in Britain: setting objectives and measuring consequences. *Biological Conservation* 84 (3), pp. 199-214.

CHYTRÝ M. & TICHÝ L. (2003) Diagnostic, constant and dominant species of vegetation classes and alliances of the Czech Republic: a statistical revision. *Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis* 108, pp. 1–231.

- CREWS T. E. (1999) The presence of nitrogen fixing legumes in terrestrial communities: evolutionary vs ecological considerations. *Biogeochemistry* 46, pp. 233–246.
- CULEK, M. (1996) Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha, pp. 120–122.
- CULLEN W. R. & WHEATER C. P. (1993) The Flora and invertebrate fauna of a relocated grassland at Thrislington plantation, County Durham, England. *Restoration Ecology* 1, pp. 130–137.
- DONATH T. W., BISSELS, S., HÖLZEL, N. & OTTE, A. (2007) Large scale application of diaspore transfer with plant material in restoration practice – impact of seed and microsite limitation. *Biological Conservation* 138, pp. 224–234.
- EDWARDS, A. R., MORTIMER, S. R., LAWSON, C. S., WESTBURY, D. B., HARRIS, S. J., WOODCOCK, B. A. & BROWN, V. K. (2007) Hay strewing, brush harvesting of seed and soil disturbance as tools for the enhancement of botanical diversity in grasslands. *Biological Conservation* 134, pp. 372–382.
- EMANUELSSON U. (2008) Semi-natural grasslands in Europe today. *Grassland Science in Europe*, 13, pp. 3–8.
- FELINKS B. (2000) Primärsukzession von Phytozönosen in der Niederlausitzer Bergbaufolgelandschaft. Dizertační práce, Fakultät für Umweltwissenschaften und Verfahrenstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus
- FELINKS B., BESCH-FROTSCHER W., FRANZKE F. & MACHULLA G. (2004) Erfassung und Bewertung der zukünftigen Landflächen in der Bergbaufolgelandschaft hinsichtlich ihrer Standortfunktionen für natürliche Vegetation. Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie, gekürzter und überarbeiteter Abschlussbericht.
- FROUZ J. (1999) Obnova společenstev půdních organismů na plochách lesnických rekultivovaných hnědouhelných výsypek a jejich význam pro tvorbu půdy. *Ochrana přírody* 5, pp. 157–159.
- FROUZ J., POPPERL J., PŘÍKRYL I. & ŠTRUDL J. (2007) Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26 p.

GOOD J. E. G., WALLACE H. L., STEVENS P. A. & RADFORD G. L. (1999) Translocation of herb-rich grassland from a site in Wales prior to opencast coal extraction. *Restoration Ecology* 7, pp. 336-347.

GRIME J. P. (1979) *Plant strategies and vegetation processes*. Wiley, Chichester, 222 p.

HABERREITER B., DENNER M. & kol. (2006) Neuanlage von artenreichen Wiesen und Weiden auf ehemaligen Ackerflächen: Erfahrungsbericht mit Beispielen aus Niederösterreich. ARGE "Netzwerk Naturschutz - Ländliche Entwicklung" Österreich.

HARRIS J. (2009) Soil Microbial Communities and Restoration Ecology: Facilitators or Followers? *Science* 325, pp. 573-574.

HODAČOVÁ D. (2000) Vegetace rekultivovaných výsypek z těžby hnědého uhlí v Mostecké pánvi. Bakalářská práce, Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, 22 p.

HODAČOVÁ D. & PRACH K. (2003) Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology* 3 (11), pp. 385–391.

HÖLZEL O. & OTTE A. (2003) Restoration of a species-rich flood meadow by topsoil removal and diaspore transfer with plant material. *Applied Vegetation Science* 6, pp. 131–140.

HUHTA A. P., RAUTIO P., TUOMI J. & LAINE K. (2001) Restorative mowing on an abandoned semi-natural meadow: short-term and predicted long term effects. *Journal of Vegetation Science* 12, pp. 677-686.

HUTCHINGS M. J. & BOOTH K. D. (1996a) Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. I. The potential roles of the seed bank and the seed rain. *Journal of Applied Ecology* 33, pp. 1171–1181.

HUTCHINGS M. J. & BOOTH K. D. (1996b) Studies on the feasibility of re-creating chalk grassland vegetation on ex-arable land. II. Germination and early survivorship of seedlings under different management regimes. *Journal of Applied Ecology* 33, pp. 1182–1190.

- KAILOVÁ J. (2000) Directing succession: experimental sowing and translocation of vegetation into abandoned field. Proceedings IAVS Symposium, pp. 71-75.
- KARDOL P., BEZEMER T. M. & VAN DER PUTTEN W. H. (2009) Soil Organism and Plant Introduction in Restoration of Species-Rich Grassland Communities. *Restoration Ecology* 17(2), pp. 258-269.
- KIEHL K. & PFADENHAUER J. (2007) Establishment and persistence of target species in newly created calcareous grasslands on former arable fields. *Plant Ecology* 189, pp. 31-48.
- KIEHL K. & WAGNER CH. (2006) Effect of hay transfer on long-term establishment of vegetation and grasshoppers on former arable fields. *Restoration Ecology* 14, pp. 157-166.
- KIRMER A. & MAHN E. G. (2001) Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany. *Applied Vegetation Science* 4, pp. 19-27.
- KIRMER A., MANN S., STOLLE M., TISCHEW S. & KIEHL K. (2009) Near-natural restoration methods for high nature value areas. Poznań University of Life Sciences. SALVERE - Regional Workshop in Poland, 2009, pp. 21-28.
- KIRMER A. & TISCHEW S. (2006) *Handbuch naturnahe Begrünung von Rohböden*. Teubner Verlag Wiesbaden, 195 p.
- KLIMEŠ L. & KLIMEŠOVÁ J. (2000) The effects of mowing and fertilization on carbohydrate reserves and regrowth of grasses: do they promote plant coexistence in species-rich meadows? *Evolutionary Ecology* 15, pp. 363-382.
- KRAUTZER B. & PÖTSCH E.M. (2009) Semi-natural grassland as a source of biodiversity. Proceedings of the 15th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network.
- KRYSZAK A., KRYSZAK J., KLARZYŃSKA A. & STRYCHALSKA A. (2009) Influence of Expansiveness of Select Plant Species on Floristic Diversity of Meadow Communities. *Polish Journal of Environmental Studies* 18 (6), pp. 1203-1210.

KUBÁT P., HROUDA L., CHRTEK J. jun., KAPLAN Z., KIRSCHNER J. & ŠTĚPÁNEK (2002) Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.

LENNARTSON T. & OOSTERMEIJER J. G. B. (2001) Demographic variation and population viability in *Gentianella campestris*: effects of grassland management and environmental stochasticity. *Journal of Ecology* 89, pp. 451-463.

MACHULLA G., BRUNS M. A. & SCOW K. M. (2005) Microbial properties of mine spoil materials in the initial stages of soil development. *Soil Science Society of America Journal* 69, pp. 1069-1077.

MARTÍNEZ-RUIZ C., FERNÁNDEZ-SANTOS B., PUTWAIN P. D. & FERNÁNDEZ-GÓMEZ M. J. (2007) Natural and man-induced revegetation on mining wastes: changes in the floristic composition during early succession. *Ecological Engineering* 30, pp. 286–294.

PARK D. G. (1989) Relocating magnesian limestone grassland. In: Buckley G. P. [Ed.], *Biological Habitat Reconstruction*. Belhaven, London, pp. 264-279.

PRACH K., PYŠEK P. & ŠMILAUER P. (1999) Prediction of vegetation succession in human disturbed habitats using an expert system. *Restoration Ecology* 7, pp. 15–23.

PRACH K. (2003) Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science* 6, pp. 125-129

PRACH K., PYŠEK P. & BASTL M. (2001) Spontaneous vegetation succession in human-disturbed habitats: A pattern across seres. *Applied Vegetation Science* 4, pp. 83-88.

PYWELL R. F., WEBB N. R. & PUTWAIN P. D. (1995) A comparison of techniques for restoring heathland on abandoned farmland. *Journal of Applied Ecology* 32, pp. 400-411.

RASRAN L., VOGT K. & JENSEN K. (2007) Effects of topsoil removal, seed transfer with plant material and moderate grazing on restoration of riparian fen grasslands. *Applied Vegetation Science* 10, pp. 451-460.

- REBELE F. & LEHMANN C. (2001a) Biological flora of Central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) ROTH. Flora 196, pp. 325-344.
- REBELE F. & LEHMANN C. (2001b) Renaturierung einer Deponie durch spontane und gelenkte Sukzession – Ergebnisse aus 5 Jahren Dauerbeobachtung. In: Wiegleb G. & Bröring U. [eds.], Tagungsband "Renaturierungsökologie" der Gesellschaft für Ökologie (GfÖ), Burg (Spreewald).
- RYCHNOVSKÁ M., BALÁTOVÁ-TULÁČKOVÁ E., ÚLEHLOVÁ B. & PELIKÁN J. (1985) Ekologie lučních porostů. Academia, Praha, 292 p.
- SEDLÁKOVÁ I. & FIALA K. (2001) Ecological degradation of alluvial meadows due to expanding *Calamagrostis epigejos*. Ekológia (Bratislava) 20 (3), pp. 226-333.
- SINA M. A. (2008) Setting the tempo in land remediation: short-term and long-term patterns in biodiversity recovery. *Microbes and Environments* 23, pp. 13-19.
- SOMODI I., VIRÁGH K. & PODANI J. (2008) The effect of the expansion of the clonal grass *Calamagrostis epigejos* on the species turnover of a semi-arid grassland. *Applied Vegetation Science* 11, pp. 187-192.
- SCHMIEDE R., DONATH T. W. & OTTE A. (2009) Seed bank development after the restoration of alluvial grassland via transfer of seed-containing plant material. *Biological Conservation* 142, pp. 404-413.
- SCHULZ F. & WIEGLEB G. (2000) Development options of natural habitats in a post-mining landscape. *Land Degradation & Development* 11, pp. 99-110.
- SUDING K. N., LARSON J. R., THORSOS E., STELTZER H. & BOWMAN W. D. (2004) Species effects on resource supply rates: do they influence competitive interactions? *Plant Ecology* 175, pp. 47–58.
- STROH M., STORM CH., ZEHEM A. & SCHWABE A. (2002) Restorative grazing as a tool for directed succession with diaspore inoculation: the model of sand ecosystem. *Phytocoenologia* 32 (4), pp. 595-625.
- TER BRAAK C. J. F. & ŠMILAUER P. (2002) CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.52). Microcomputer Power, Ithaca, New York.

TISCHEW S. & KIRMER A. (2007) Implementation of basic studies in the ecological restoration of surface-mined land. *Restoration Ecology* 15, pp. 321-325.

TISCHEW S., WIEGLEB G., KIRMER A., OELERICH H. M. & LORENZ A. (2009) Renaturierung von Tagebaufolgefleichen. In: Zerbe S. & Wiegler G. [eds.], *Renaturierung von Ökosystemen in Mitteleuropa*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, pp. 349-388.

TRUEMAN I., MITCHELL D. & BESENYEI L. (2007) The effects of turf translocation and other environmental variables on the vegetation of a large species-rich mesotrophic grassland. *Ecological Engineering* 31, pp. 79-91.

VÉCRIN M. P. & MULLER S. (2003) Top-soil translocation as a technique in the recreation of species-rich meadows. *Applied Vegetation Science* 6, pp. 271-278.

WORTHINGTON T. R. & HELLIWELL D. R. (1987) Transference of semi-natural grassland and marshland onto newly created landfill. *Biological Conservation* 41, pp. 301-311.

Přílohy

I. Fotografie lokalit

II. Soupisy druhů:

Tab. 1: Rostlinné druhy z předpolí I., přenesených drnů I. a jejich okolí.

Tab. 2: Rostlinné druhy z předpolí II., přenesených drnů II. a jejich okolí.

Tab. 3: Rostlinné druhy z louky pro odběr rostlinného materiálu a kosené výsyvky

PŘÍLOHA I: FOTOGRAFIE LOKALIT



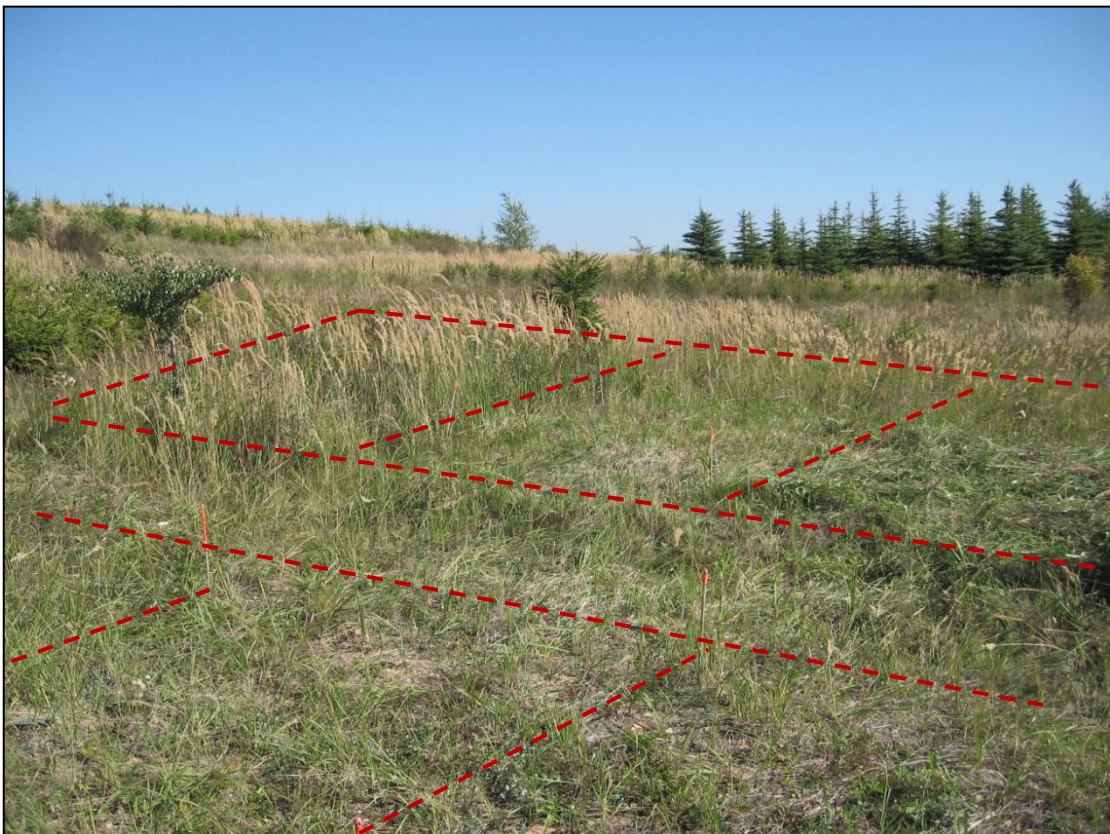
Obr. 1: Fotografie zdrojové louky z předpolí I. z roku 2006.



Obr. 2: Fotografie zdrojové louky z předpolí II. z října 2009.



Obr. 3: Fotografie jedné „hromady“ přenesených drnů I. na výsypce ze srpna 2005, před zavedením managementu (pozn. pohled z kratší strany).



Obr. 4: Fotografie jedné „hromady“ přenesených drnů I. a trvalých ploch na výsypce před ní ze srpna 2007, krátce po pokosení (pozn. pohled z delší strany: zleva nekoseno, uprostřed koseno a zcela vpravo koseno s mulčováním).



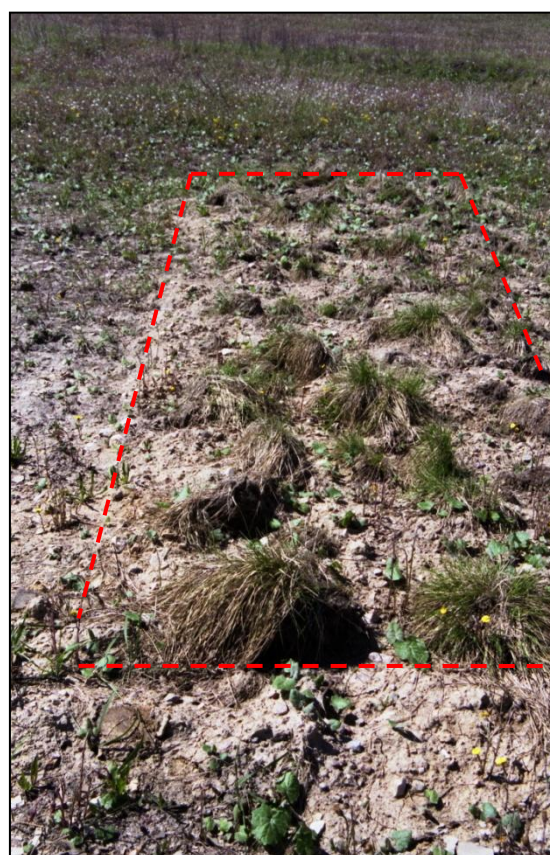
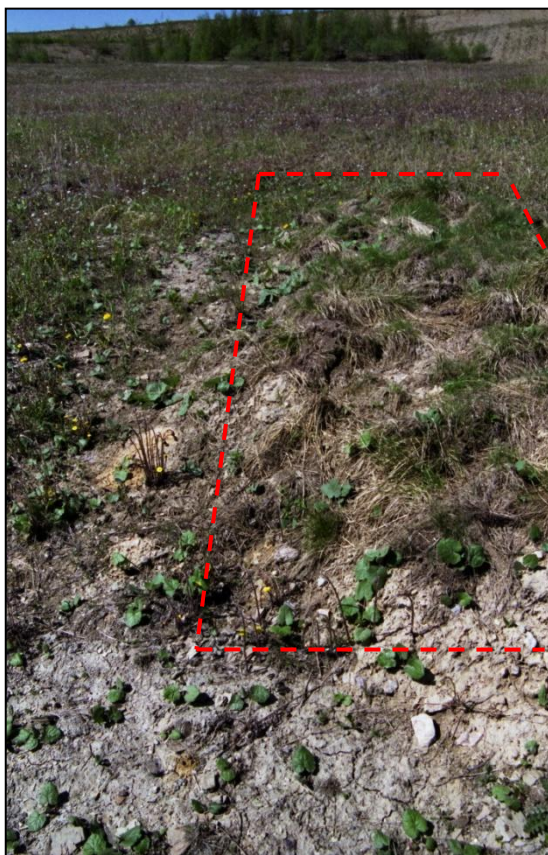
Obr. 5, 6: Odebírání drnů a svrchních vrstev půdy II., říjen 2007.



Obr. 7: Položení přenesených svrchních vrstev půdy spolu s drny II. z nákladního automobilu na nerektivovanou výsypku, říjen 2007.



Obr. 8: *Dodatečné manuální úpravy navezených „hromad“ přenesených drnů s půdou II., říjen 2007.*



Obr. 9, 10: *Přenesené drny II. na výsypce, červen 2008: vlevo 1 „hromada“ přenesených celistvých drnů, vpravo 1 „hromada“ přenesených čtvrcených drnů.*



Obr. 11: Zdrojová louka pro odběr rostlinného materiálu.



Obr. 12: Pokosená nerektivovaná výsypka s přeneseným rostlinným materiálem, v levém rohu část plochy pouze kosené výsypky bez dodání sena.

PŘÍLOHA II.: SOUPISY DRUHŮ

Tab. 1: Rostlinné druhy zaznamenané v předpolí I. a na přenesených drnech I. a v jejich okolí.

Soupis všech druhů	Zdrojová louka v předpolí I.	Přenesené drny I.	Okolí přenesených drnů I.
<i>Aegopodium podagraria</i>	*		
<i>Agrostis stolonifera</i>	*	*	*
<i>Achillea millefolium</i>	*	*	*
<i>Alchemilla</i> sp.	*	*	*
<i>Alopecurus pratensis</i>	*	*	
<i>Artemisia vulgaris</i>	*	*	*
<i>Anthemis arvensis</i>		*	
<i>Arctium lappa</i>		*	
<i>Avenella flexuosa</i>		*	
<i>Calamagrostis epigejos</i>	*	*	*
<i>Calystegia sepium</i>		*	
<i>Campanula rotundifolia</i>		*	*
<i>Carex hirta</i>	*	*	
<i>Carduus acanthoides</i>		*	*
<i>Carum carvi</i>	*	*	
<i>Centaurea stoebe</i>	*	*	*
<i>Centaurea jacea</i>	*	*	*
<i>Cirsium acaule</i>	*	*	*
<i>Cirsium arvense</i>	*	*	*
<i>Cirsium vulgare</i>		*	*
<i>Crataegus</i> sp.	*	*	
<i>Dactylis glomerata</i>	*	*	*
<i>Daucus carota</i>	*	*	*
<i>Cerastium holosteoides</i>		*	*
<i>Conyza canadensis</i>		*	*
<i>Convolvulus arvensis</i>		*	
<i>Crepis biennis</i>			*
<i>Deschampsia caespitosa</i>	*	*	*
<i>Echium vulgare</i>		*	*
<i>Elytrigia repens</i>	*	*	
<i>Epilobium angustifolium</i>	*	*	*
<i>Euphorbia esula</i>	*	*	*
<i>Equisetum arvense</i>	*		
<i>Festuca pratensis</i>	*	*	*
<i>Festuca rubra</i>	*	*	*
<i>Fragaria vesca</i>	*	*	*
<i>Galium mollugo</i>	*	*	*
<i>Galium verum</i>		*	*
<i>Geum urbanum</i>	*	*	*
<i>Gnaphalium</i> sp.	*	*	
<i>Heracleum sphondylium</i>	*	*	*
<i>Hieracium pilosella</i>		*	*
<i>Holcus lanatus</i>	*	*	*
<i>Holosteum umbelatum</i>			*
<i>Hordeum jubatum</i>		*	
<i>Hypericum perforatum</i>	*	*	*
<i>Hypericum perforatum</i>	*		
<i>Juncus</i> sp.	*		
<i>Lamium</i> sp.	*	*	
<i>Lathyrus pratensis</i>	*	*	*
<i>Linaria vulgaris</i>		*	
<i>Leucanthemum vulgare</i>	*	*	*
<i>Lotus corniculatus</i>		*	*
<i>Luzula campestris</i>		*	
<i>Lycopus arvensis</i>		*	
<i>Lupinus polyphyllus</i>	*		
<i>Medicago lupulina</i>	*	*	*
<i>Melilotus albus</i>		*	*
<i>Melilotus officinalis</i>	*	*	*
<i>Myosotis arvensis</i>	*	*	*
<i>Mycelis muralis</i>			*
<i>Oenothera biennis</i>			*
		*	*

Persicaria maculata

<i>Phleum pratense</i>	*	*	
<i>Pimpinella saxifraga</i>	*	*	*
<i>Plantago lanceolata</i>	*	*	*
<i>Poa angustifolia</i>	*	*	*
<i>Poa compressa</i>	*	*	*
<i>Poa pratensis</i>	*	*	*
<i>Poa trivialis</i>	*	*	*
<i>Potentilla reptans</i>	*	*	*
<i>Pulmonaria officinalis</i>			*
<i>Ranunculus acris</i>	*	*	*
<i>Ranunculus repens</i>	*	*	*
<i>Rosa</i> sp.	*	*	
<i>Rubus idaeus</i>	*		
<i>Rubus</i> sp.	*	*	*
<i>Rumex acetosella</i>	*	*	*
<i>Rumex obtusifolius</i>	*	*	
<i>Sedum maximum</i>	*	*	
<i>Senecio jacobea</i>		*	*
<i>Silene alba</i>			*
<i>Sonchus arvensis</i>		*	
<i>Stellaria graminea</i>		*	*
<i>Symphytum officinale</i>	*	*	*
<i>Tanacetum vulgare</i>	*	*	*
<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	*	*	*
<i>Thlaspi arvense</i>		*	*
<i>Trifolium pratense</i>		*	*
<i>Trifolium repens</i>		*	*
<i>Tripleurospermum inodurum</i>		*	*
<i>Trisetum flavescens</i>		*	
<i>Tussilago farfara</i>	*		*
<i>Urtica dioica</i>	*		
<i>Veronica chamaedrys</i>	*	*	*
<i>Vicia craca</i>	*	*	*
<i>Vicia sepium</i>		*	*
<i>Viola arvensis</i>		*	*

Tab. 2: Rostlinné druhy zaznamenané v předpolí II. a na přenesených drnech II. či v jejich okolí.

Druhy ze zdrojové louka (předpolí II)	Přenesené drny II. 1/1	Okolí př. drnů II. 1/1	Přenesené drny II. 1/4	Okolí př. drnů II. 1/4
<i>Agrostis stolonifera</i>	*		*	
<i>Achillea millefolium</i>	*			
<i>Alchemilla vulgaris</i> agg.				
<i>Alopecurus pratensis</i>	*		*	
<i>Arrhenatherum elatius</i>				
<i>Avenella flexuosa</i>	*		*	*
<i>Briza media</i>				
<i>Campanula patula</i>				
<i>Carduus acanthoides</i>	*	*	*	*
<i>Carex</i> sp.	*			
<i>Carum carvi</i>				
<i>Centaurea cyanus</i>				
<i>Centaurea jacea</i>		*	*	
<i>Cerastium holosteoides</i>	*	*	*	*
<i>Cirsium arvense</i>	*	*	*	*
<i>Daucus carota</i>	*	*	*	*
<i>Deschampsia caespitosa</i>	*	*	*	*
<i>Dianthus deltoides</i>				
<i>Epilobium angustifolium</i>	*	*	*	
<i>Euphorbia esula</i>				
<i>Festuca pratensis</i>	*	*	*	*
<i>Festuca rubra</i>	*	*	*	*
<i>Fragaria vesca</i>				
<i>Galeopsis pubescens</i>	*	*	*	
<i>Galium aparine</i>				
<i>Galium mollugo</i> agg.	*		*	
<i>Gnaphalium uliginosum</i>	*			
<i>Hieracium pillosella</i>	*	*	*	*
<i>Holcus lanatus</i>	*		*	
<i>Hylotelephium telephium</i>				
<i>Hypericum perforatum</i>	*	*		
<i>Juncus bufonius</i>	*			
<i>Knautia arvensis</i>				
<i>Lathyrus pratensis</i>				
<i>Leucanthemum vulgare</i>	*		*	*
<i>Linaria vulgaris</i>	*	*	*	
<i>Lupinus polyphyllus</i>	*			
<i>Luzula campestre</i>			*	
<i>Lysimachia vulgaris</i>	*	*	*	
<i>Persicaria maculosa</i>				
<i>Phleum pratense</i>	*		*	*
<i>Plantago media</i>	*	*	*	
<i>Poa angustifolia</i>	*	*		*
<i>Poa compressa</i>	*	*	*	*
<i>Poa pratensis</i>	*	*		*
<i>Polygala vulgaris</i>				
<i>Polygonum aviculare</i>	*		*	
<i>Potentilla reptans</i>	*	*	*	
<i>Ranunculus repens</i>	*		*	
<i>Rosa</i> sp.				
<i>Rubus</i> sp.	*		*	
<i>Rumex acetosa</i>	*	*	*	
<i>Rumex acetosella</i>	*	*	*	
<i>Senecio jacobea</i>				
<i>Stachys</i> sp.	*		*	
<i>Tanacetum vulgare</i>	*		*	
<i>Thymus pulegioides</i>				
<i>Trifolium repens</i>		*	*	*
<i>Tripleurospermum inodurum</i>		*	*	*
<i>Trisetum flavescens</i>	*			
<i>Veronica arvensis</i>				
<i>Veronica chamaedrys</i>				
<i>Vicia cracca</i>				

Tab. 3: Rostlinné druhy zaznamenané na louce pro odběr rostlinného materiálu a na kosené nerekvitované výsypce (označené jsou ty druhy, které byly pravděpodobně přeneseny spolu s rostlinným materiálem)

Druhy ze zrojkové louky	Druhy nalezené na kosené výsypce s aplikovaným rostlinným materiálem
<i>Achillea millefolium</i>	<i>Achillea millefolium</i>
<i>Alchemilla</i> sp.	<i>Agrostis</i> sp.
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Asperula tinctoria</i>
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	<i>Campanula rotundifolia</i>
<i>Antriscus sylvestris</i>	<i>Calamagrostis epigejos</i>
<i>Asperula tinctoria</i>	<i>Centaurea jacea</i>
<i>Avenella flexuosa</i>	<i>Centaurea stoebe</i>
<i>Bistorta major</i>	<i>Cerastium holosteoides</i>
<i>Briza media</i>	<i>Cirsium arvense</i>
<i>Campanula rotundifolia</i>	<i>Cirsium vulgare</i>
<i>Carex hirta</i>	<i>Conyza canadensis</i>
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Daucus carota</i>
<i>Dianthus deltoides</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>
<i>Euphorbia esula</i>	<i>Dianthus deltoides</i>
<i>Festuca pratensis</i>	<i>Festuca rubra</i>
<i>Festuca rubra</i>	<i>Festuca pratensis</i>
<i>Galeopsis speciosa</i>	<i>Fragaria vesca</i>
<i>Geranium pratense</i>	<i>Galium mollugo</i>
<i>Geum urbanum</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Hieracium pillosella</i>	<i>Hieracium pillosella</i>
<i>Hylotelephium telephium</i>	<i>Hieracium</i> sp.
<i>Hypericum maculatum</i>	<i>Holcus lanatus</i>
<i>Knautia arvensis</i>	<i>Hypericum perforatum</i>
<i>Lamium album</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>
<i>Luzula luzuloides</i>	<i>Lotus corniculatus</i>
<i>Lychnis vikaria</i>	<i>Medicago lupulina</i>
<i>Melampyrum pratense</i>	<i>Melilotus alba</i>
<i>Meum athamanticum</i>	<i>Melilotus officinalis</i>
<i>Nardus stricta</i>	<i>Mycelis muralis</i>
<i>Phleum pratense</i>	<i>Myosotis arvensis</i>
<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Oenothera biennis</i>
<i>Plantago media</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>
<i>Poa angustifolia</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Poa nemoralis</i>	<i>Poa angustifolia</i>
<i>Poa pratensis</i>	<i>Poa compressa</i>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Poa pratensis</i>
<i>Rubus idaeus</i>	<i>Polygonum aviculare</i>
<i>Rumex acetosa</i>	<i>Rosa</i> sp.
<i>Rumex acetosella</i>	<i>Hylotelephium telephium</i>
<i>Stellaria graminea</i>	<i>Senecio jacobaea</i>
<i>Thymus pulegioides</i>	<i>Silene alba</i>
<i>Trifolium repens</i>	<i>Stellaria graminea</i>
<i>Trisetum flavescens</i>	<i>Tanacetum vulgare</i>
<i>Veronica chamaedrys</i>	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>
<i>Veronica officinalis</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Vicia cracca</i>	<i>Thymus pulegioides</i>
	<i>Trifolium repens</i>
	<i>Tripleurospermum inodurum</i>
	<i>Tussilago farfara</i>
	<i>Veronica chamaedrys</i>
	<i>Vicia cracca</i>
	<i>Vicia hirsuta</i>
	<i>Vicia sepium</i>