

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích  
Přírodovědecká fakulta

**Možnosti zvýšení druhové diverzity luk na bývalé orné  
půdě dodatečným dosevem běžných lučních druhů**

Bakalářská práce

**Zdenka Herová**

Školitel: Prof. RNDr. Jan Lepš

České Budějovice 2013

Herová, Z. (2013). Možnosti zvýšení druhové diverzity luk na bývalé orné půdě dodatečným dosevem běžných lučních druhů. [Possibilities to increase species richness of grasslands by adding seeds of common meadow species. Bachelor Thesis] 43p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

### **Anotace**

Tato práce je zpracována formou návrhu projektu. Cílem práce je zjistit nové informace o zvyšování druhové diverzity luk dosevem dalších lučních druhů. Jako součást práce byl proveden terénní pokus.

This work is presented in the form of a research project proposal. The aim of the work is to investigate the possibilities to increase species richness of grasslands by adding seeds of new species. Field experiment is a part of the work.

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem 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 bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích,

dne 11.12.2013

---

Zdenka Herová

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala svému školiteli Prof. RNDr. Janu Lepšovi za vstřícný přístup a za čas, který mi věnoval, při vedení mé bakalářské práce. Děkuji také pracovníkům katedry botaniky za pohotovou pomoc s úkoly spojenými s mým pokusem. A v neposlední řadě děkuji svému příteli Miroslavu Kotrcovi za pomoc s pokusem i podporu při práci.

## **Obsah**

1. Shrnutí projektu	1
2. Stávající stav poznání	2
2.1. Úvod do problému	2
2.2. Omezení druhové diverzity luk	2
2.2.1. Vliv omezeného počtu semen	3
2.2.2. Omezení uchycování nových semenáčů dostupností mikrostanovišť	4
2.2.3. Disturbance	12
2.2.4. Výběr managementu	16
2.3. Význam druhově bohatých luk	17
2.4. Shrnutí	17
3. Cíl projektu	19
4. Hypotézy	19
5. Návrh experimentu	20
5.1. Podmínky prostředí	20
5.2. Postup	20
5.3. Časový harmonogram	22
5.4. Finanční náklady	23
5.5. Terénní pilotní pokus	24
5.5.1. Metody	24
Analýza dat	26
5.5.2. Předběžné výsledky	27
5.5.3. Diskuze	33
5.5.4. Závěr pilotního pokusu	36
5.6. Závěr	36
6. Literatura	37
7. Příloha	40

## 1. Shrnutí projektu

Postupné změny způsobu obhospodařování luk vedou k druhově chudým lučním porostům. Mnoho travinných porostů v dnešní době vzniká osetím orné půdy druhově chudou travní směsí. Ve stavu druhově chudého ekosystému jsou porosty udržovány kvůli přehnojování, které prospívá kompetičně zdatným jedincům. Několik kompetičně zdatných druhů využívá dostatek živin například růstem do výšky, čímž brání dostatečnému přísunu světla okolním rostlinám. Příklad ubírání světla není jediným vlivem rostlin na jiné rostliny a následky jejich působení se liší v různých vývojových stádiích rostlin okolních i těch, které na okolní rostliny působí. Do druhově chudých lučních porostů kvůli mezidruhové interakci nebo jinému vztahu mezi jedinci nepřibývají druhy samovolně.

Projekt je zaměřen právě na pozorování vlivu některých vlastností okolních rostlin na vývoj rostliny ze semene a uchycení jedince. Součástí předpokládaného projektu jsou také výsledky terénního pilotního pokusu. V pilotním pokusu jsem pozorovala klíčení semen a vývoj semenáčů druhů, které se nevyskytovaly na pokusné ploše. Tři termíny po zasetí v průběhu dvou let jsem pozorovala výskyt semenáčů vysetých druhů i semenáčů druhů přítomných v domácím ekosystému. Výsledky potvrdily pouze domněnku, že velký vliv na klíčení semen a vývoj semenáčů má uspořádání listů na stonku u dospělých rostlin, které se vyskytují na místě vývoje semenáče. Předpokládám, že pomocí navrhovaného experimentu s působením více typů disturbancí bude vliv okolních rostlin na uchycení semenáčů lépe čitelný. Pak by se dal lépe vysvětlit mechanismus uchycování nových druhů v ekosystémech.

Posledních několik desítek let jsou prováděny výzkumy s cílem studia lučních ekosystémů a nejvhodnějšího způsobu zvýšení počtu druhů v porostu. Kvůli citlivosti ekosystémů na vyhovující podmínky je třeba rozsáhlý výzkum zahrnující co největší rozsah typů luk. Svým projektem přidám výsledky a nové poznatky do již existujícího výčtu poznatků z jiných pokusů.

## **2. Stávající stav poznání**

### **2.1 Úvod do problému**

S postupem času se v České republice stejně jako v celé Evropě využívá stále méně orné půdy a pole jsou osévána pomocí travních směsí. Používané travní směsi ale vytvoří druhově chudé trávníky. Tyto travní porosty se pak sečou a hnojí a zůstávají druhově chudé ekosystémy s převahou několika konkurenčně silných druhů, které nedávají příležitost dalším konkurenčně slabším druhům se uchytit. Opouštění luk, které byly v minulých stoletích obhospodařovány citlivě s malou intenzitou, vede k výrazné ztrátě jejich biodiverzity (Jongepierová et al., 2007), stejně jako intenzifikace obhospodařování, hlavně intenzivní hnojení (Klimeš et al., 2010; Zeiter et al., 2006). Extenzivní hospodaření není přitažlivé pro majitele luk, protože vynaložená práce nepřináší efektivní výdělek, a hospodaření je tak často až ekonomicky neudržitelné (i když ekonomická udržitelnost je často ovlivněna dotacemi).

Pro zemědělce má přitom druhové bohatství luk velký význam. Tvrdí se, že tráva či seno pro domácí zvířata je výživnější v druhově bohatých porostech. Druhově rozmanité louky pak mají o 10% větší pórovitost než orná půda a udrží srážkovou či záplavovou vodu, snižují erozi půdy a další (Kvítek et al., 1997). Pravidelně pasené louky získají postupně vyšší výživovou hodnotu, protože zvířata snižují množství stařiny a silně tak redukuje přítomnost mrtvé biomasy (Bakker, 1989). Trvalé travní porosty jsou důležité i pro celou krajinu, protože se podílejí na udržení rovnováhy v krajině (Kvítek et al., 1997).

### **2.2 Omezení druhové diverzity luk**

Druhově bohaté, extenzivně obhospodařované louky ztrácejí druhovou bohatost opuštěním, tj. zanecháním pravidelného obhospodařování. Pravidelné obhospodařování v závislosti na jeho charakteru (pravidelné sečení, hnojení nepřilíš vysokými dávkami, pastva) zajišťuje dobré podmínky pro soužití mnoha druhů. Když ale pak dojde k přerušení nebo zanechání pravidelného obhospodařování, druhová rozmanitost se obvykle sníží (Bakker, 1989; Kupferschmid et al., 2000; Galvánek & Lepš, 2012) a podmínky mikrostanovišť i těch vhodných pro uchycení semenáčů, se změní (Kupferschmid et al., 2000).

Zatímco pravidelné kosení často druhovou bohatost udrží, obnovení kosení (nebo obecně extenzivního obhospodařování) často k obnovení bohatosti nestačí. V desetiletém pokusu provedeném ekology Stampfli a Zeiter (1999) obohatilo experimentální plochu po obnovení kosení pouze několik druhů rostlin nacházejících se v těsné blízkosti experimentální plochy. Důležitý problém, kvůli kterému se louka po obnovení kosení samovolně nevrátila do lepšího stavu druhové bohatosti, spočíval v nedostatku přísunu semen druhů z okolí. Nedostatek semen v souhře s limitací uchycování semenáčů (Willems & Bik, 1998; Stampfli & Zeiter, 1999) způsobil, že se udrželo a obohatilo plochu jen několik zdatnějších druhů (Stampfli & Zeiter, 1999). Nedostatečná zásoba semen může být způsobena příliš malým počtem dospělých rostlin daného druhu v okolí nebo neefektivním mechanismem šíření semen (Bakker, 1989).

### **2.2.1. Vliv omezeného počtu semen**

Omezení druhové bohatosti přísunem semen bylo zkoumáno pomocí řady pokusů s doséváním semen do druhově chudých travních porostů (Tilman, 1997; Zeiter et al., 2006, Zobel et al., 2000). Vysetím semen je totiž překonána limitace nedostatkem semen (Tilman, 1997). Přestože Zeiter et al. (2006) tvrdí, že vysít semena je třeba pro obohacení porostu několikrát a ne pouze jednou kvůli citlivosti semenáčů na požadované podmínky, Tilman (1997) po jednotlivém dodání semen pozoroval na ploše vyseté druhy i v reprodukčním stádiu po 4 sezónách.

Jak některé výzkumy ukázaly, omezený přísun semen může negativně ovlivnit primární produktivitu společenstva. Na tom, které druhy jsou přítomny, totiž závisí chod funkcí ekosystému (Zeiter et al., 2006). Zeiter et al. (2006) zjistili, že po přidání semen může být jejich uchycení ovlivněno lokálními podmínkami vytvořenými dospělými dlouhodobě usazenými rostlinami.

V úvahách o samovolné sukcesi nebo při revitalizaci porostů je třeba mít na paměti, že porost může získat jen druhy, které rostou v okolí porostu a mohou se dostat na plochu klonálně, nebo ty které se dostanou na plochu v dešti semen, nebo jejichž semena jsou uchována v semenné bance dané louky (Kupferschmid et al., 2000).

Jak ale píše Bakker (1989), přítomnost semen v semenné bance zajistí spíše regeneraci druhu v případě, že se ten rok nevydařila úroda semen nebo kosení bylo naplánováno na příliš brzy. Role semenné banky přitom záleží na druhu rostliny. Semenné banky mnoha lučních druhů se neudrží dlouho ve stavu schopném klíčení a zmizí-li druh z dospělého porostu, není semenná banka schopná obnovit jeho zastoupení v porostu (Bakker, 1989).

Jak se potvrdilo ve výzkumu Zeiter et al. (2006), semenáče druhů *Hypochaeris radicata* a *Anthyllis vulneraria* využívají během brzkého vývoje poskytnuté živiny efektivně, efektivněji než přítomné dospělé rostliny. Ve svém pokusu Zeiter et al. (2006) ukázali, že po vysetí semen na opuštěnou louku v množství a hustotě podobné přirozenému semennému dešti přibylo k běžnému počtu 2-15 krát více semenáčů než bez vysetí. Na pokusných plochách by teoreticky mohlo po vysetí vyrůst více jedinců. V praxi často podmínky i vhodná mikrostanoviště k vyklíčení a růstu mladých rostlin daného druhu byly k dispozici, ale velmi často se projevil vliv omezeného počtu semen (Zeiter et al., 2006).

Výsledky pokusů s doséváním provedené Zeiter et al. (2006) a Zobel et al. (2000) byly pozitivní i ve zvýšení počtu druhů uchycených na ploše. Pokud se v pokusu zvýší druhová diverzita po dodání semen, můžeme usoudit, že k samovolnému přibývání druhů nedochází právě kvůli nedostatečnému nebo chybějícímu zásobníku semen nebo nedostatečnému dešti semen (Zeiter et al., 2006).

V součtu je tedy druhová bohatost udržována proměnlivostí prostředí v případě na živiny bohaté plochy a v případě na živiny středně chudých nebo chudých ploch dostatečným přísunem semen (Zobel et al., 2000). Podle aktuálních vlastností prostředí a stavu daného druhu se ukáže, zda druh může do společenstva vstoupit a udržet se (Grubb, 1977).

### **2.2.2. Omezení uchycování nových semenáčů dostupností mikrostanovišť**

Příliš hustý porost na jedné lokalitě a mezery v porostu na jiné lokalitě se stejnými podnebnými podmínkami ukázaly, že základem pro uchycení nové rostliny, jak zmínili i Lepš a Rejmánek (1991), je volné místo s dostatečným přísunem světla, vody a živin (Zeiter et al., 2006).

Problém mezer v porostu je ale složitější a odvíjí se od množství živin v půdě louky a vyplývající kompetice.



Při klíčení preferují různé druhy různé abiotické podmínky i podmínky formované přítomnými dospělými rostlinami (Zobel et al., 2000), přitom druhové složení přítomných rostlin se zformuje podle dlouhodobého pravidelného managementu (Willems & Bik, 1998). Pravidelný management tak ovlivní druhové složení a zároveň ovlivní podmínky abiotického prostředí i prostředí vytvářeného rostlinami. Požadavky rostlin konkrétních druhů pak mohou být chápány jako požadavky rostlin na vlastnosti mikrostanoviště (Kupferschmid et al., 2000). To znamená, že zajištění vhodných mikrostanovišť je stejně důležité jako dostatečný přísun semen (Willems & Bik, 1998). Podle Grubba (1977) jsou pro úspěšné usazení rostliny na volném místě určujícími pochody: kvetení, opylení, vývoj semen, rozšíření semen v čase a v prostoru, klíčení, uchycení, další růst. Vlastnosti mikrostanoviště, které by mohly zmíněné kroky vývoje ovlivnit, jsou: čas utvoření volného místa v porostu, velikost a tvar mezery, orientace ke slunci, půdní povrch, přítomnost stařiny, přítomnost ostatních rostlin, přítomnost zvířat. Důležitým požadavkem je přítomnost potřebné mykorrhizy (Grubb, 1977; Zeiter et al., 2006). Přítomnost požadovaného druhu houby může také rozhodnout o četnosti vyvinutých semenáčů (Zeiter et al., 2006).

Druhy domácí na dané ploše a druhy, kterým se povede úspěšně usadit, jsou charakteristické pro stávající stádium sukcese (Lanta & Lepš, 2009). Teorie sukcese stanovuje, že sukcese by měla spět ke klimaxu, který je dán podmínkami prostředí. Eglerův koncept „počátečního floristického složení“ (Initial Floristic Composition) pak uvádí, že směr sukcese záleží na druzích, které byly na místě dominantní nejdříve (Lanta & Lepš, 2009). Lepš a Rejmánek (1991) naopak považují složení společenstva závislé na různorodosti přítomných habitatů s ohledem na omezení přísunu semen druhů podle pokročilosti sukcese. Lanta a Lepš (2009) navíc dodávají, že druhy charakteristické pro dané stadium sukcese jsou různě citlivé na podmínky prostředí, což v jejich pokusu ovlivnilo složení společenstva v kontejnerech s hlínou, které samovolně osidlovaly druhy rostlin.

Porost plochy se tedy vyvíjí způsobem odpovídajícím kombinaci podmínek daných přítomnými druhy v porostu a abiotických podmínkách. Jestliže se v porostu vytvoří mezery v různých časových intervalech, je přísun semen rozdílný, protože právě v těch časových intervalech produkují semena odlišné druhy rostlin, které se nacházejí v okolí porostu. Výsledek sukcese na odlišných plochách (kontejnerech) toho samého porostu se pak různí, ačkoli environmentální podmínky zůstávají stejné (Lanta & Lepš, 2009), např. podle toho,

kdy byly kontejnery dopraveny na plochu, tj. podle měnicího se deště semen v průběhu času. Ideálně na plochu dopadají semena velkého počtu druhů a uchytí se ta, pro které poskytuje plocha příznivé podmínky. Uchycení semen, kterým podmínky vytvořené přítomnou vegetací vyhovují, pak zajistí změnu druhového složení společenstva (Zeiter et al., 2006).

Nové druhy nebo celé funkční skupiny si mohou přitom v uchycování pomáhat nebo jeden zajistí podmínky k uchycení druhého a je nahrazen úspěšně uchyceným druhem, kterému vytvořil podmínky (Grubb, 1977). Nebo poslouží už jen to, že do porostu přibude jedinec nového druhu, který v budoucnu zajistí zásobení semeny svého druhu a přispěje k obnově lokální druhové bohatosti obohacením porostu o nové funkce (Willems & Bik, 1998).

Kvůli citlivosti semenáčů na konkrétní podmínky (Zeiter et al., 2006) byl definován termín regenerační nika („regeneration niche“) (Grubb, 1977).

Podle tohoto konceptu přežívá společenstvo jako jednotka déle než jeho členové. Jakmile nějaký jedinec zemře, nahradí ho jiný, který může a nemusí být stejného druhu. Výběr druhu u příchodního zástupce závisí na biotických i abiotických podmínkách prostředí. Výraz regenerační nika (regeneration niche) je tedy souhrnné označení pro požadavky druhu podmiňující vysokou pravděpodobnost úspěchu jedince při nahrazení jiného jedince předchozí generace (Grubb, 1977).

Bakker (1989) a řada dalších dále považují přítomnost mezer (gapů) v porostu za podstatnou pro úspěšné uchycení semenáčů. S tím souvisí i tvrzení Galvánka a Lepše (2012), že největší odpovědnost za ubývání druhů po zanechání hospodaření na lučním porostu má nahromaděný rostlinný opad blokující volné mezery a bránící semenáčům v uchycení (Goldberg & Werner, 1983). Hromadění rostlinného opadu je redukováno kosením a odstraňováním pokosené biomasy nebo pastvou. Mimo výraznou limitaci vytvoření stařiny jsou kosení a pastva disturbance, které omezí vliv dominantních druhů (Galvánek & Lepš, 2012).

Význam přítomnosti mezer v porostu ale závisí na vlastnostech plochy. Na uchycení semenáčů v porostu oligotrofní louky s vápenatou půdou nemá takový vliv přítomnost volného místa, protože větší ohrožení přinášejí patogeny a podmínky prostředí (sucho, mráz) než kompetice se sousedními rostlinami (Ryser, 1993). Naopak na loukách s dostatkem živin

vyprodukuje porost hodně biomasy a kompetice je daleko závažnější problém. Semenáče druhů, které dokázaly vzdorovat podmínkám prostředí v mezerách v porostu v Ryserově pokusu (1993), se uchytily i v rostoucí vegetaci bez mezer (Ryser, 1993).

Semenáče některých druhů jako *Arabis hirsuta* nebo *Primula veris* porost okolo sebe dokonce potřebovaly a ve volných mezerách se neuchytí, protože podlehnou suchu nebo mrazu (Ryser, 1993).

Ve společenstvech se mezery navzájem liší svými vlastnostmi a v každé mezeře podle jejích vlastností klíčí jiné druhy. To, že druhy využívají mezery v porostu s různými charakteristikami, je důležité pro zachování druhové diverzity. Mezery se liší v charakteru a v čase vzniku a právě v čase svého vzniku jsou zaplněny druhy, kterým vyhovují podmínky v dané mezeře. Záleží tedy na době, kdy se mezera vytvoří, a podnebných podmínkách – mráz nebo sucho mohou pokazit dobu vhodnou pro druh, který by byl k dispozici a připraven ke klíčení a růstu (Grubb, 1977).

Co se týče odlišnosti mezery podle způsobu jejího vzniku, bylo zjištěno, že například některé druhy rodů *Agrostis*, *Holcus* a *Poa* preferovaly mezery v porostu vytvořené zvířaty (Grubb, 1977).

V souhrnu se semenáče uchytily na volných místech v porostu s vyhovujícími podmínkami a mohou v případě potřeby zajistit regeneraci druhu v porostu.

Grubb (1977) k problému způsobu regenerace podotýká, že krátkověké trvalky stejně jako jednoletky a dvouleté rostliny, které rostou v jednolitém porostu s mezerami velkými jen 1-5cm se přímo musí obnovit („regenerate“) ze semen. Také mnoho lučních druhů musí větší mezery vytvořené zvířaty (krtci, králíci, atp.) překonat obnovou pomocí semen. Přestože většina semen klíčí nejhojněji na chráněných mikrostaništích - v malých mezerách, některé využívají měnících se podmínek vysychajících a znovu zvlhčovaných míst na otevřených plochách – velkých mezerách (Grubb, 1977).

Velikost semen má při klíčení a uchycení semenáče v porostu a zvláště v mezerách podstatný vliv (Ryser, 1993). Obecně rostliny s velkými semeny mají dostatečnou zásobu živin a energie, která jejich semenačům umožní přežít dlouhodobou kompetici s dospělými okolními rostlinami (Burke & Grime, 1996). Na rozdíl od druhů s malými semeny

nedokážou rostliny s velkými semeny ve svých vývojových stádiích efektivně využít zdroje k rychlému a hojnému růstu (Burke & Grime, 1996)

Výhodu rostlinám z velkých semen ale přinesla schopnost rychlého počátečního růstu (Ryser, 1993). Již ve velmi mladém stádiu si semenáče druhů s velkými semeny vytvoří kořenový systém a jsou tak schopny obstát i přes vysušení povrchové vrstvy půdy nebo zmrznutí půdy (Ryser, 1993). Zatímco tak rostliny z malých semen rychle vyrostou do výšky s hojným zastoupením a rychle vytvoří květy a následně nová semena, rostliny vyvíjející se z velkých semen, dávají přednost pomalému vývoji (Burke & Grime, 1996). Semenáče z malých semen ale předcházejí nebezpečí vyschnutí nebo zmrznutí vývojem v zapojeném porostu (Ryser, 1993).

Pro ilustraci problému velikosti semen poslouží příklad druhu *Solidago canadensis*: Protože *Solidago canadensis* má malá semena, potřebuje semenáč k úspěšnému uchycení poměrně velkou mezeru. Zároveň ale vyhledává vlhká stanoviště, na kterých z důvodu intenzivní kompetice o světlo vysokých rostlin často není dostatečně velká mezera. V takových případech se rozmnožuje vegetativně. Jedinec, který vyrostl ze semene předtím, než velkou volnou mezeru v porostu invadovala další vegetace, vytváří klony a předchází tak nutnosti vytvoření semen a následnému vývoji semenáčů v souvislém porostu (Goldberg & Werner, 1983).

Burke a Grime (1996) rozlišili rostliny podle velikosti semen a zjistili, že druhy rostlin s malými semeny vyžadovaly k vyklíčení a růstu semenáčů disturbance, které vytvořily mezery v porostu. Velká semena naopak mezery v porostu nevyžadovala a tudíž ani disturbance (k podobnému závěru došel také Bakker, 1989). Mezery v porostu ale představují velmi různorodá stanoviště, a jejich různorodost je dána hlavně jejich rozdílnou velikostí.

Člověk může disturbance vytvořit pomocí kosení či přivedením ovcí nebo dobytka na pastvu.

Úspěšný vývoj semenáčů ale závisí na další vlastnosti druhů. Pro druhy s velkými semeny je charakteristická vlastnost mírného a v čase rozloženého využívání zdrojů a mohou tak využívat živiny, které se uvolnily nebo jsou náhle k dispozici kvůli odumření některých okolních rostlin. Semenáče druhů s velkými semeny se pak vyvíjejí postupně, déle než

rostliny z malých semen, a využívají živiny k dispozici postupně v čase (Burke & Grime, 1996). Dlouhodobě potom záleží, jestli bude semenáčům vyklíčeným z velkých semen stačit takový přísun živin, nebo jestli zaniknou pod náporom ostatních rostlin (Burke & Grime, 1996).

Goldberg a Werner (1983) ukázaly v případové studii porovnávající dva druhy téhož rodu, jak výběr stanoviště závisí na vlastnostech rostlin. Výběr místa podle velikosti semen se projevil u dvou druhů rodu *Solidago* (*S. juncea*, *S. canadensis*), z nichž *S. juncea* měla větší semena a její semenáče se proto uchycovaly spíše v menších mezerách než *S. canadensis* nebo v zapojeném porostu (Goldberg & Werner, 1983). Domněnka, že největší vliv na výběr velikosti mezer má velikost semen se ale ukázala mylná. Porovnáním dvou pokusů na tom samém místě s týmiž druhy jednou ve stádiu semenáčů a jednou dospělých rostlin vyšlo najevo, že semena nebo semenáče *S. juncea* a *S. canadensis* vlastně svým vyklíčením nebo uchycením nerozhodují, kde poroste dospělá rostlina. U zmíněných druhů je totiž dána mozaika porostu přežitím juvenilních jedinců. Větší vliv při výběru vhodného místa k životu má uspořádání listů na stonku. Patra listů obou druhů jsou formována do horizontálních růžic. Zatímco *S. canadensis* vyrostе v počátečních stádiích života do výšky, nejméně tak vysoko jako okolní vegetace, *S. juncea* má již v počátečních stádiích strukturu více horizontální a uprostřed vysoké vegetace je pak zastíněna. *S. juncea* proto v dospělosti preferuje suchá místa, kde je vegetace krátká a kompetice o světlo nízká. Zato *S. canadensis* nesnese sucho a vyhledává raději vlhká místa porostu, kde zvládá kompetici o světlo s ostatními vysokými jedinci, ale předchází vyschnutí (Goldberg & Werner, 1983; Werner in prep. in Goldberg & Werner, 1983).

Na příkladu *S. juncea* a *S. canadensis* je patrnо, že о úspěšném uchycení rostliny rozhodují další vlastnosti struktury rostliny jako je v tomto případě uspořádání listů na stonku.

Když se vytvoří volné místo v porostu, mají kompetiční výhodu druhy, jejichž semena obsadí volný prostor jako první – měla by tedy být tato semena k dispozici na místě. Mezi faktory ovlivňující, zda jsou k dispozici ke klíčení vhodná semena, jsou délka přežití semen a predace semen (Grubb, 1977; Zeiter et al., 2006).

Délka přežití semen se liší podle druhu rostliny i mateřského společenstva. Semena některých druhů čekají v semenné bance lokality na chvíli, kdy se pro ně vytvoří vhodné místo v porostu nebo mezera ve využívání živin ze zdroje (Grubb, 1977).

Semena v semenné bance zůstanou schopná vyklíčení různě dlouho v závislosti na druhu, nicméně u všech druhů se postupně snižuje počet semen schopných vyklíčit. Přesto semenná banka měla svůj podíl na návratu druhové diverzity v pokusu Willemse a Bika (1998) na 20 let opuštěnou louku.

Doba, po kterou semena zůstanou v semenné bance, také záleží na jejich přitažlivosti pro predátory, stravitelnosti a hustotě výskytu predátorů (zvířat a mikroorganismů) (Grubb, 1977).

Rok může být rozdělen podle úseků vhodných pro jednotlivé druhy ke klíčení. Některým druhům vyhovuje více období ke klíčení (Grubb, 1977), v našich podmínkách to bývá jaro a podzim. Doba, ve které semena začnou klíčit, záleží na podmínkách počasí a ostatních podmínkách okolního prostředí (Kupferschmid et al., 2000). Doba klíčení semen nezávisí tedy tolik na mikrostanovišti a Kupferschmid et al. (2000) uvádí, že doba klíčení charakteristická pro dané druhy není ovlivněná ani například v případě, že se plocha kosila. Podmínky mikrostanoviště ale kosení formuje a ty pak ovlivní četnost klíčení vysetých semen u každého druhu (Kupferschmid et al., 2000).

Období klíčení využívají druhy různými způsoby. V zemích, kde pravděpodobnost jarních mrazíků není vysoká, mají kompetiční výhodu druhy, jejichž semena klíčí v brzkém jarním období s nízkými teplotami, před rostlinami se semenáči počínajícími růst později (Burke & Grime, 1996; Grubb, 1977). Díky místu k dispozici ale především díky dostatečnému přístupu ke světlu mohou semenáče, které se obvykle uchytí v hojném počtu, rychle a efektivně růst (Burke & Grime, 1996; Lanta & Lepš, 2009). Pokud ovšem pozdní mrazy přijdou, mají časně vyklíčené semenáče velkou pravděpodobnost, že zmrznou a zahynou.

Nečekané změny prostředí fatálně ovlivní druhy, které k vyklíčení a počátku růstu potřebují krátké období (Grubb, 1977) (podobně jako druhy klíčící brzy na jaře s úmyslem využít volného místa mohou být zaskočeny neobvyklými mrazy).

Při načasování období klíčení reagují semena často na teplotu prostředí. Reakce semen se liší i u druhů obývajících stejné společenstvo (např. u zimních jednoletků na pobřeží a písčiny).

dunách v Evropě a Sever. Americe) (Grubb, 1977). U mnoha druhů ale mohou rozhodovat jiné faktory. V našich podmínkách jde běžně o kvalitu (a někdy i množství) světla.

S úspěšným vyklíčením semen a uchycením semenáčů souvisí problém volných míst. Tilmana (1997) zajímal problém volných míst, protože ve svém pokusu nezaznamenal po uchycení nově vysetých druhů snižování hustoty nebo vymírání dříve přítomných nebo nově přichozích druhů. Přestože připouští, že čtyři roky sledování mohly být příliš krátká doba na zhodnocení směru, kterým vývoj složení porostu směřuje, posuzováno za předpokladu všech vyřčených hypotéz přibudou nové druhy snadněji, je-li travní porost druhově chudý (Tilman, 1997). Podle Tilmana (1997) jsou tedy druhově bohaté plochy odolnější vůči invazi v souvislosti s mezidruhovými interakcemi a omezením šíření semen i kompeticí, což udržuje určitou míru druhové bohatosti porostu. Tilmanův (1997) pokus potvrdil, že existuje záporná korelace mezi původní druhovou bohatostí ploch a počtem vyvíjejících se jedinců z přidaných semen.

Menší pravděpodobnost k úspěchu při invazi přináší také fakt, že čím je porost druhově bohatší, tím efektivněji jedinci musí využívat zdroje k dispozici a není tak jednoduché najít volné místo či „skulinu“, kterou unikají nevyužité živiny (Tilman, 1997).

Za předpokladu, že lokální druhová diverzita je určena vzájemnými vztahy dlouhodobě usazených rostlin, můžeme předpokládat, že jen málo dalších druhů se tak rychle dokáže přizpůsobit zaběhnutým vztahům a druhová bohatost společenstva by se těžko zvyšovala.

Jiná hypotéza ale poukazuje na fakt, že množství semenáčů, které přežijí a úspěšně se vyvinou, je omezené, což také limituje místní hustotu výskytu druhů a tedy místní diverzitu. Míra klíčení semen a úspěšnosti přežití semenáčů se proto zvýší přidáním semen. Nové druhy mohou přibývat do společenstva právě proto, že nové druhy využívají zdroje a prostředky, které jsou k dispozici ale ostatními druhy nevyužívané dostatečně efektivně (Tilman, 1997).

Rovnováha kompetice o zdroje zajistí výhodnější podmínky růstu pro všechny druhy, ne například jen pro několik druhů rostoucích do výšky, které stíní ostatním nižším druhům (Grubb, 1977). Stejně jako při sukcesi najdou přichozí druhy cestu, která jim umožní využívat stejný zdroj využívaný ostatními druhy, vlastní charakteristickou cestou (Tilman, 1997).

Jiné pokusy ale závislost mezi druhovou bohatostí porostu a horšími podmínkami k uchycení nových druhů neprokázaly. Zobel et al. (2000) shledali, že uchycování druhů, které do porostu vyseli, nebylo závislé na počtu přítomných druhů a považují nedostatečný přísun semen za závažnější v omezení druhové diverzity společenstva druhově bohatých vápnitých luk.

### **2.2.3. Disturbance**

Protože semenáče potřebují k úspěšnému uchycení mezery, je zřejmé, že více druhů by vyklíčilo a setrvalo na pokusných plochách, kdyby docházelo k disturbance. Disturbance by sloužily jako změny v prostředí ovlivňující dynamiku stabilního společenstva (Grubb, 1977). Burke a Grime (1996) ve svém pokusu provedli několik způsobů disturbance (tvorba mezer – gapů – různé velikosti, kosení vegetace do různých délek a v různých částech roku) a zjistili, že na místech disturbance se uchytily vyseté druhy v největší hustotě. Zobel et al. (2000) zvýšenou četnost uchycených semenáčů potvrdili, ale argumentují, že disturbance v jejich pokusu neměly žádný signifikantní vliv na druhovou diverzitu porostu. Zobel et al. (2000) navíc dodávají, že potřeba vytváření mezer v porostu závisí na množství živin v porostu a s tím spojenou kompeticí. Vznik mezer v porostech s vyšší produktivitou a hnojených porostech je proto více zapotřebí pro uchycení nových semenáčů než v porostech půd chudých na živiny (Zobel et al., 2000).

Podle typu porostu je třeba také volit typ disturbance. Půdní disturbance zvýší počet uchycených semenáčů. To ale neplatí absolutně, protože například na alvaru (oligotrofní trávníky na severu Evropy), na kterém se vyskytuje malé množství stojící biomasy a periodicky se opakují silná sucha, nemusí být potlačována kompetice a disturbance mají proto malou účinnost ve zvyšování druhové diverzity (Zobel et al., 2000).

Typem disturbance na lokalitě je často významně ovlivněna úspěšnost vyklíčení semen a přežití semenáčů (zejména rostlin, které nepatří mezi trávy, ale i trav).

Pozitivně úspěšnost uchycení semenáčů ovlivní kosení a odstraňování stařiny (Ryser, 1993; Burke & Grime, 1996; Kupferschmid et al., 2000; Galvánek & Lepš, 2012).



Kosená plocha na rozdíl od opuštěné a neobhospodařované plochy poskytuje semenáčům na samém povrchu půdy určité podmínky: dostatek světla (v porovnání s plochou, kde se porost neseče), ale také proměnlivost teploty a půdní vlhkosti a podmínky plochy se začnou lišit také v potenciálu půdy k podléhání erozi (při silném dešti nebo záplavách) (Kupferschmid et al., 2000).

Kosení redukuje výšku porostu, který stíní a zabraňuje uchycování semenáčů a potlačuje tak zvyšování lokální druhové diverzity (Zobel et al., 2000).

Bakker (1989) ale upozorňuje, že semenáčům nevadí ani tak vysoký porost, který se kosením redukuje, dostane-li se do něj dostatečné minimum světla, jako krátkostébelné trávničky s velkým množstvím stínící stařiny.

Kupferschmid et al. (2000) ve své práci označili sečení trávy na pokusných plochách jako prevenci proti hromadění stařiny, která by později ubírala vyvíjejícím se semenáčům světlo a zpomalovala vývoj mladých lístků na začátku vegetační sezóny (Galvánek & Lepš, 2012; Grubb, 1977).

Druhy klíčící v porostu na hluboké stařině, obvykle nepřežijí kvůli vyschnutí před tím, než jejich kořeny dosáhnou holé půdy (Grubb, 1977). Nebo stařina může stínit nebo jinak bránit semenům ve vyklíčení (Graham & Hutchings, 1988) například mechanickým odporem, stařina vytváří tmavé místo a hromadí vlhkost, tedy podmínky vhodné pro plísně a houby a dále může stařina produkovat sloučeniny, které inhibují potenciál semenáčů k růstu (Goldberg & Werner, 1983).

Na druhou stranu ale Grubb (1977) a Kupferschmid et al. (2000) zmiňují, že v některých případech stařina semenáčům pomohla. Stařina nahromaděná na neobhospodařovaných plochách nebo husté trsy trav totiž zabránily rozsáhlejšímu vysychání půdy během suchých období. Přesto se více vysetých druhů v pokusech uchytilo sice v proměnlivějších podmínkách ale bez stařiny (Kupferschmid et al., 2000; Galvánek & Lepš, 2012).

Pozitivní vliv kosení na vegetaci společenstva nebo negativní vliv opuštění se podle práce Galvánek & Lepš (2012) začne projevovat velmi rychle, často už po dvou letech. Také v pokusu Willemse a Bika (1998) se diverzita původně druhově bohaté louky s vápnitou půdou díky obnově každoročního kosení zvýšila ze sedmi druhů na 39 za tři roky. Na

rychlém zvýšení počtu druhů má podíl také odstranění stařiny, díky kterému se aktivují semena uložená v semenné bance (Graham & Hutchings, 1988).

Podobně jako stařina může působit na uchycení a přežití semenáčů i mechové patro a to jak negativně (Špačková et al., 1998), tak pozitivně (Ryser, 1993). Špačková et al. (1998) studovali vliv dominantních druhů v kompetici, vliv vrstvy stařiny a vliv vrstvy mechu na uchycování semenáčů a život usazené vegetace. Podle výsledků pokusu měly všechny faktory ale zejména vrstva mechu vliv hlavně na úspěch semenáčů při usazování. Z toho vyplývá, že k rychlému obnovení druhové bohatosti plochy, pouhé kosení nestačí (Špačková et al., 1998; Stampfli & Zeiter, 1999). Na sečených pokusných plochách se uchýtilo méně semenáčů než na plochách, kde docházelo k odstraňování mechové vrstvy (Špačková et al., 1998). Naopak Ryser (1993) ve svém pokusu na živinově chudé louce s vápencovou půdou zjistil, že díky mechové vrstvě se zvýšil počet uchycených semenáčů. Pozitivní vliv mechu nebo jiné vegetace by se dal očekávat spíše v oblastech s těžšími klimatickými podmínkami jako pouště středního Mexika nebo alpská společenstva rostlin (Ryser, 1993). Nečekaný výsledek byl zapříčiněn podle Rysera (1993) tím, že na živinově chudé louce zůstávají volné mezery v porostu poměrně dlouho (více než jeden rok) prázdné a později zarůstají převážně vegetativně.

Nově příchozí druhy dále mohou mít problém se na ploše udržet kvůli přítomným kompetičním dominantám (Lanta & Lepš, 2009). Například kompetičně silné trávy mohou vytlačovat druhy preferované z ochranných důvodů (Jongepierová et al., 2007). I přesto, že byla vyseta semena nových druhů a dostatek vláhy v průběhu deštivého roku semena v klíčení podpořil, podpořil také celkově vegetaci v růstu a zvýšila se tak intenzita kompetice (Zeiter et al., 2006). Rostliny vysílené bojem v kompetici na začátku roku, nedorostly již po zbytek roku do tak vitálního stavu jako obvykle (Zeiter et al., 2006).

Kompetice má významný vliv i na výslednou druhovou skladbu společenstva a ovlivňuje tak druhovou diverzitu travinného porostu (Zeiter et al., 2006). Kompetice rozhodne, které druhy po vysetí na ploše zůstanou (Lanta & Lepš, 2009; Zeiter et al., 2006), často nezávisle na pořadí vysetí (Lanta & Lepš, 2009).

Odstraňováním kompetičně silných druhů, které by po zanechání kosení vytlačovaly kompetičně méně zdatné druhy, lze zajistit pomocí kosení dostatek světla pro kompetičně

slabé druhy (Galvánek & Lepš, 2012). Kosení značně potlačí kompetici o světlo zvláště proto, že rostliny, které se ve společenstvu prosadí nejsilněji, jsou nejvyšší a ubírají tak nejvíce světla. Kosení pak jedince druhů dorůstajících nejvýše ovlivní nejsilněji na rozdíl od druhů nízkého vzrůstu, jež ztratí při kosení nejméně biomasy a často regenerují rychle (Galvánek & Lepš, 2012). Podle pozorování Kulla a Zobela (1991) se objevuje největší druhová diverzita v porostech, kde výška jedinců se navzájem nejvíce blíží a kompetice o světlo je tedy vyrovnaná. Zavedený management, který má udržet nebo zvýšit druhovou diverzitu porostu, musí zajistit vyvážený přísun světla všem rostlinám (Kull & Zobel, 1991).

Pro kosení mluví také fakt, že některé druhy potřebují zastínění v raných fázích vývoje semenáče, ale dále ve vývoji v dospělou rostlinu potřebuje více světla (Grubb, 1977).

V konkrétních případech se lze v ochranářské praxi setkat s kosením v dobu, kdy preferované druhy již odkvetly a vytvořily semena. Stačí potom odstranění biomasy k potlačení dominant a preferované druhy tak získají příležitost prosadit se. Předpokládám, že druhy, které potřebují světlo později, upřednostňují pozdní kosení nebo kosení ve dvou fázích. Bylo by vhodné management naplánovat tak, aby druhé kosení zajistilo dostatek světla pro dokončení vývoje a uskutečnění přechodu z juvenilní fáze semenáče do dospělé rostliny.

Zatímco Stampfli a Zeiter (1999) uvádějí, že travinnému porostu opuštěnému delší dobu nemůže být vrácena druhová bohatost pouze kosením, Galvánek & Lepš (2012) upřesňují, že může ale za dlouhou dobu. Podle Kulla a Zobela (1991) je potřeba kosit alespoň třicet let, aby se druhová diverzita porostu vrátila do původního stavu. Dlouhodobě opuštěné travinné porosty totiž nemají dostatečně bohatou semennou banku a přenos dostatečné zásoby semen na větší vzdálenost než 25 metrů a úspěšné uchycení je nepravděpodobné (Stampfli & Zeiter, 1999). Přesto, jak navrhuje Galvánek & Lepš (2012), kosení a shrabání pokosené trávy přispěje k revitalizaci opuštěné plochy.

Pastva je dalším možným typem disturbance. Po znovuzavedení pastvy v pokusu Bakker (1989) se zvýšila četnost výskytu druhů, které běžně indikují živinově středně zásobené a na živiny chudé půdy. Mezi takové druhy patřili *Agrostis capillaris* a v případě *Hypochaeris radicata* se četnost zvýšila díky pouhé pastvě dokonce rychleji než kosením, nebo kombinací kosení a pastvy v různých intervalech, či přesouvání drnů a pletí (Bakker, 1989).

Jak už bylo řečeno, podmínky mikrostanoviště ovlivňuje přítomnost stařiny. Problém stařiny lze vyřešit i pastvou. Hromadění mrtvé biomasy je redukováno častou pastvou a často zkracované stonky víceletých rostlin navíc vytvoří více listů v poměru k délce stonku (Bakker, 1989). Protože se s vyšším poměrem listů ke stonku zvýší množství bílkovin v biomase rostlin a zlepší se jejich stravitelnost a to nezávisle na zastoupení druhů, je biomasa rostlin pro herbivory lákavá a efektivní pastva dlouhodobě udržitelná (Bakker, 1989).

Pro druhy, které potřebují na začátku vývoje zastínění a později dostatek světla, by pastva také mohla být řešením. Jak Bakker (1989) zaznamenal, při pastvě se může vytvořit struktura porostu, v níž se střídají malé oblasti důkladněji a lehčeji vypasené. Mění se tak délka porostu, v němž je během jara a brzkého léta zastoupeno mnoho rozlehlých pouze lehce zkrácených částí, které by semenáčům poskytovaly potřebné zastínění. V pozdním létě a na podzim, kdy už porost neprodukuje tak velký objem, ovce přepásly v Bakkerově pozorování plochu znovu a zkrátily porost důkladněji (Bakker, 1989) a to by mohlo vyhovovat rostlinám, které potřebují dostatek světla v pokročilejší fázi vývoje. Přepásání obvykle po dvojím kosení bylo běžnou praxí tradičního zemědělství i u nás.

#### **2.2.4. Výběr managementu**

Vytvoření mezer v porostu pomocí kosení nebo pastvy je třeba naplánovat s ohledem na čas vzniku mezer a hustotu opakování vzniku mezer, tedy načasování a frekvenci pastvy a kosení.

Při výběru vhodného managementu závisí také na příčinách poklesu druhové diverzity porostu. Je-li porost druhově chudý kvůli příliš velkému obsahu živin v půdě a s tím spojenou výhodou pro kompetičně silné druhy, odstraňováním biomasy se živiny z plochy odebírají. Kdyby totiž biomasa nebyla odstraněna, při jejím rozkladu se znova využijí živiny, které v sobě obsahuje. Při pastvě je ale rozdíl mezi množstvím odebraných a zpět vrácených živin v podobě hnoje malý. Co se týče redukce živin na ploše, zdá se tedy kosení ideální. Přesto při správném načasování a správné frekvenci kosení ale i pastvy a s tím spojenou změnou struktury porostu se začne zvyšovat druhová bohatost porostu, aniž by docházelo k ochuzení půdy o živiny. Ani jeden způsob hospodaření samozřejmě nesmí být spojen s dodatečným hnojením (Bakker, 1989).

Bakker (1989) uzavírá, že oba způsoby managementu, kosení a pastva, vedly k zvýšení nebo zachování počtu druhů na ploše. Pouze frekvence pastvy nebo kosení udávala, zda byl počet druhů vyšší a mezi druhy vyrovnaný na kosených, nebo pasených plochách.

### **2.3. Význam druhově bohatých luk**

Druhová rozmanitost v krajině pomůže v celkovém ekologickém rozvoji krajiny, ale má i praktické využití pro hospodáře luk v kvalitnějším a výživově hodnotnějším seně (Jongepierová et al., 2008).

Záchrana a obnova druhově bohatých luk je směřována zejména na uchování biodiverzity v krajině (Jongepierová et al., 2007). Společně s opouštěním nebo rozoráním travních porostů se snížila druhová bohatost v krajině, ale také zanikla řada habitů zejména pro bezobratlé živočichy a rozmanité druhy rostlin (Jongepierová et al., 2007).

Obnovu druhově bohaté louky zvýšením počtu druhů nebo obnovení louky na místě dnešní orné půdy je nutno provést v závislosti na charakteru travního porostu či vhodnosti klimatických podmínek lokality. Nejčastěji se uplatňuje vysévání (Jongepierová et al., 2007; Zeiter et al., 2006), další možnosti jsou přesouvání drnů druhově bohatších porostů na druhově chudé plochy (Klimeš et al., 2010), obnovení pastvy nebo kosení (Stampfli & Zeiter, 1999).

### **2.4. Shrnutí**

Jak vyplývá z uvedených informací, nové druhy do ekosystému přibudou pouhým kosením nebo pastvou velmi pozvolna. K pastvě a kosení by proto přispěly přistěhované drny z jiného druhově bohatšího porostu. Kombinace předchozích s doséváním by zajistila nejintenzivnější zrychlení přísunu nových druhů, které se do porostu začlení jak vývojem ze semen tak vegetativně. Nejúčinnější by ale jistě bylo začleňování určitých druhů do porostu po výběru konkrétního vhodného druhu podle vlivu okolních rostlin na klíčení semen, vývoj semenáče a juvenilní rostliny až do stádia rozmnožování toho daného druhu. Zde je třeba velmi rozlišovat mezi loukami, které jsou velmi druhově chudé, nemají již žádnou ochrannou hodnotu, a v blízkosti se nevyskytuje vhodný porost, který by působil jako zdroj diaspor (pak je dosévání zřejmě vhodné), od luk částečně zanedbaných, kde je diverzita snížena jen

částečně, a občas se vyskytují i ochránářsky zajímavé druhy, případně je blízký zdroj diaspor. V případě takto ochránářsky zajímavých luk často stačí zavedení managementu.

Přestože bylo uchycování semenáčů mnohokrát studováno, zůstává řada nezodpovězených otázek. Jedna z nich je, jak vlastnosti druhů dospělé vegetace ovlivňují úspěšnost uchycení semenáčů. Tato otázka je důležitá i pro praktické účely při zvyšování druhové diverzity pomocí dosévání druhů do porostu. Proto se můj projekt zaměří na vlastnosti druhů rostlin vyskytujících se v blízkém okolí vyvíjejícího se semenáče a jejich vliv na vývoj tohoto nového jedince. Zaměřím se tedy nejen na přítomnost jiných rostlin v okolí místa vývoje semenáče, ale na vliv druhového složení společenstva na vývoj semenáče.

### **3. Cíl projektu**

Cílem projektu je zjistit, které vlastnosti rostlin a jak ovlivňují úspěšnost uchycení semenáčů vysévaných druhů v travním společenstvu. Použiji metodu korelování počtu semenáčů vysetých i na lokalitě přítomných rostlin s různými vlastnostmi vegetace na malé prostorové škále.

### **4. Hypotézy**

Uchycování semenáčů je ovlivňováno vlastnostmi vegetace dospělých rostlin („established vegetation“).

Uchycování semenáčů je ovlivněno jednak druhovou bohatostí, jednak vlastnostmi druhů (vegetaci charakterizují pomocí metody vážených průměrů (community weighted means, CWM)).

Disturbance, čili narušování drnu, zvýší uchycení semenáčů.

## 5. Návrh experimentu

### 5.1. Podmínky prostředí

Experiment proběhne na louce, která vznikla z opuštěného zemědělského pole naposledy obhospodařovaného roku 2001. Louka se kosí dvakrát ročně – v létě (obvykle v červnu) a na podzim (září). Protože je na ní provozováno ekologické zemědělství, neprovádí se zde postřik ani hnojení. Celá louka slouží kromě sekání trávy za účelem sušení sena k ekologickým a botanickým pokusům. Pokusy spojené s vyséváním semen obohacují louku o rozmanité druhy a porost je tedy druhově různorodý. Na louce je tak velmi vysoká heterogenita druhového složení, která není podmíněna prostředím, čímž vzniká výhodné prostředí pro navrhovaný experiment.

Bývalé pole se nachází poblíž Benešova nad Lipou v Jižních Čechách v nadmořské výšce asi 660 m.n.m. Klima v oblasti Benešova je mírné, průměrná roční teplota 6,4°C a průměrný roční objem srážek 680mm (Lanta & Lepš 2007, místní meteorologická stanice v Benešově nad Lipou).

### 5.2. Postup

V průběhu vegetační sezóny pro ujištění, že vegetace je plně rozrostlá, (v červnu nebo červenci 2014) provedu fytoecologické snímkování mapující přítomnost druhů rostlin na konkrétních plochách.

Pozdě na podzim, pro napodobení přirozených podmínek, vyseji semena vybraných druhů na pokusné plochy. Jejich klíčivost ověřím v klimaboxu poté, co prodělají zimu v podmínkách (teplotě vzduchu), ve kterých by se nacházela v přirozeném prostředí. Směs semen bude obsahovat semena druhů: *Arnica montana*, *Campanula patula*, *Colymbada scabiosa*, *Dianthus deltoides*, *Hypericum maculatum*, *Hypochaeris radicata*, *Linaria vulgaris*, *Lychnis viscaria*, *Potentilla erecta*, *Sanguisorba officinalis*, *Solidago virgaurea*. Pozorováním klíčení zjistím, jaká část semen klíčí (a jaká je defektní a neschopná vyklíčit). Musím proto vysít dostatečné množství semen, aby bylo možné stanovit procentuální část vyklíčených semen.

V experimentu budu semena vysévat na plochy se třemi typy disturbance. Všechny plochy budou každoročně koseny. Kontrolní plochy budou pouze koseny bez dalších zásahů. Na



části ploch budu narušovat drn pomocí hrábí. Narušením drnu hráběmi se vytvoří rovnoměrné narušení celé plochy. Velké disturbance pak zastane odstraňování drnu pomocí lopatky. V případě odstraňování drnu pomocí lopatky budu odstraňovat drny v rozích čtverce uprostřed plochy s rozměry 0,3m x 0,3m, tedy čtyři rohové čtverce z celkem devíti čtverců 0,1m x 0,1m.

V případě kontrolních ploch tedy naseji směs semen do porostu pravidelně sečeného. V druhém případě ploch s porostem upraveným hrabáním naseji semena hned po shrabání a stejně tak ve třetím případě odstraněných drnů v rozích čtverce 0,3m x 0,3m.

Plochy kontrolní, shrabané a s odstraňováním drnů se budou střídat šachovnicově tak, aby byly plochy s různým managementem pravidelně rozmístěny a nestály hned vedle sebe.

Uprostřed vegetační sezóny (v červnu nebo červenci) roku 2015 určím výskyt semenáčů vysetých druhů na plochách, jejichž vegetaci (zastoupení druhů) dříve zmapuji. V každém ze čtverců 0,3m x 0,3m, které budou dále rozděleny na 9 menších čtverců o rozměrech 0,1m x 0,1m, určím počet semenáčů vysetých druhů i druhů přítomných na ploše před experimentem. Snímkování provedu celkem šestkrát: vždy uprostřed a na konci vegetační sezóny. Použiji čtverce malé velikosti, protože na této prostorové škále může nejspíše dojít k ovlivnění uchycování semenáčů dospělou vegetací.

V hodnocení dat zohledním vlastnosti dospělých rostlin, které tvořily společenstvo pro uchycování semenáčů, a vliv disturbance.

### 5.3. Časový harmonogram

	2014				2015				2016				2017			
	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.	1.	2.	3.	4.
	čtvrtletí				čtvrtletí				čtvrtletí				čtvrtletí			
Vytýčení ploch		X														
Provedení disturbancí				X												
Setí				X												
Setí - klimabox					X											
Fytcenologické snímkování		X				X		X		X		X		X		X
Analýza dat			X				X	X			X	X			X	X
Vypracování závěrečné zprávy, příprava k tisku																X

## 5.4. Finanční náklady

	rok 2014 (Kč)	rok 2015 (Kč)	rok 2016 (Kč)	rok 2017 (Kč)
Materiál	2 500	1 000	1 000	1 000
Přístroje	5 000			4 000
Cestovní náklady	2 000	2 000	2 000	2 000
Osobní náklady	19 950/měsíc	19 950/měsíc	19 950/měsíc	19 950/měsíc
Rezerva	2 000	2 000	2 000	2 000
Celkem	151 150	244 400	244 400	248 400
Celkem projekt	888 350			

Materiál: Plastové tyče na vyznačení ploch, materiál na výrobu čtverce na fytoecnologické snímkování, 2 měřicí pásma (50m), kancelářské potřeby, semena.

Přístroje: Váha s přesností na setiny gramu, zařízení místnosti na pěstování rostlin, PC software na vyhodnocení výsledků.

Cestovní náklady: Cesta autem, autobusem nebo vlakem, ubytování.

Osobní náklady: Plat na 40 hod/týden 1 pracovník, čistá mzda 15 000/měsíc, 33% sociální a zdravotní pojištění.

Rezerva: Finance pro případ oprav, dokoupení.

## 5.5. Terénní pilotní pokus

### 5.5.1. Metody

Pilotní pokus jsem provedla na louce popsané v Návrhu experimentu. V rámci dřívějších pokusů přímo na části louky, kterou jsem používala, byly vysévány druhové směsi různého složení a na některé plochy bylo přidáno malé množství hnojiva. Předchozí pokus byl zcela ukončen v roce 2005 (Lanta & Lepš, 2007) a od té doby byla část louky, kde ležely plochy, které jsem používala, jen pravidelně kosena, a různé druhy se volně rozšířily do okolí, proto se jednotlivé zásahy už nedají určit.

V červnu 2011 jsem provedla fytoocenologické snímkování ploch, na které jsem plánovala vysít semena, pro zmapování přítomnosti druhů rostlin.

V listopadu roku 2011 jsem vysela semena rovnoměrně na pokusné plochy (2m x 2m). Směs semen obsahovala komerční semena od firmy Planta Naturalis Markvartice, zastoupené druhy byly: *Arnica montana*, *Campanula patula*, *Colymbada scabiosa*, *Dianthus deltoides*, *Hypericum maculatum*, *Hypochaeris radicata*, *Linaria vulgaris*, *Lychnis viscaria*, *Potentilla erecta*, *Sanguisorba officinalis*, *Solidago virgaurea*. Každý druh byl ve směsi zastoupen dílem semen o hmotnosti 0,5g s přesností na setiny gramu. Protože semena *Campanula patula* byla malá a k dispozici byl 1g, podíl semen tohoto druhu byl 0,04g s přesností na setiny. Protože byla semena v papírových sáčkích, vypadala semena druhů *Lychnis viscaria* a *Campanula patula* ohybem sáčku. Příště se musím při provádění pokusů vyvarovat takových chyb. Ve směsi určené k vysetí na plochu číslo 17 bylo 0,818g *Lychnis viscaria*. Na směsi semen od 18. po 24. plochu již semena *Lychnis viscaria* nezbyla. Semena druhu *Campanula patula* zbyla do plochy č. 18. Protože nebylo jasné, zda by dodavatel semen dodal druhy z téže sklizně a skladované stejným způsobem, považovala jsem za nejlepší řešení nechat plochy neoseté, než je osít semeny, která by byla jiného původu.

K vysetí na plochy se hodila semena vyjmenovaných druhů, protože jsou to luční druhy snadno komerčně dostupné a použité druhy měly šanci na lokalitě vyklíčit (J. Lepš, ústní sdělení).

Ověřovala jsem klíčivost semen jednotlivých druhů.

Zbylá semena ze stejné dodávky jako semena vysetá na louku jsem uložila do papírových sáčků do teploty vzduchu přibližně stejné jako na louce (na balkoně katedry botaniky – České Budějovice), aby absolvovala zimu ve zhruba stejné teplotě vzduchu jako semena vysetá.

Na konci března 2012 jsem vysela uskladněná semena do misek se sterilovaným pískem (misky předem umyty Savem, sterilizace písku: 3 hodiny při teplotě 120°C). Vysela jsem 100 semen každého druhu. Byly tedy vysety druhy: *Arnica montana*, *Campanula patula*, *Colymbada scabiosa*, *Dianthus deltoides*, *Hypericum maculatum*, *Hypochaeris radicata*, *Linaria vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Sanguisorba officinalis*, *Solidago virgaurea*. Během ověřování klíčivosti došlo k technickému nedopatření a vyklíčené semenáče uschly. Pozorování mi ale dalo představu, které druhy klíčí bez problému. Při dalších pokusech se musím takových nedopatření vyvarovat. V případě druhu *Campanula patula* bylo k dispozici pouze několik semen. Druh *Lychnis viscaria* nebyl k dispozici vůbec.

Oseté misky jsem umístila do místnosti se stálou teplotou (22°C) a stálým osvětlením (12 hod/12 hod).

V červnu roku 2012 jsem určovala výskyt druhů na plochách, na kterých jsem pracovala. Fytcenologické snímky jsem pak prováděla na plochách o rozměrech 2m x 2m, ploch bylo celkem 24. Rozměry ploch byly vyměřeny přesně.

Další fytcenologické snímkování se odehrávalo ve středu lichých ploch ve čtvercích o rozměrech 0,3m x 0,3m, které byly dále rozděleny na 9 menších čtverců o rozměrech 0,1m x 0,1m. Vedle určení počtu procent plochy pokryté dospělým druhem jsem zaznamenala počet semenáčů druhů, které byly v listopadu předchozího roku (2011) na plochy vysety, a celkový počet semenáčů ostatních druhů. Fytcenologické snímkování ve čtvercích

0,3m x 0,3m ve středu ploch jsem provedla celkem třikrát: v červnu 2012, září 2012 a červnu 2013. Vzhledem k časové náročnosti fytcenologického snímkování devíti malých čtverců na každé z 24 ploch jsem snímkovala středy ploch pouze na počtem lichých plochách. Čtverce malé velikosti jsem použila, protože na této prostorové škále může nejspíše dojít k ovlivnění uchycování semenáčů dospělou vegetací.

## **Analýza dat**

Vlatnosti vegetace jsem charakterizovala celkovým počtem druhů a pomocí vážených průměrů vlastností rostlin (*community weighted means*, CWM, Kleyer et al. 2012). Váhou pro každý druh je jeho relativní zastoupení, v případě mého pokusu charakterizované odhadem pokryvnosti. Pro kategoriální proměnné charakterizující vlastnosti rostlin jsou hodnoty CWM relativním zastoupením dané kategorie ve společenstvu. Potom jsem provedla korelační analýzu (tj. spočítala jsem korelační koeficienty mezi vlatnostmi vegetace a počty uchycených semenáčů (zde jsem rozlišovala semenáče vyšetých druhů a semenáče ostatní). Charakteristiky vegetace nebyly manipulované, ale pokud je zde kauzální závislost, potom vegetace ovlivňuje semenáče. Proto někdy výsledky prezentuji ve formě jednoduché regrese, kde jsou vlastnosti vegetace prediktory. Použila jsem následující vlastnosti rostlin (z databází BiolFlor, CloPla, LEDA). Obrázky někdy prezentuji pomocí tzv. Maticového vnesení (*Matrix plot*). Všechny analýzy byly spočteny v programu Statistica 10, pro výpočet vážených průměrů vlastností byl použit program Canoco5 (ter Braak & Šmilauer, 2012).

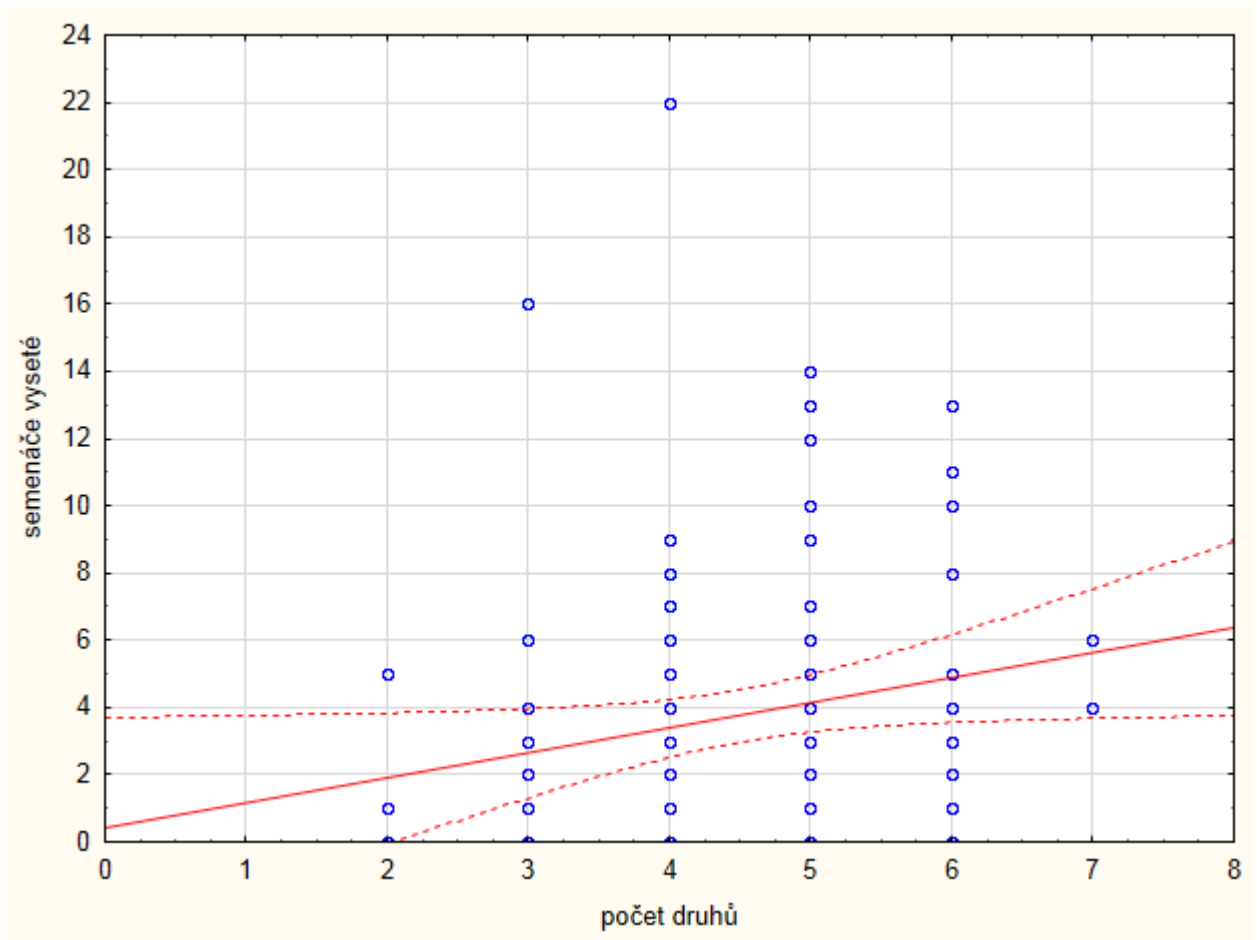
V hodnocení jsem zohlednila vlastnosti dospělých rostlin, které tvořily společenstvo pro uchycování semenáčů: specifický povrch listu (*specific leaf area*), výška dospělého jedince (*canopy height*), výška jedince v produkčním stádiu (*generative height*), růstová forma (*growth form*) - trávy, jiné než trávy, uspořádání listů na stonku (*leaf distribution along the stem*) – přízemní růžice (*rosette*), neúplná růžice (*semirosette*), bez přízemní růžice (*no rosette*).

### 5.5.2. Předběžné výsledky

Při testování klíčivosti semen při stálé teplotě a pravidelných periodách osvětlení a tmy klíčily z použitých druhů: *Arnica montana*, *Campanula patula*, *Colymbada scabiosa*, *Dianthus deltoides*, *Hypericum maculatum*, *Hypochaeris radicata*, *Linaria vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Solidago virgaurea*. Jako jediný nevyklíčil druh *Sanguisorba officinalis*. Semena *Lychnis viscaria* nebyla k dispozici.

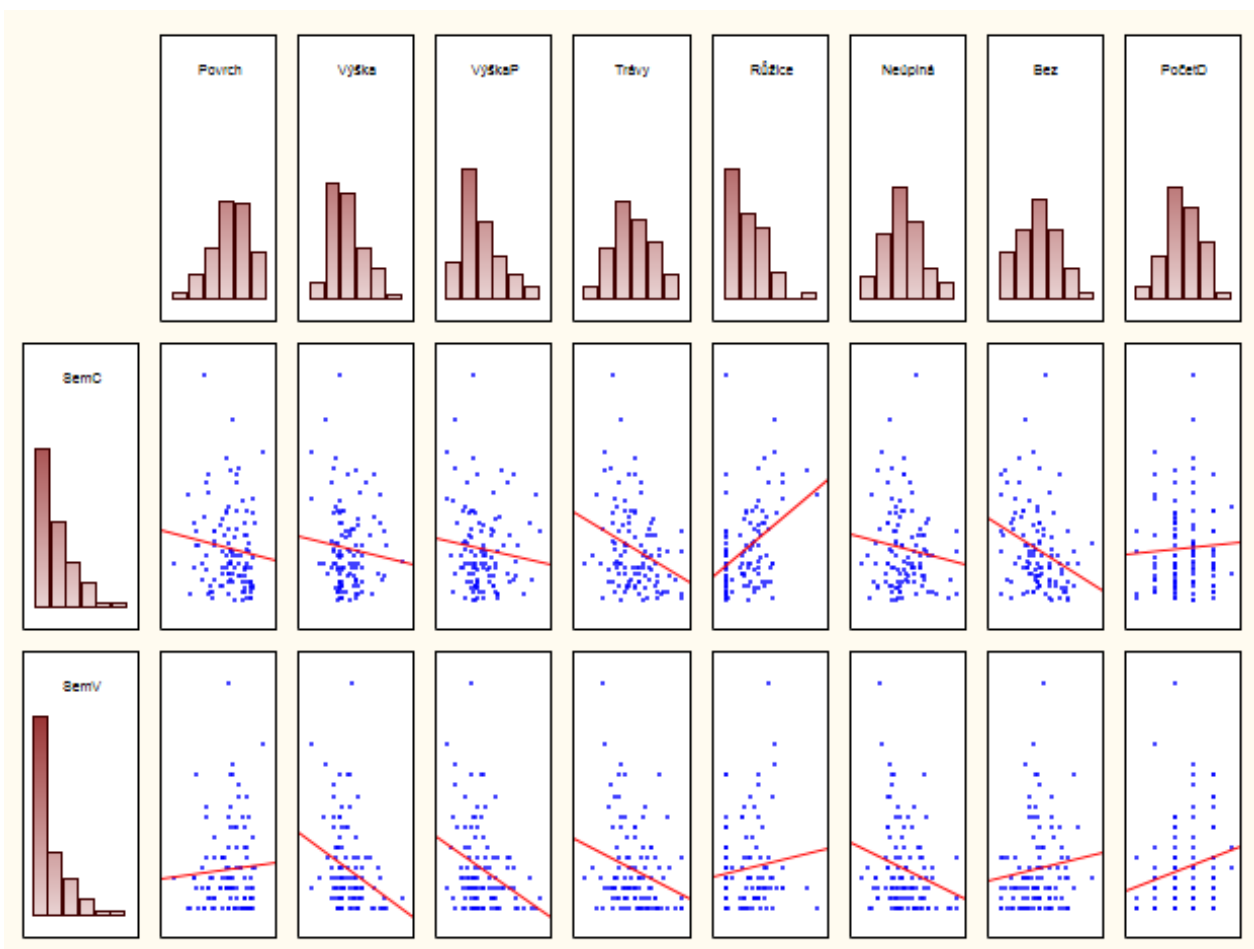
Níže je zobrazení vlivu přítomnosti daného počtu druhů dospělých rostlin na množství semenáčů (Obr. 1, 3) v ploškách 0,1m x 0,1m.

Podle vypočítané statistiky (Obr. 2, 4, 5) mělo rozložení listů na stonku dospělých rostlin jako jediný vliv na celkový výskyt semenáčů. Semenáče vysetých druhů byly pozitivně závislé na výskytu dospělých rostlin druhů, které nepatří mezi trávy (, a naopak negativní závislost semenáčů na travách).



Obr. 1: Vliv počtu druhů dospělých rostlin na počet semenáčů vyšetřých druhů (vše na čtverec 0,1m x 0,1m) v létě 2012 ( $y = 0.4076 + 0.7422 \cdot x$ ;  $r = 0.1967$ ;  $p = 0.0413$ ;  $r^2 = 0.0387$ ).

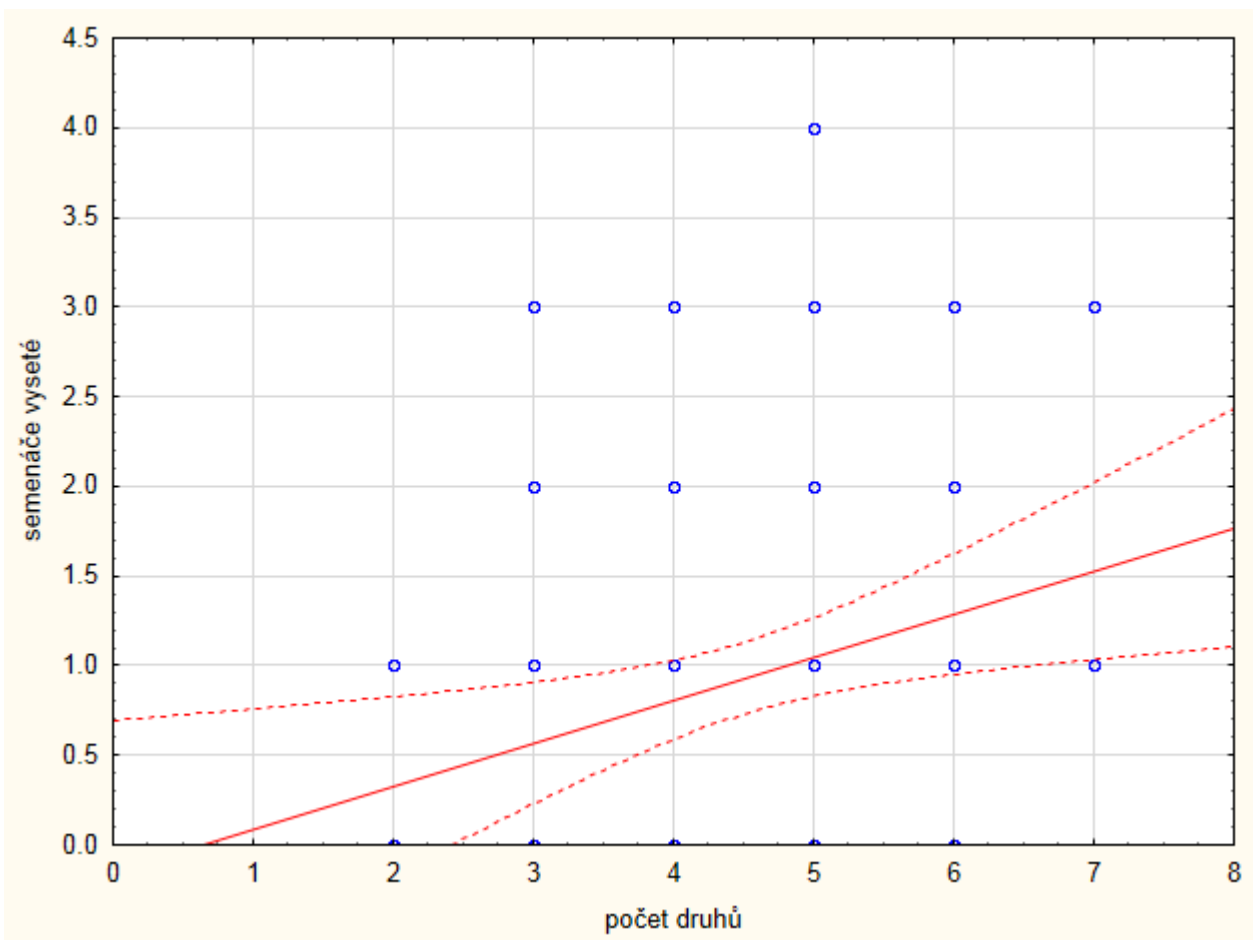




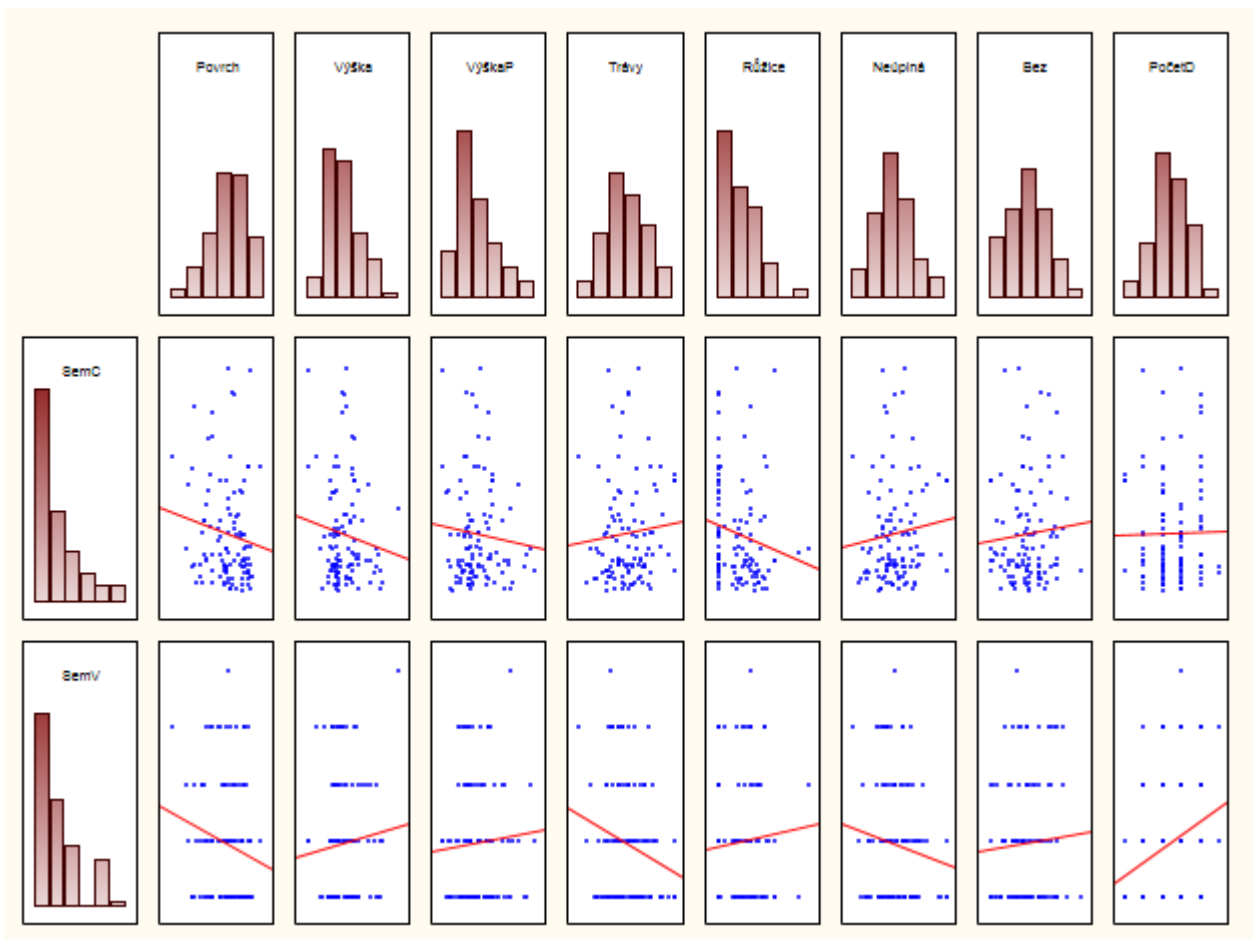
Obr. 2: Maticové vynesení závislosti počtu semenáčů na vlastnostech dospělých rostlin (vše na čtverec 0,1m x 0,1m) v létě 2012. (Povrch – specifický povrch listu, Výška – výška dospělého jedince, VýškaP – výška jedince v produkčním stádiu, Trávy – růstová forma trávy, uspořádání listů na stonku: Růžice – přízemní růžice, Neúplná – neúplná růžice, Bez – bez přízemní růžice, PočetD – počet druhů dospělých rostlin, SemC – počet semenáčů celkem, SemV – počet semenáčů z vyšetých semen)

Tab. 1 Korelační koeficienty a jejich průkaznost odpovídající závislostem v matici na Obr. 2.

	Semenáče celkem		Semenáče vyšetých druhů	
	r	p	r	p
Povrch	-0.1162	0.2311	0.0581	0.5501
Výška	-0.0943	0.3315	-0.2758	0.0039
VýškaP	-0.1112	0.2517	-0.3167	0.0008
Trávy	-0.2990	0.0017	-0.2501	0.0090
Růžice	0.4081	0.00001	0.1178	0.2248
Neúplná	-0.1198	0.2167	-0.2186	0.0230
Bez	-0.2978	0.0017	0.1186	0.2214
PočetD	0.0453	0.6418	0.1967	0.0413



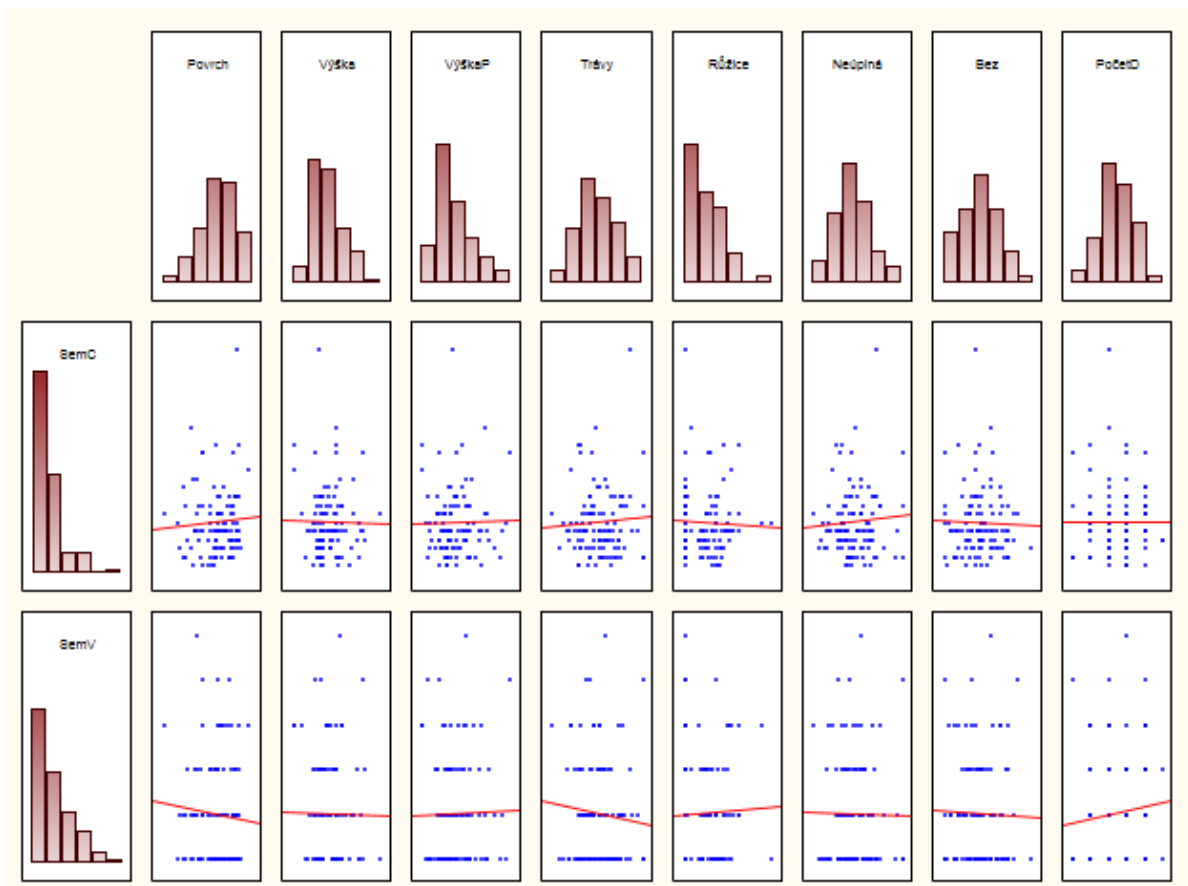
Obr. 3: Vliv počtu druhů dospělých rostlin na počet semenáčů vyšetřých druhů (vše na čtverec 0,1m x 0,1m) na podzim 2012 ( $y = -0.1507 + 0.2398 \cdot x$ ;  $r = 0.2451$ ;  $p = 0.0106$ ;  $r^2 = 0.0601$ ).



Obr. 4: Maticové vynesení závislosti počtu semenáčů na vlastnostech dospělých rostlin (vše na čtverec 0,1m x 0,1m) na podzim 2012. (Povrch – specifický povrch listu, Výška – výška dospělého jedince, VýškaP – výška jedince v produkčním stádiu, Trávy – růstová forma trávy, uspořádání listů na stonku: Růžice – přizemní růžice, Neúplná – neúplná růžice, Bez – bez přizemní růžice, PočetD – počet druhů dospělých rostlin, SemC – počet semenáčů celkem, SemV – počet semenáčů z vysetých semen)

Tab. 2 Korelační koeficienty a jejich průkaznost odpovídající závislostem v matici na Obr. 4.

	Semenáče celkem		Semenáče vysetých druhů	
	r	p	r	p
Povrch	-0.1366	0.1587	-0.1687	0.0809
Výška	-0.1197	0.2173	0.0742	0.4451
VýškaP	-0.0824	0.3966	0.0635	0.5140
Trávy	0.0838	0.3883	-0.1994	0.0385
Růžice	-0.1663	0.0854	0.0751	0.4397
Neúplná	0.0961	0.3224	-0.1187	0.2211
Bez	0.0688	0.4791	0.0526	0.5888
PočetD	0.0124	0.8984	0.2451	0.0106



Obr. 5: Maticové vynesení závislosti počtu semenáčů na vlastnostech dospělých rostlin (vše na čtverec 0,1m x 0,1m) v létě 2013. (Povrch – specifický povrch listu, Výška – výška dospělého jedince, VýškaP – výška jedince v produkčním stádiu, Trávy – růstová forma trávy, uspořádání listů na stonku: Růžice – přizemní růžice, Neúplná – neúplná růžice, Bez – bez přizemní růžice, PočetD – počet druhů dospělých rostlin, SemC – počet semenáčů celkem, SemV – počet semenáčů z vysetých semen)

Tab. 3: Korelační koeficienty a jejich průkaznost odpovídající závislostem v matici na Obr. 5.

	Semenáče celkem		Semenáče vysetých druhů	
	r	p	r	p
Povrch	0.0614	0.5275	-0.0663	0.4952
Výška	-0.0174	0.8579	-0.0081	0.9336
VýškaP	0.0134	0.8909	0.0143	0.8834
Trávy	0.0550	0.5716	-0.0844	0.3851
Růžice	-0.0366	0.7068	0.0308	0.7517
Neúplná	0.0635	0.5138	-0.0120	0.9015
Bez	-0.0319	0.7430	-0.0191	0.8442
PočetD	0.0053	0.9569	0.0869	0.3714

### 5.5.3. Diskuze

Výsledky pilotního pokusu se neshodují s Tilmanovou (1997) hypotézou o tom, že vstup nových druhů do společenstva je negativně ovlivněn druhovou bohatostí tohoto společenstva. Přestože plochy, na kterých jsem pokus prováděla, byly druhově heterogenní, bylo množství výskytu semenáčů vyšetých druhů pozitivně korelováno s počtem druhů dospělých rostlin na ploše přítomných, tedy přesně opačný výsledek, než předpovídá Tilmanova hypotéza (1997). Z pozorovaných vlastností dospělých rostlin ovlivnily uchycování semenáčů pouze přízemní růžice listů dospělých rostlin. Vysoký porost, který by mohl stínit vyvíjejícím se semenáčům, byl úspěšně redukován pomocí kosení (shoduje se s např. Zobel et al., 2000).

Burke a Grime (1996) poznamenávají, že v jejich pokusu se pouze devítina z vyšetých druhů se uchytila na pokusných plochách ve větším zastoupení. Ostatní se objevovaly na plochách méně než v deseti procentech. V mém pilotním pokusu se také uchytilo poměrně málo semenáčů. V experimentu proto použiji větší dávky semen a naplánuji více opakování.

Špatný vliv stařiny na klíčení semenáčů (např. Bakker, 1989; Galvánek & Lepš, 2012; Goldberg & Werner, 1983; Ryser, 1993; Kupferschmid et al., 2000; Burke & Grime, 1996) se potvrdil i v mém pilotním pokusu. Na některých ploškách 0,1m x 0,1m bylo tolik stařiny, že nebylo lehké semenáče najít, nebo tam nebyly.

Ve studiích rozšíření rostlin odborníci obvykle k vysetí sbírají semena požadovaných druhů v okolí míst, kam je budou vysévat, aby se jednalo o populace přizpůsobené k podmínkám lokality (např.: Kupferschmid et al., 2000; Stampfli & Zeiter, 1999; Zeiter et al., 2006). Naproti tomu např. Tilman (1997) pracoval ve svém pokusu s komerčními semeny. Pro pokus (a zvláště potom pro případnou velkoplošnou aplikaci) je vždy důležitý výběr druhů. Ten by měl vycházet ze širší znalosti vegetace v okolí plochy a podobnosti vegetace a vhodnosti stanoviště. Proto jsem se v tomto případě řídila názorem školitele (J. Lepš, ústní sdělení).

Při pilotním pokusu jsem použila komerčně dostupná semena firmy Planta Naturalis Markvartice. Zakoupená semena jsou ošetřena proti plísním a dalším parazitům a predátorům. Díky poskytnuté péči je zajištěna lepší klíčivost a úspěch při vysévání.

S použitím semen ze vzdálených lokalit může dojít ke kontaminaci místního genetického materiálu vegetace cizími geny. Narušení unikátní genetické informace místních rostlin, které jsou přizpůsobené k místním podmínkám, může vést k vytvoření hybridů a iniciaci vymírání přítomných druhů (Byrne, et al., 2011). Tato skutečnost by byla reálným nebezpečím, pokud by se jednalo o dosévání do ochránářsky zajímavého porostu; zde se jednalo o louku na opuštěném poli, která byla také vytvořena vysetím komerčně získaných semen (většinou také z *Planta Naturalis*). Navíc, *Planta Naturalis* je prakticky jediným dodavatelem semen divoce rostoucích druhů v České republice, takže jejich semena se používají na podobné zatravňovací projekty v podstatně větším měřítku, než je můj maloplošný pokus. To je v kontrastu k ochránářským akcím zaměřeným na ochránářsky zajímavé druhy, kde je nutné opravdu sbírat semena z nejbližšího okolí (Jongepierová et al., 2007).

Srovnání podmínek růstu rostlin na pokusných plochách v Benešově nad Lipou a v Markvarticích u Sobotky, odkud semena pocházejí, ale nasvědčuje tomu, že podmínky jsou srovnatelné a usoudila jsem, že se nedopustím závažného přestupku vysetím komerčních semen.

Podle Atlasu podnebí Česka Českého hydrometeorologického ústavu (Atlas podnebí Česka, 2007) je klima v Markvarticích u Sobotky vždy o něco teplejší než v Benešově nad Lipou, což odpovídá rovnějšímu reliéfu Markvartic v porovnání s Benešovem. Průměrná roční teplota je v Markvarticích přibližně 6-8 °C. Naopak intenzita slunečního záření v létě je mírně vyšší v Benešově než v Markvarticích. Intenzita srážek je v obou oblastech přibližně stejná, ale roční průměr vlhkosti vzduchu je v Benešově o trochu vyšší než v Markvarticích. Mateřské rostliny, ze kterých použita semena pocházejí, rostly tedy ve velice podobných klimatických podmínkách, jako panují na pokusných plochách v Benešově.

Rostliny na semena pěstuje firma *Planta Naturalis* volně na polích a odplevelování i sklizení je prováděno mechanicky (Zdena Nikodémová – zástupkyně firmy, ústní sdělení).

Použitá semena pocházejí nejen z velmi podobných podnebných podmínek, ale také způsobem pěstování co nejbližším přirozenému vývoji rostlin ve volné přírodě.

Vztahy mezi rostlinami by se zřejmě projeví výrazněji při disturbancích (např.: Bakker, 1989; Galváneek & Lepš, 2012; Stampfli & Zeiter, 1999; Kupferschmid et al., 2000). V experimentu proto na plochách budu narušovat drn pomocí hrábí, odstraňovat drn lopatkou a kosit.

#### **5.5.4. Závěr pilotního pokusu**

Některé druhy jako: *Colymbada scabiosa*, *Hypericum maculatum*, *Hypochaeris radicata*, *Lychnis viscaria*, *Potentilla erecta*, *Solidago virgaurea* měly na plochách zástupce, kteří za půl a jeden a půl roku dorostly do juvenilního stádia, a lze je tedy považovat za úspěšně uchycené. Takové případy se ale vyskytly pouze v jednotkách kusů.

Uplatnění zkušeností z pilotního pokusu:

V experimentu otestuji hypotézu vytvořenou ze zkušenosti z pilotního pokusu, že pomocí disturbancí se vytvoří vhodnější mikrostanoviště pro uchycení semenáčů. Oproti pilotnímu pokusu dávky semen ale zvýším, abych zvýšila pravděpodobnost úspěšného vyklíčení semen. Experiment bude trvat 4 roky (3 roky snímkování), déle než pilotní pokus, abych mohla posoudit, zda uchycení rostlin bude úspěšné na delší dobu než jeden a půl roku. V experimentu použiji pokusné plochy 1m x 1m, menší než v pilotním pokusu, protože snímkování proběhne na čtverci 0,3m x 0,3m ve středu pokusné plochy a čtverce 2m x 2m v pilotním pokusu byly tudíž zbytečně velké.

#### **5.6. Závěr**

Cílem experimentu je získat více informací o vstupu nových druhů rostlin do lučního ekosystému. Pilotní pokus i navržený experiment jsou založeny na Tilmanově hypotéze (Tilman, 1997) o menší pravděpodobnosti vstupu nových druhů do společenstva již druhově bohatého. Jeho hypotéza se ale mým pilotním pokusem nepotvrdila, naopak se vyskytovalo prokazatelně více semenáčů vysetých druhů na plochách, čím více druhů dospělých rostlin bylo přítomno.

Objasnění mechanismu přibývání druhů do porostu usnadní plánování v ochranářské praxi. Výsledky přispějí k znalostem, jak nakládat s lučními porosty a udržet nebo zvýšit jejich druhovou diverzitu a zvýšit tak diverzitu rostlinných i živočišných druhů v krajině.



## 6. Literatura

Atlas podnebí Česka: Climate atlas of Czechia. (2007). (1. vyd.), Český hydrometeorologický ústav, Praha (Česká republika).

Bakker, J. P. (1989). Nature Management by Grazing and Cutting: On the ecological significance of grazing and cutting regimes applied to restore former species-rich grassland communities in the Netherlands. (1. vyd.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (Netherlands).

Burke, M. J. W. & Grime, J. P. (1996). An experimental study of plant community invasibility. *Ecology*, 77: 776–790.

Byrne, M., Stone, L., & Millar, M. A. (2011). Assessing genetic risk in revegetation. *Journal of Applied Ecology*, 48: 1365–1373.

Galváneš, D., & Lepš, J. (2012). The effect of management on productivity, litter accumulation and seedling recruitment in a Carpathian mountain grassland. *Plant Ecology*, 213: 523–533.

Goldberg, D. E., & Werner, P. A. (1983). The effects of size of opening in vegetation and litter cover on seedling establishment of goldenrods (*Solidago* spp.). *Oecologia*, 60: 149–155.

Graham, D. J. & Hutchings, M. J. (1988). A field investigation of germination from the seed bank of a chalk grassland ley on former arable land. *Journal of Applied Ecology*, 25: 253–263.

Grubb, P. J. (1977). The maintenance of species-richness in plant communities: the importance of the regeneration niche. *Biological Reviews*, 52: 107–145.

Jongepierová, I., Mitchley, J., & Tzanopoulos, J. (2007). A field experiment to recreate species rich hay meadows using regional seed mixtures. *Biological Conservation*, 9: 297–305.

Jongepierová, I., Deván, P., Devánová, K., Piro, Z., Hájek, M., Konvička, O., Mládek, J., Spitzer, L. & Poková, H. (2008). Údržba travních porostů. Louky Bílých Karpat (Grasslands of the White Carpathian Mountains), Jongepierová, I. [ed.], ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou (Česká republika), 433–444.

Kleyer, M., Dray, S., de Bello, F., Lepš, J., Pakeman, R. J., Strauss, B., Thuiller, W. & Lavorel, S. (2012). Assessing species and community functional responses to environmental gradients: which multivariate methods? *Journal of Vegetation Science*, 23:805–821.

Klimeš, L., Jongepierová, I., Doležal, J., & Klimešová, J. (2010). Restoration of a species-rich meadow on arable land by transferring meadow blocks. *Applied Vegetation Science*, 13: 403–411.

- Kull, K. & Zobel, M. (1991). High species richness in an Estonian wooded meadow. *Journal of Vegetation Science*, 2: 715–718.
- Kupferschmid, A. D., Stampfli, A., & Newbery, D. M. (2000). Dispersal and microsite limitation in an abandoned calcareous grassland of the southern prealps. *Folia Geobotanica*, 35: 125–141.
- Kvítek, T. et al. (1997). Udržení, zlepšení a zakládání druhově bohatých luk: metodika. (1. vyd.) Výzkumný ústav meliorací a ochrany, Praha (Česká republika).
- Lanta, V. & Lepš, J. (2007). Effects of species and functional group richness on production in two fertility environments: an experiment with communities of perennial plants. *Acta Oecologica*, 32: 93-103.
- Lanta, V. & Lepš, J. (2009). How does surrounding vegetation affect the course of succession: A five-year container experiment. *Journal of Vegetation Science*, 20: 686–694.
- Lepš, J., Rejmánek, M. (1991). Convergence or divergence: what should we expect from vegetation succession? *Oikos*, 62: 261-264.
- Ryser, P. (1993). Influence of neighbouring plants on seedling establishment in limestone grassland. *Journal of Vegetation Science*, 4: 195-202.
- Stampfli, A., & Zeiter, M. (1999). Plant species decline due to abandonment of meadows cannot easily be reversed by mowing. A case study from the southern Alps. *Journal of Vegetation Science*, 10: 151–164.
- Špačková, I., Kotorová, I. & Lepš, J. (1998). Sensitivity of seedling recruitment to moss, litter and dominant removal in an oligotrophic wet meadow. *Folia Geobotanica*, 33: 17-30.
- Tilman, D. (1997). Community invasibility, recruitment limitation, and grassland biodiversity. *Ecology*, 78: 81–92.
- Willems, J.H., & Bik, L.P.M. (1998). Restoration of high species density in calcareous grassland: the role of seed rain and soil seed bank. *Applied Vegetation Science*, 1: 91-100.
- Zeiter, M., Stampfli, A., & Newbery, D. M. (2006). Recruitment limitation constrains local species richness and productivity in dry grassland. *Ecology*, 87: 942–951.
- Zobel, M., Otsus, M., Liira, J., Moora, M., & Mols, T. (2000). Is Small-Scale Species Richness Limited by Seed Availability or Microsite Availability? *Ecology*, 81: 3274–3282.

#### Databáze a programy:

Kleyer, M., Bekker, R.M., Knevel, I.C., Bakker, J.P., Thompsom, K., Sonnenschein, M., Poschlod, P., Van Groenendael, J.M., Klimeš, L., Klimešová, J., Klotz, S., Rusch, G.M., Hermy, M., Adriaens, D., Boedeltje, G., Bossuyt, B., Dannemann, A., Endels, P., Götzenberger, L., Hodgson, J.G., Jackel, A-K., Kühn, I., Kunzmann, D., Ozinga, W.A., Römermann, C., Stadler, M., Schlegelmilch, J., Steendam, H.J., Tackenberg, O., Wilmann, B., Cornelissen, J.H.C., Eriksson, O., Garnier, E., Peco, B. (2008). The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. *Journal of Ecology*, 96: 1266-1274.

Klimešová J. & de Bello F. CLO-PLA: the database of clonal and bud bank traits of Central European flora. *Journal of Vegetation Science* 20: 511-516.

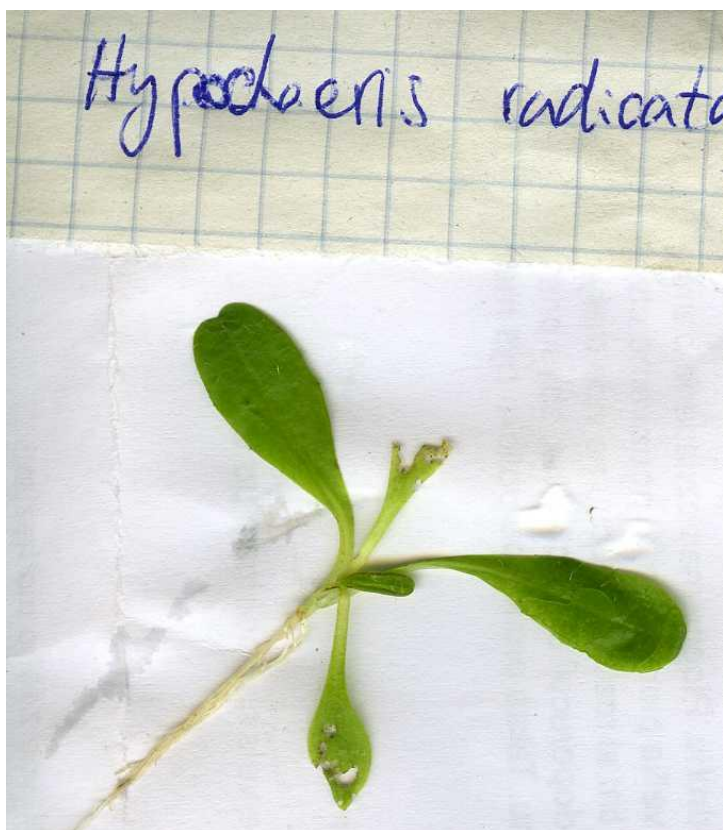
Kühn, I., Durka, W., & Klotz, S. (2004). BiolFlor: a new plant-trait database as a tool for plant invasion ecology. *Diversity and Distributions*, 10(5/6): 363-365.

StatSoft, Inc. (2011). STATISTICA 10. Electronic manual. Tulsa, Oklahoma. Available at: <http://www.statsoft.com>

ter Braak, C.J.F. & Šmilauer, P. (2012). Canoco reference manual and user's guide: software for ordination (version 5.0). Microcomputer Power (Ithaca, NY, USA).

## 7. Příloha

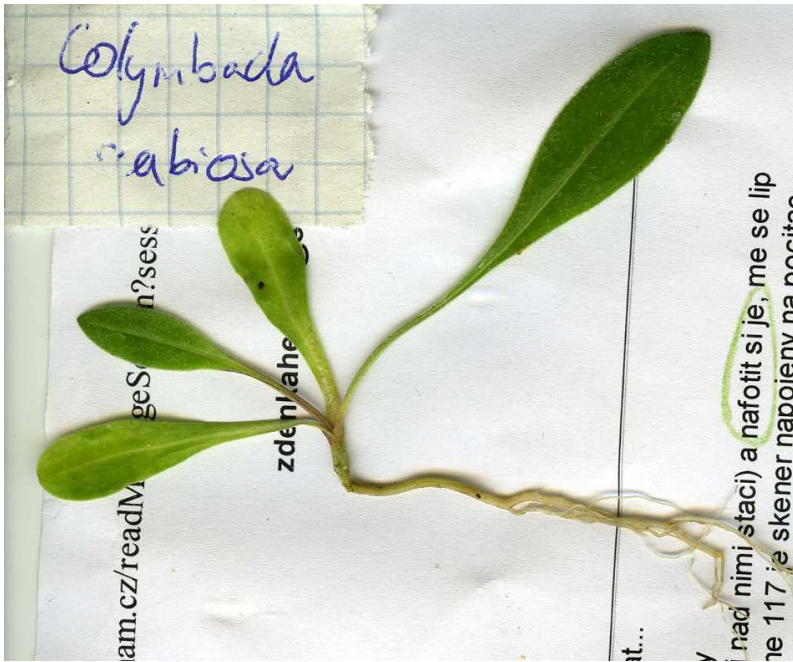
Fotografie semenáčů krátce po vyklíčení:



Obr. 6: Semenáč druhu *Hypochaeris radicata*.



Obr. 7: Semenáč druhu *Arnica montana*.



Obr. 8: Semenáč druhu *Colymbada scabiosa*.

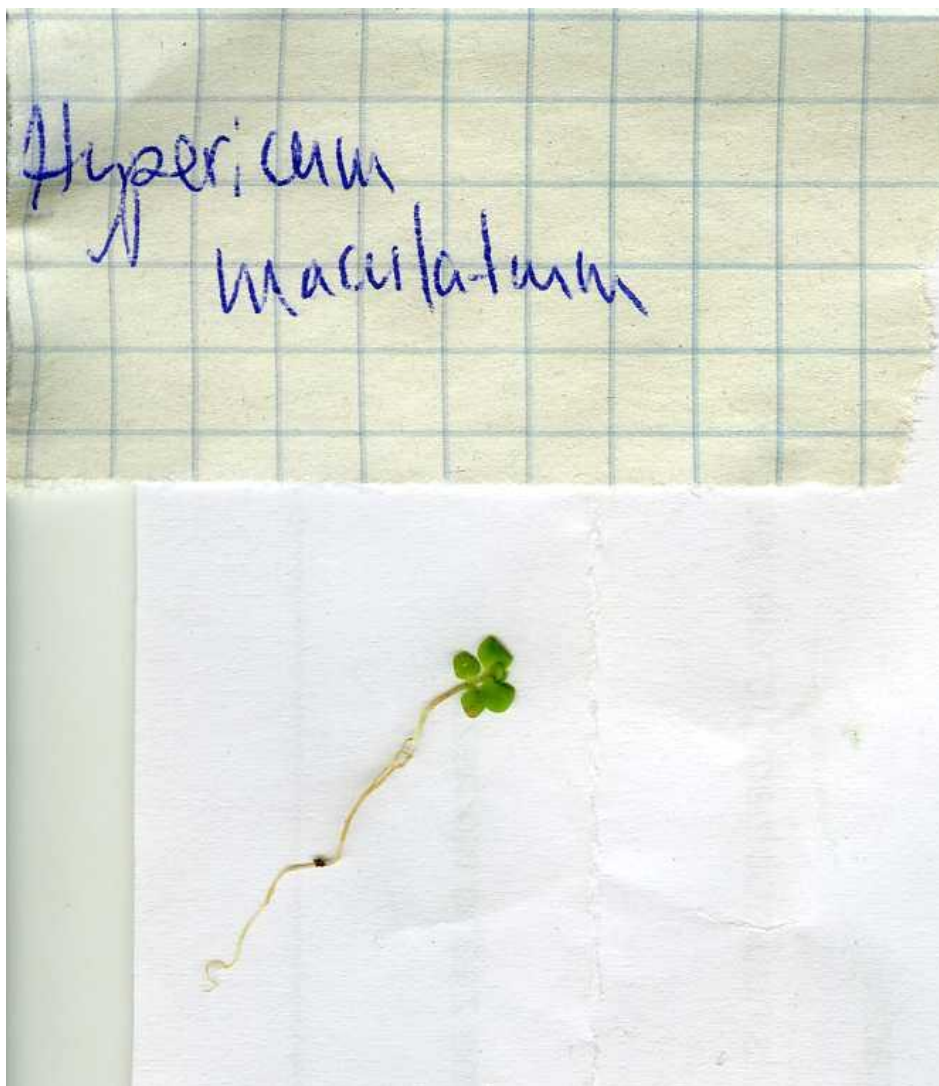


Obr. 9: Semenáč druhu *Dianthus deltooides*.



Obr. 10: Semenáč druhu *Campanula patula*.





Obr. 11: Semenáč druhu *Hypericum maculatum*.

Pozn.: Fotografie druhů *Linaria vulgaris*, *Potentilla erecta*, *Solidago virgaurea* nejsou uvedeny, ačkoli druhy vyklíčily, protože vyklíčené semenáče byly v příliš raném stádiu a znaky charakteristické pro jednotlivé druhy nebyly zřejmé.