

Biologická fakulta Jihočeské university,
České Budějovice



Řízená sekundární sukcese lučních společenstev na orné půdě

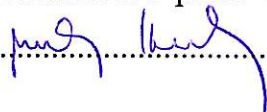
Bakalářská diplomová práce

Vypracoval: Milan Hůla

Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Šrůtek

V Českých Budějovicích, dne 24.8.1998

Prohlašuji, že jsem předkládanou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury



Poděkování

V první řadě bych chtěl poděkovat mému školiteli Miroslavu Šrůtkovi, za půjčení odborné literatury, cenné rady i čas, který mi věnoval.

Děkuji také Petru Šmilauerovi a především Janu Lepšovi za pomoc se statistikou.

Chtěl bych poděkovat také všem ostatním, kteří mi jakkoli pomohli tu radou, tu duševní podporou.

OBSAH

1. Úvod	3
2. Studovaná lokalita	5
3. Metody a materiál	5
3.1. Založení a uspořádání pokusu.....	5
3.2. Sběr a zpracování dat.....	7
4. Výsledky.....	9
4.1. Změny v kompozici společenstva.....	9
4.2. Druhová diversita.....	13
4.3. Biomasa.....	15
5. Diskuze.....	17
6. Závěr.....	19
7. Literatura.....	20
8. Příloha.....	23

1. Úvod

Ekologická sukcese (dále jen sukcese) je proces vedoucí k dlouhodobým, samovolně nevratným změnám ve struktuře společenstev a ekosystémů, kdy dochází k výměně druhů nebo celých společenstev (PRACH, 1996).

Sukcese se dá zjednodušeně rozdělit na sukcesi primární a sekundární (CLEMENTS, 1916). Sukcese primární je relativně pomalejší, protože probíhá na nově vytvořeném substrátu a bez primární přítomnosti diaspor (semen, vegetativních částí schopných samostatné existence). Příkladem by mohla být sukcese na lávových proudech (WHITTAKER et al., 1989) nebo sukcese na písčinych dunách (OLFF et al., 1993). Sukcese sekundární probíhá rychleji než sukcese primární, protože je při ní již půdní horizont vyvinut a diaspory přítomny. Za příklad by mohla sloužit sukcese na opuštěných polích (OSBORNOVÁ et al., 1990). V řadě případů je obtížné stanovit (a není to mnohdy ani účelné) do jaké z výše uvedených typů lze námi sledovanou sukcesí zařadit. Jejich ekologické charakteristiky se totiž často prolínají.

Sukcesí lze dále dělit na spontánní přirozenou a na sukcesí řízenou (LUKEN, 1990). Spontánní přirozená sukcese se vyznačuje tím, že při ní dochází k vývoji společenstva bez jakéhokoli účelového člověkem podmíněného zásahu. Sukcese řízená je naopak ovlivněna různými antropogenními účelovými zásahy do společenstva živých organismů. Těmito zásahy se myslí např. kosení, dosev druhů, hnojení, chemický postřik apod.

Během sukcese dochází v rostlinném společenstvu k sukcesním změnám (CLEMENTS, 1916). Tyto změny jsou ovlivňovány řadou faktorů prostředí, které působí nejen na jednotlivé organismy, ale i na celá rostlinná společenstva (MORAVEC et al., 1994). Sukcesní změny zahrnují přemísťování druhů, změny ve struktuře populace rostlin a změny v dostupnosti zdrojů jako jsou světlo, voda a živiny (SLAVÍKOVÁ, 1986). Svou neodmyslitelnou roli při těchto změnách samozřejmě hraje i vzájemná konkurence rostlinných organismů o tyto zdroje (BEGON et al., 1997).

Existuje více přístupů jak lze sukcesí studovat. Sukcese se dá sledovat pomocí chronosekvencí - tedy ploch různě starých, které nejsou trvale sledovány, pouze se jednorázově vzájemně porovnají. Předpokladem jsou však srovnatelné podmínky prostředí. Tato metoda je časově nenáročná, ale méně přesná. Jiným přístupem jsou trvale sledované plochy. Na trvale sledovaných plochách je vývoj společenstva sledován po určité období. Tato metoda je oproti předešlé přesnější, avšak časově náročnější. Nejčastěji používaným přístupem je kombinace obou metod (PRACH, 1996).

Ve své práci jsem se zabýval sekundární řízenou sukcesí a to na zemědělsky již neobhospodařovaném poli. Práce by měla alespoň částečně odpovědět na otázku, lze-li vhodným obhospodařováním vytvořit a udržet na rostlinné druhy bohatou polopřirozenou louku.

Je totiž obecně známo, že vzrůst zemědělské produkce a s tím související používání umělých hnojiv a pesticidů výrazně snížilo rozmanitost (dále diverzitu) polopřirozených lučních porostů (RYCHNOVSKÁ, 1985; 1993). Pozitivním prvkem v obhospodařování kulturní krajiny je v posledních letech ta skutečnost, že je mnoho dříve zemědělsky intenzivně využívaných ploch, především vyšších nadmořských výšek, převáděno na polopřirozené louky či pastviny.

Cílem předložené práce bylo:

1. Hodnocení vlivu řízených podmínek na směnu druhů rostlin během sekundární sukcese nově založeného lučního porostu na orné půdě.
2. Hodnocení vývoje konkurenčních vztahů mezi zúčastněnými druhy během sekundární sukcese.

2. Studovaná lokalita

Terénní výzkum byl vázán na plochu založenou v katastrálním území Benešov, asi 0.5 km východně od obce Benešov u Kamenice nad Lipou, okres Pelhřimov (asi 70 km SV od Českých Budějovic). Hlavní geografické a klimatické charakteristiky lokality jsou následující (ŠRŮTEK et ČAŠEK, 1995):

- zeměpisné souřadnice - 15° severní šířky, 49°35' východní délky
- orograficky oblast patří do Českomoravské vrchoviny (Pacovské pahorkatiny) (CHÁBERA et al., 1985)
- oblast je součástí fytogeografického okresu Českomoravská vrchovina (HEJNÝ et SLAVÍK, 1988)
- matečná hornina - biotitická rula
- nadmořská výška studované plochy je ca 640 m.n.m, průměrná roční teplota 6.4 °C, průměrný roční úhrn srážek 677 mm (SYROVÝ, 1958).

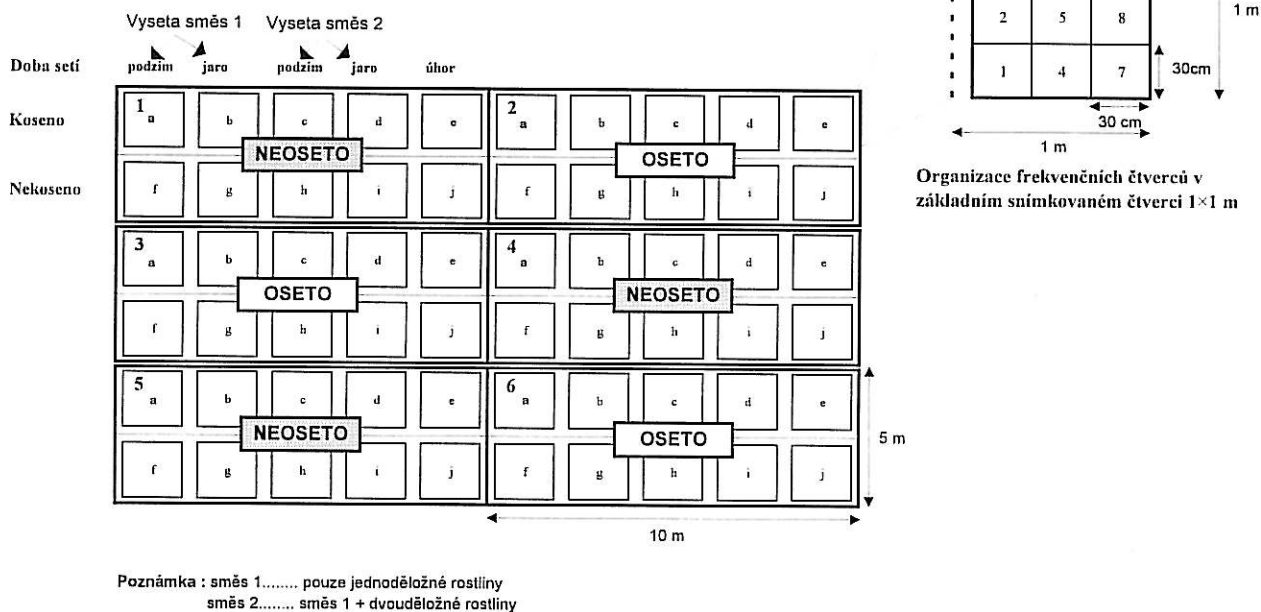
3. Materiál a metody

3.1. Založení a uspořádání pokusu

Pokus byl založen v říjnu 1993 na orné půdě. Na poli byla vyměřena plocha 20×15 metrů. Plocha byla rozdělena na šest stejných oddílů o rozměrech 5×10 m odpovídajících dvěma základním variantám pokusu ve třech opakováních. Tyto dvě základní varianty jsou: 1) neoseto - opuštěné pole ponechané ladem a 2) oseto - orná půda osetá druhem *Hordeum vulgare* s podsevem trav a bylin (*Alopecurus pratensis*, *Agrostis stolonifera*, *Arrhenatherum elatius*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Lolium perenne*, *Phleum pratense*, *Trisetum flavescens*, *Poa pratensis*, *Lotus corniculatus*, *Medicago lupulina*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Trifolium dubium*). Výše zmíněné základní varianty byly ve všech opakováních dále rozděleny na dva menší stejně velké oddíly o rozměrech 2.5×10 m. Jeden oddíl byl pravidelně jednou během vegetačního období kosený a druhý ponechán bez zásahu. V rámci těchto dvou nižších variant (koseno, nekoseno) bylo uspořádáno na plochách 2.5×2 m dalších pět nižších variant obhospodařování: vysetá směs 1 na podzim, vysetá směs 1 na jaře, vysetá směs 2 na podzim, vysetá směs 2 na jaře a úhor (kontrola). Směs 1 (trávy) obsahovala druhy: *Anthoxanthum odoratum*, *Arrhenatherum elatius*, *Cynosurus cristatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra*, *Holcus lanatus*, *Phleum pratense*, *Trisetum flavescens*. Směs 2 (trávy a dvouděložné rostliny) obsahovala druhy ze směsi 1 + druhy: *Achillea millefolium*, *Centaurea jacea*, *Centaurea frigia*, *Diantus deltoides*, *Galium molugo*, *Galium verum*, *Knautia arvensis*, *Lathyrus pratensis*, *Leontodon hispidus*, *Leucantemum vulgare*,

Lotus corniculatus, *Lychnis flos-cuculli*, *Pimpinella saxifraga*, *Plantago lanceolata*, *Plantago media*, *Prunella vulgaris*, *Rhinantus minor*, *Sanquisorba officinalis*, *Scorzonera humilis*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Vicia cracca*, *Viola canina*.

Celý pokus byl založen jako faktoriální uspořádání každý s každým. Struktura pokusu viz obr. č. 1.



Obr.č.1: Struktura založení a obhospodařování pokusu.

Před vlastním výsevem směsí bylo pole zoráno. Podzimní setí bylo provedeno v lednu r.1994, jarní setí v dubnu 1994. V lednu a v dubnu byla seta směs trav i směs trav a dvouděložných rostlin. Setí obou směsí bylo prováděno ručně. Poměrová množství jednotlivých druhů v obou směsích udávají tabulky č. 4a, 4b.

Druh	Ac	Ce	Di	Gm	Gv	Kn	La	Le	Lu	Lo	Ly	Pi	Pl	Pm	Pr	Rh	Sa	Sc	Tr	Tp	Vi	Vo
Hmotnost [g]	3.0	5.0	0.4	0.83	0.61	1.12	0.4	3.2	1.16	4.2	0.61	2.4	0.2	1.2	1.94	0.61	32	0.3	1.0	0	0.8	0.2

Druh	An	Ar	Cy	Da	Fp	Fr	Hl	Ph
Hmotnost [g]	0.2	17.5	0.4	2.15	1.45	3.9	1.34	5.53

Tabulky č.4a, 4b: Poměry hmotností vysévaných druhů ve směsích. Zkratky: **An**-*Anthoxantum odoratum*, **Ar**-*Arrhenatherum elatius*, **Cy**-*Cynosurus cristatus*, **Da**-*Dactylis glomerata*, **Fp**-*Festuca pratensis*, **Fr**-*Festuca rubra*, **Hl**-*Holcus lanatus*, **Ph**-*Phleum pratense*, **Ac**-*Achillea millefolium*, **Ce**-*Centaurea jacea*, *C. frigida* - směs, **Di**-*Diantus deltoides*, **Gm**-*Galium molugo*, **Gv**-*Galium verum*, **Kn**-*Knautia arvensis*, **La**-*Lathyrus pratensis*, **Le**-*Leontodon hispidus*, **Lu**-*Leucanemum vulgare*, **Lo**-*Lotus corniculatus*, **Ly**-*Lychnis flos-cuculli*, **Pi**-*Pimpinella saxifraga*, **Pl**-*Plantago lanceolata*, **Pm**-*Plantago media*, **Pr**-*Prunella vulgaris*, **Rh**-*Rhinantus minor*, **Sa**-*Sanquisorba officinalis*, **Sc**-*Scorzonera humilis*, **Tr**-*Trifolium repens*, **Tp**-*Trifolium pratense*, **Vi**-*Vicia cracca*, **Vo**-*Viola canina*.

3.2. Sběr a zpracování dat

Výchozí data jsou shrnuta v tabulkách č.1, 2 a 3 (viz příloha). Data nezahrnují množství odebrané biomasy, pokryvnosti a počty druhů z r. 1996, protože v tomto roce nebyla dodržena správná metodika jejich sběru.

Data byla získávána pomocí fytoocenologických snímků pokryvnosti. Zaznamenávána byla odhadovaná procenta pokryvnosti jednotlivých druhů s přesností 5%. Pro méně početné druhy byly využívány hodnoty 1, +, r (MORAVEC et al., 1994). První snímkování bylo provedeno v roce 1994 a v dalších letech bylo opakováno vždy v první polovině července. Snímkováno bylo devět frekvenčních čtverců o rozměrech 30×30 cm v rámci čtverce o rozměrech 0.9×0.9 m, který je trvale fixován zhruba uprostřed základních plošek jednotlivých variant pokusu 2,5 × 2 m (viz výše). Data byla z důvodu statistického zpracování přepočtena na plochu 0.9×0.9 metru.

Plochy byly koseny jednou ročně krátce po sběru dat. Kosená nadzemní biomasa byla z ploch odstraněna. Na kosených plochách byl sledován nárůst nadzemní rostlinné hmoty. Biomasa byla odebírána před kosením ze čtverců 0.9 × 0.9 m z kruhové plochy o průměru 25 cm ve čtverci náhodně umístěné. V laboratoři byla rozdělena do skupin na biomasu trav, dvouděložných rostlin, stojící odumřelé hmoty a opadu. Biomasa byla sušena v sušárně při teplotě 85°C po dobu 24 hodin (viz RYCHNOVSKÁ, 1987). Po usušení byla biomasa jednotlivých skupin zvážena s přesností na dvě desetinná místa a hmotnosti přepočteny na plochu 1m². Pro statistické zpracování byla využita pouze data z roku 1997.

V rámci experimentu byla vyhodnocována i klíčivost semen. Semena jednotlivých druhů byla vyseta vždy ve třech opakováních po 49 kusech na Petriho misku, zaznamenávány byly počty vyklíčených semen po 5, 10 a 15 dnech od vysetí. Teplota se během klíčení pohybovala okolo 18 °C. Výsledná průměrná procenta klíčivosti vysévaných druhů udává tabulka č.4.

Druh	An	Ar	Cy	Da	Fp	Fr	Ac	Ce	Di	Gm	Gv	Kn	La	Le	Lu	Lo	Ly	Pi	Pl	Pm	Pr	Rh	Sa	Sc	Tr	Tp	Vi	Vo
Klíčivost %	63	39	93	10	69	57	78	48	81	63	71	19	20	46	79	3	78	3	81	74	52	0	32	29	5	0	4	0

Tabulkač.5: Klíčivost vysévaných druhů. Zkratky: **An**-*Anthoxantum odoratum*, **Ar**-*Arrhenatherum elatius*, **Cy**-*Cynosurus cristatus*, **Da**-*Dactylis glomerata*, **Fp**-*Festuca pratensis*, **Fr**-*Festuca rubra*, **Ac**-*Achillea millefolium*, **Ce**-*Centaurea jacea*, **C**. *frigia* - směs, **Di**-*Diantus deltoides*, **Gm**-*Galium molugo*, **Gv**-*Galium verum*, **Kn**-*Knautia arvensis*, **La**-*Lathyrus pratensis*, **Le**-*Leontodon hispidus*, **Lu**-*Leucantemum vulgare*, **Lo**-*Lotus corniculatus*, **Ly**-*Lychnis flos-cuculli*, **Pi**-*Pimpinella saxifraga*, **Pl**-*Plantago lanceolata*, **Pm**-*Plantago media*, **Pr**-*Prunella vulgaris*, **Rh**-*Rhinantus minor*, **Sa**-*Sanquisorba officinalis*, **Sc**-*Scorzonera humilis*, **Tr**-*Trifolium repens*, **Tp**-*Trifolium pratense*, **Vi**-*Vicia cracca*, **Vo**-*Viola canina*.

Ke statistickému vyhodnocení jednorozměrných dat bylo použito analýzy covariance (HAVRÁNEK, 1993; LEPŠ 1996) hodnocené programem STATISTIKA for Windows. Před statistickým zpracováním byla data upravena logaritmickou transformací (log10).

Mnohorozměrná data byla zpracována pomocí ordinačních metod mnohorozměrné analýzy PCA (*Principal components analysis*) a RDA (*Redundancy analysis*) (JONGMAN et al., 1987), které byly vyhodnoceny programem CANOCO for Windows (TER BRAAK et ŠMILAUER, 1998). Grafická úprava výsledků byla provedena pomocí programů CANODRAW, CANOPOST (TER BRAAK et ŠMILAUER, 1998).

Názvy všech druhů rostlin jsou uvedeny podle ROTHMALERA (1976).

4. Výsledky ✓

L 29

Problémem při statistickém zpracování bylo kódování času. Při zpracování dat se dá předpokládat, že se změny v rostlinných společenstvech během probíhající sukcese budou vyvíjet lineárně (LEPŠ, 1998). Výsledky však ukázaly, že vývoj společenstva v čase lineární charakter nemá. Proto bylo nutné kódovat čas jako kategoriální proměnnou (P. ŠMLAUER, ústní sdělení). Odchylka od linearitu času byla pravděpodobně také částečně způsobena vynecháním roku 1996 ze statistického zpracování.

4.1. Změny ve skladbě společenstva

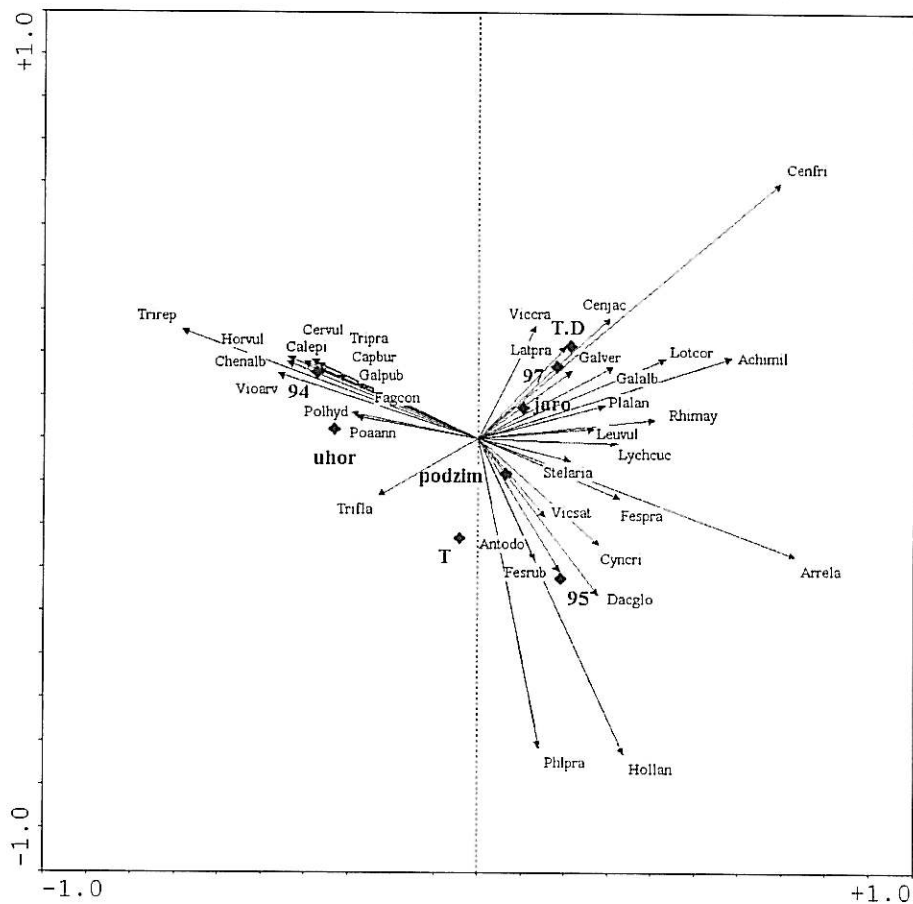
Výsledné grafické zpracování pokryvností druhů udávají ordinační diagramy PCA a RDA. Některé proměnné, které vysvětlují jen malou část variability (koseno, nekoseno; oseto, neoseto) nejsou v grafech uvedeny. Délky šipek značí míry pokryvností jednotlivých druhů, body značí vysvětlující proměnné prostředí a roky probíhající sukcese.

Z grafu PCA (obr. č.2) je ^{patrné} vidět, že vývoj na všech variantách pokusu v prvním roce (94) je velice podobný vývoji rostlinného společenstva na opuštěném poli (úhor), což značí, že se příliš neprojevil vliv setých směsí.

V prvním roce probíhající sukcese (94) zaujímal největší průměrnou pokryvnost druh *Tyfolium repens*, který se dokázal udržet a rozmnožit na základě klonálního růstu. Mezi druhy, které se objevily v prvním roce (94) je i *Hordeum vulgare*. Tento druh se uplatnil mezi iniciálními druhy sukcese proto, že jeho semena byla součástí semenné banky v půdě z předchozího obhospodařování. Objevil se i invazní druh *Calamagrostis epigeos*, který se dokázal prosadit mezi iniciálními druhy sukcese, ačkoliv není typickým polním druhem.

patrné
znamená
Anzou

Lri



Obr. č. 2: Ordinační diagram PCA (biplot proměnných prostředí a druhů).
 Vysvětlivky: Antodo-*Anthoxantum odoratum*, Arrela-*Arrenatherum elatius*, Achimil-*Achillea millefolium*, Capbur-*Cappella bursa - pastoris*, Cenfri-*Centaurea frigia*, Cenjac-*Centaurea jacea*, Cervul-*Cerastium vulgatum*, Cyncri-*Cynosurus cristatus*, Dacglo-*Dactylis glomerata*, Fagcon-*Fagopyrum convolvulus*, Fespra-*Festuca pratensis*, Fesrub-*Festuca rubra*, Galalb-*Galium molugo*, Galver-*Galium verum*, Galpub-*Galeopsis pubescens*, Calepi-*Calamagrostis epigeos*, Chenalb-*Chenopodium album*, Horvul-*Hordeum vulgare*, Hollan-*Holcus lanatus*, Latpra-*Lathyrus pratensis*, Leuvul-*Leuncantemum vulgare*, Lotcor-*Lotus corniculatus*, Lychcuc-*Lychnis flos-cuculli*, Poaann-*Poa annua*, Plalan-*Plantago lanceolata*, Phlpra-*Phleum pratense*, Polhyd-*Polygonum hydropiper*, Rhimay-*Rhinantus minor*, Stelaria-*Stelaria media*, Trifla-*Trisetum flavescens*, Trirep-*Trifolium repens*, Tripra-*Trifolium pratense*, Vicra-*Vicia cracca*, Vicsat-*Vicia sativa*, Vioarv-*Viola arvensis*; T-směs trav, T.D.-směs trav a dvouděložných rostlin, jaro-seto na jaře, podzim-seto na podzim, 94-rok 94, 95-rok 95, 97-rok 97.

Z ordinačního diagramu analýzy RDA (obr. č.3) jsou ^{práh} dobře čitelné rozdíly ve ^{druhové struktuře} skladbě společenstva směsi trav a dvouděložných rostlin (T.D.) v porovnání se směsí trav (T) projevující se především od druhého roku probíhající sukcese. Množství variability dat, které vysvětluje každá proměnná ukazuje tabulka č.6.

Proměnná prostředí a rok sukcese	94	T.D.	95	97	T	úhor	jaro	podzim	oseto	neoseto	koseno	nekoseno
Procento vysvětlené variability	17.5	12.9	12.7	9.7	7.7	7.5	3.6	3.4	0.9	0.9	0.7	0.7

Tabulka č. 6: Množství variability vysvětlené proměnnými prostředí a roky probíhající sukcese.

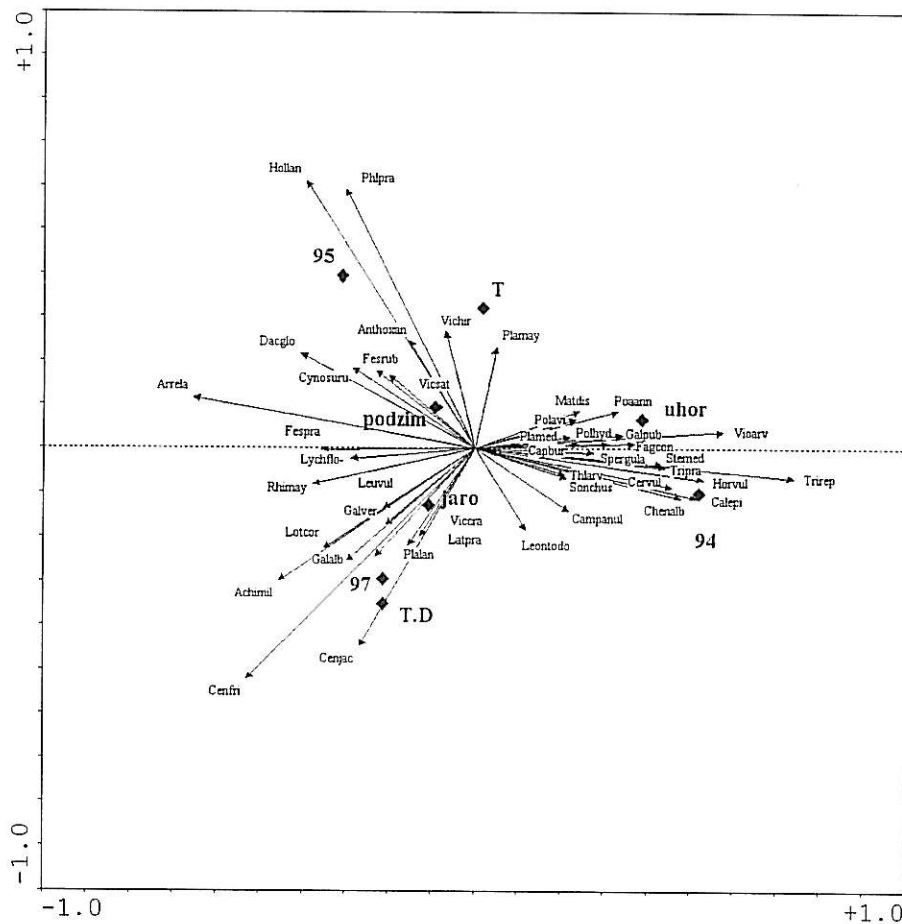
Během sukcese ve směsi trav nedošlo k výraznému převládnutí jednoho druhu. Směs trav a dvouděložných rostlin byla od druhého roku sukcese výrazně ovlivněna dvouděložnými dominantními druhy *Centaurea jacea*, *Centaurea frigida* a subdominantním druhem *Achillea millefolium*, které ^{prevalovaly} vedly celému rostlinnému společenstvu. Na úhoru také od druhého roku probíhající sukcese začaly dominovat především vytrvalé druhy trav ^{jaře je} (*Dactylis glomerata* a *Phleum pratense*).

Druhy, které se uplatňovali ve společenstvu výrazně dominantních dvouděložných rostlin (*Centaurea jacea*, *Centaurea frigida*) byly často druhy popínavě rostoucí - *V. cracca*, *Lathyrus pratensis*, *Lotus corniculatus* a *Galium mollugo*, nebo ^{klonálně} druhy ^{se rozmnožující} (*Agropyron repens*). ^{Změna druhového složení v čase}

Z grafu lze též vyčíst, jak se s postupem času měnila skladba rostlinného společenstva. Počínaje druhy iniciálních sukcesních stadií (94) - druhy jednoletými (*Poa annua*) a druhy ruderalními (*Cappella bursa-pastoris*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*) a konče druhy dvou a víceletými (97) *Centaurea jacea*, *C. frigida*, *Achillea millefolium*, *Phleum pratense*, *Arrhenatherum elatius*.

Vliv kosení i počátečních podmínek na směnu druhů během sekundární sukcese byl hodnocen Montěcarlo permutačním testem (199 permutací). Statisticky neprůkazně vyšla odlišnost vývoje sukcesních změn v rostlinném společenstvu na oseté a neoseté základní variantě pokusu v průběhu času ($F=1,69$; $p=0,09$). Průkazně vyšel vliv kosení na směnu druhů v průběhu času ($F=1,55$; $p=0,005$). Permutační test neprokázal rozdíl ve vývoji rostlinného společenstva mezi variantou pokusu osetou směsí trav a variantou pokusu osetou směsí trav a dvouděložných rostlin ($F=1,009$; $p=0,13$). Při testu v rozdílu směsí ve vývoji byly logicky vysévané druhy vynechány. Průkazně vyšlo také porovnání vývoje směsí setých na podzim a setých na jaře ($F=2,92$; $p=0,005$).

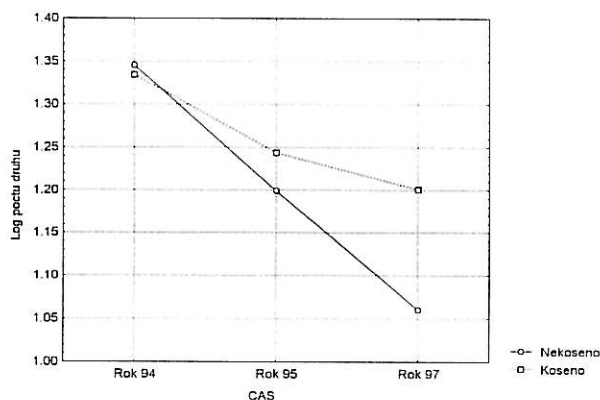
F) = od. d. kosení pasturou.



Obr. č. 3: Ordinační diagram RDA (biplot proměnných prostředí a druhů).
 Vysvětlivky: Anthoxan-*Anthoxanthum odoratum*, Arrela-*Arrhenatherum elatius*, Achimil-*Achillea millefolium*, Capbur-*Capsella bursa - pastoris*, Cenfri-*Centaurea frigida*, Cenjac-*Centaurea jacea*, Cervul-*Cerastium vulgatum*, Cynosuru-*Cynosurus cristatus*, Dacglo-*Dactylis glomerata*, Fagcon-*Fagopyrum convolvulus*, Fespra-*Festuca pratensis*, Fesrub-*Festuca rubra*, Galalb-*Galium molugo*, Galver-*Galium verum*, Galpub-*Galeopsis pubescens*, Calepi-*Calamagrostis epigeos*, Campanul-*Campanula rotundifolia*, Chenalb-*Chenopodium album*, Horvul-*Hordeum vulgare*, Hollan-*Holcus lanatus*, Matdis-*Matricaria discoidea*, Latpra-*Lathyrus pratensis*, Leontodo-*Leontodon hispidus*, Leuvul-*Leuncantemum vulgare*, Lotcor-*Lotus corniculatus*, Lychflo-*Lychnis flos-cuculli*, Poaann-*Poa annua*, Plamed-*Plantago media*, Plalav-*Plantago lanceolata*, Plamay-*Plantago major*, Phlpra-*Phleum pratense*, Polavi-*Polygonum aviculare*, Polhyd-*Polygonum hydropiper*, Rhimay-*Rhinanthus minor*, Spargula-*Spergula arvensis*, Sonchus-*Sonchus oleraceus*, Stelaria-*Stelaria media*, Thlarv-*Thlaspi arvense*, Trirep-*Trifolium repens*, Tripira-*Trifolium pratense*, Vicra-*Vicia cracca*, Vichir-*Vicia hirsuta*, Vicsat-*Vicia sativa*, Vioarv-*Viola arvensis*; T-směs trav, T.D.-směs trav a dvouděložných rostlin, jaro-seto na jaře, podzim-seto na podzim, 94-rok 94, 95-rok 95, 97-rok 97.

4.2. Druhov diverzita *bolatost*

Statisticky prkazn rozdíl je mezi kosenými a nekosenými variantami pokusu v interakci s časem ($F=5.37$; $p<0.01$). Vliv kosen na zmny v druhow diverzitě popisuje graf .1.



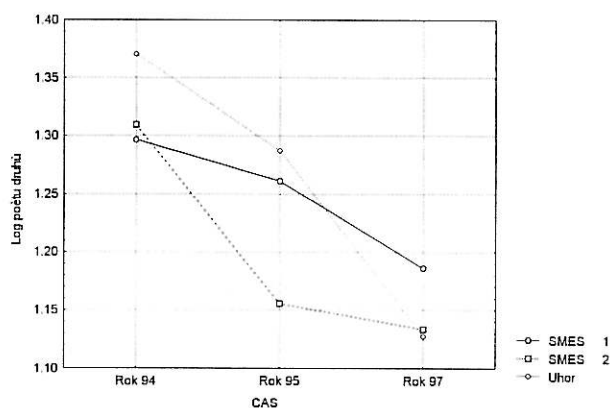
Graf .1: Zmny v prmrnm počtu druhů na kosených a nekosených variantách pokusu v průběhu času.

Z grafu vyplývá, že kosen przniv ovlivnuje koexistenci druhů s postupem času. Na obou variantách pokusu dochází k snizen druhow diverzity rostlinných společenstev, ale k vyraznjmu poklesu v počtu druhů dochází na nekosených plochách (viz tab. . 7).

	Rok		
	94	95	97
Koseno	22	18	17
Nekoseno	22	17	13

Tabulka . 7: Prmrne poty druhů na kosen a nekosen variantách pokusu v letech 94, 95 a 97.

Další statisticky průkazný výsledek je u variant osetých směsí trav, směsí trav a dvouděložných rostlin a úhoru v interakci s časem ($F=5.66$; $p<0.05$). Po prvním snímkování byl druhově nejbohatší úhor. V průběhu času na něm však došlo k největšímu poklesu počtu druhů ve srovnání s variantami osetými směsí trav i směsí trav a dvouděložných rostlin. U varianty oseté směsí trav a dvouděložných rostlin došlo k výraznému poklesu počtu druhů především mezi prvním a druhým rokem sukcese (viz graf č. 2).



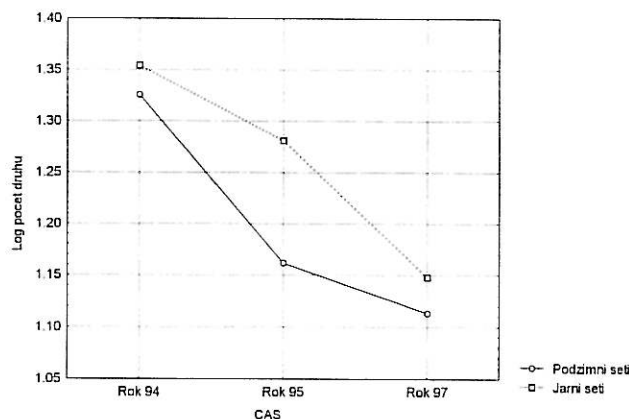
Graf č.2: Změny v průměrném počtu druhů na variantách pokusu osetých směsí trav, směsí trav a dvouděložných rostlin a na úhoru v závislosti na čase.

Průměrná množství druhů na variantách pokusu osetých směsí trav, směsí trav a dvouděložných rostlin a na úhoru v letech 94, 95 a 97 udává tabulka č. 8.

	Rok		
	94	95	97
Směs trav	20	19	16
Směs trav a dvoudělož. rostlin	21	15	14
Úhor	24	20	14

Tabulka č. 8: Průměrná množství druhů na variantách pokusu osetých směsí trav, směsí trav a dvouděložných rostlin a na úhoru v letech 94, 95 a 97.

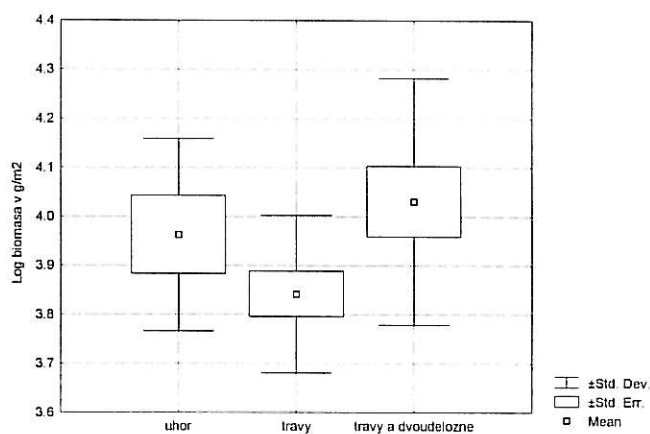
Poslední průkaznou interakcí je interakce času a doby založení porostu ($F=3.99$; $p<0.05$). Varianty pokusu oseté na podzim mají menší průměrná množství druhů v porovnání s variantami pokusu osetými na jaře (viz graf č.3).



Graf č.3: Změna průměrného počtu druhů mezi variantami pokusu osetými na podzim a variantami pokusu osetými na jaře v závislosti na čase.

4.3. Biomasa

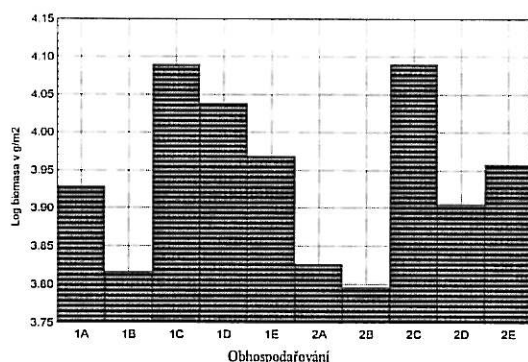
Úhor, varianty pokusu oseté směsí trav i varianty pokusu oseté směsí trav a dvouděložných rostlin se v roce 1997 statisticky liší v množství nadzemní biomasy ($F=3.43$; $p=0.05$) viz graf č.4.



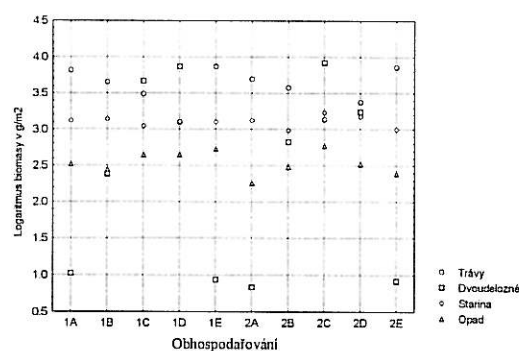
Graf č.4: Box-and-Whisker plot nadzemní biomasy úhoru, variant pokusu osetých směsí trav a variant pokusu osetých směsí trav a dvouděložných rostlin.

Průměrné množství suché nadzemní biomasy činilo na variantách pokusu osetých směsí trav 750 g/m², na variantách pokusu osetých směsí trav a dvouděložných rostlin 1300 g/m² a na úhoru 1000 g/m².

Rozdíly v celkovém průměrném množství biomasy na všech kosených variantách pokusu ukazuje graf č.5. Průměrná množství biomasy v příslušných variantách pokusu roztržiděná do skupin trávy, dvouděložné, stojící odumřelá hmota a opad ukazují obr. č.6.



Graf č.5: Průměrná množství suché nadzemní biomasy na kosených variantách pokusu. Vysvětlivky: 1-neoseto; 2-oseto; A-směs 1, podzimní setí; B-směs 1, jarní setí; C-směs 2, podzimní setí; D-směs 2, jarní setí; E-úhor.



Graf č.6: Průměrná množství suché nadzemní biomasy na kosených variantách pokusu rozdělené na biomasu trav, dvouděložných, stojící odumřelé hmoty a opadu. Vysvětlivky: 1-neoseto; 2-oseto; A-směs 1, podzimní setí; B-směs 1, jarní setí; C-směs 2, podzimní setí; D-směs 2, jarní setí; E-úhor.

Veliké množství biomasy obsahovaly varianty pokusu s vysetou směsí trav a dvouděložných rostlin, kde převládaly druhy *Centaurea frigia* a *Centaurea jacea*. Větší množství biomasy se také nacházelo na úhoru, kde často dominovaly trávy *Phleum pratense* a *Dactylis glomerata*. Nejméně biomasy obsahovala varianta osetá směsí trav, na které se uplatňovaly především jednoděložné rostliny a nedominoval zde žádný vysoce produktivní druh.

5. Diskuze

Problematikou ovlivňování biologické diversity se v posledních letech alespoň částečně zabývala řada renomovaných biologů po celém světě (viz DI CASTRI et YOUNES, 1996). Obecně totiž platí, že základem správného fungování mnoha ekosystémů je vysoká druhová diverzita (BEGON et al. 1987; ARCHIBOLD, 1995; WHITMORE, 1995). Tato skutečnost má vazbu i na snahu člověka ovlivňovat změny druhové diverzity v uměle zakládaných nebo trvale obhospodařovaných ekosystémech (LUKEN, 1990). Předložená práce se touto problematikou také zabývá, a to ve vztahu k uměle založenému a dále definovaným způsobem ovlivňovanému lučnickému ekosystému. V tomto případě byly nastoleny podmínky řízené sekundární sukcese, tedy přístup, který je běžný v aplikované ekologii (LUKEN, 1990; JORDAN III et al., 1992).

V prvním roce probíhající sukcese se výrazně neuplatnily seté druhy, naopak se projevila dominance druhů jejichž diaspory byly přítomny v půdě před setím. Podle předpokladu se prosadily druhy časných sukcesních stádií s rychlou klíčivostí, růstem a tvorbou semen v prvním roce vývoje, tzv. r-strategové (*Capsella bursa-pastoris*, *Viola arvensis*, *Chenopodium album*) (GRIME, 1979; OLFF et al., 1994). Od druhého roku se prosazovaly dominantní druhy (*Centaurea jacea*, *C. frigida*, *Achillea millefolium*, *Phleum pratense*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*) a to především na úhoru a ve směsi trav a dvouděložných rostlin, což mělo negativní vliv na druhovou diverzitu porostu i koexistenci rostlinného společenstva (BAKKER, 1989). WELLS (1983) v této souvislosti uvádí, že setí druhů s velkou konkurenční schopností není při zakládání druhově bohatých polopřirozených luk vhodné, proto by tyto druhy měly být ze směsi vynechány.

Kosení působilo pozitivněji na koexistenci druhů na plochách osetých směsí trav v porovnání s plochami osetými směsí trav a dvouděložných rostlin, kde bylo společenstvo znatelně ovlivněno dominantními *Centaurea jacea* a *C. frigida*. Tyto druhy výrazně konkurovaly ostatním druhům. Ve vztahu ke kosení lze obecně říci, že tento způsob narušení způsobuje mírný stres vedoucí ke změnám v druhové skladbě a snižuje tak konkurenční tlak výrazně dominantních druhů (GRIME, 1979). Tvoří-li společenstvo vysoce rostoucí druhy umožňuje kosení uplatnění i nízkorostoucích druhů, které by jinak v konkurenci neobstály. Vliv kosení by byl výraznější, kdyby bylo kosení prováděno vícekrát během vegetační sezóny (BAKKER, 1989).

Na nekosených plochách má negativní vliv na druhovou diverzitu především nahromadění rostlinného opadu (AL-MUFTI et al., 1977; WHEELER et GILLER, 1982), který brání růstu semenáčků. Mohl by také mít i případný vliv na pozdější životaschopnost semen v půdě (FENNER, 1992).

Často dochází v průběhu času k poklesu počtu druhů (BAKKER, 1989), což je způsobeno vzájemnou konkurencí druhů účastnících se sukcese (BEGON et al., 1997). Rozdíl v počtu druhů i změně pokryvnosti mezi variantami pokusu s různou

dobou založení porostu (jaro, podzim) v průběhu času mohl být způsobený vlivem teploty v zimním období na vysetá semena a jejich klíčivost (OLFF et al., 1994; HEJCMAN, 1997). Výrazný rozdíl ve sledovaných charakteristikách byl pozorován v prvních dvou letech od založení pokusu. Dá se však předpokládat, že se s postupem času rozdíl mezi variantami pokusu osetými na podzim a variantami pokusu osetými na jaře vyrovnají, což naznačuje trend v roce 1997.

Množství nadzemní biomasy na úhoru, v variantách pokusu osetých směsí trav i v variantách pokusu osetých směsí trav a dvouděložných rostlin se významně nelišilo od výsledků, které uvádí BAKKER (1989). Veliké množství biomasy obsahovaly varianty pokusu s vysetou směsí trav a dvouděložných rostlin, kde převládaly druhy *Centaurea frigida* a *Centaurea jacea*, což jsou druhy dorůstající výšky 0.8 - 1 m (DOSTÁL, 1989); (GRIME et al., 1987), schopné nahromadit velké množství biomasy. Větší množství biomasy se také nacházelo na úhoru, kde často dominovaly trávy s vysokou produkční schopností *Phleum pratense* a *Dactylis glomerata*. Jelikož nebyla dostupná data z jiných let nebylo možno srovnat varianty pokusu s těmito vysoce produktivními druhy, které jsou v nově zakládaném porostu pro udržení vysoké druhové diverzity nežádoucí (WELLS, 1983). Nárůstu většího množství biomasy by bylo možno dosáhnout hnojením. Tím by však došlo k zvýšení dominance druhů s vysokou konkurenční schopností (BAKKER, 1989).

6. Závěr

1. Vliv setých směsí se v prvním roce sukcese projevuje jen minimálně. Větší vliv na celé společenstvo se projevuje až od druhého roku. Znatelnější vliv na rostlinné společenstvo má směs trav a dvouděložných rostlin s výrazně dominantními druhy.
2. Vývoj rostlinného společenstva na úhoru se liší od vývoje variant pokusu osetých směsí trav i směsí trav a rostlin dvouděložných. Na úhoru mnohem dříve převládla travní dominanta ve srovnání s variantou osetou směsí trav, a navíc na něm došlo k rychlejšímu poklesu počtu druhů oproti variantám osetým oběma směsmi.
3. Doba setí směsí má vliv na vývoj celého společenstva. Rozdíl je nejvíce patrný v prvních letech sukcese. Dá se však předpokládat, že se s postupem času vývoj porostů v obou variantách vyrovná.
4. Kosení pozitivně ovlivňuje druhovou rozmanitost i koexistenci druhů rostlinného společenstva. Vliv kosení na druhovou diverzitu se výrazněji projevuje ve směsi jednoděložných rostlin, kde jsou druhy s obdobnými konkurenčními schopnostmi. Odlišná situace je ve směsi dvouděložných rostlin a trav, kde je patrná výraznější dominance některých druhů.
5. Množství nadzemní biomasy se snižuje v řadě: varianty oseté směsí trav a rostlin dvouděložných > úhor > varianty oseté směsí trav. Při srovnatelných podmínkách je nárůst nadzemní biomasy závislý na velikosti růstu dominantních druhů.

7. Literatura

- AL-MUFTI M.M., SYDES C.L., FURNESS S.B., GRIME J.P. et BAND S.R. (1977): A quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. - *J. Ecol.* 65: 759-791.
- ARCHIBOLD O.W. (1995): *Ecology of world vegetation*. - Chapman & Hall, London.
- BAKKER J.P. (1989): *Nature management by grazing and cutting*. - Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- BEGON M., HARPER J. L. et TOWNSEND C. R. (1997): *Ekologie. Jedinci, populace, společenstva*. - Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc.
- CLEMENTS F.E. (1916): *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. - Carnegie Institut, Washington.
- DI CASTRI F. et YOUNES T. (eds)(1996): *Biodiversity, science and development*. - CAB International, Wallingford.
- DOSTÁL J. (1989): *Nová květena ČSSR*. - Academia, Praha.
- GRIME J.P., HODGSON J.G. et HUNT R. (1987): *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. - Unwin Hyman, London.
- GRIME J.P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. - John Wiley & Sons, Chichester.
- HAVRÁNEK T. (1993): *Statistika pro biologické a lékařské vědy*. - Academia, Praha.
- HEJCMAN M. (1997): *Vývoj semenné banky na opuštěném poli, její vztah k aktuální vegetaci a biologie klíčení polních plevelů*. - Bakalářská diplomová práce, Jihočeská universita, České Budějovice.
- HEJNÝ S. ET SLAVÍK B. (eds)(1988): *Květena České socialistické republiky*. - Academia, Praha. chybí úvodní
část
- CHÁBERA S. et al. (1985): *Jihočeská vlastivěda. Neživá příroda*. - Jihočeské nakladatelství, České Budějovice.
- JONGMAN R.H., TER BRAAK C.J.F. et VAN TONGEREN O.F.R. (1987): *Data analysis in community and landscape ecology*. - Pudoc, Wageningen. H m m
- JORDAN III W.R., GILPIN M.E. et ABER J.D. (eds)(1992): *Restoration ecology. A synthetic approach to ecological research*. - Cambridge University Press, Cambridge.
- LEPŠ J. (1996): *Biostatistika*. - Jihočeská universita, České Budějovice.

- LEPŠ J. (1998): *Vyhodnocení dat o druhovém složení na trvale sledovaných plochách*. - Ms., biologická fakulta, Jihočeská universita, České Budějovice.
- LUKEN J.O. (1990): *Directing ecological succession*. – Academic Publishers, London.
- MORAVEC J. et al. (1994): *Fytocenologie* - Academia, Praha.
- OLFF H., HUISMAN J. et VAN TOOREN B.F. (1993) : Species dynamics and nutrient accumulation during early primary succession in coastal sand dunes. - *J. Ecol.* 81: 693-706.
- OLFF H., PEGTEL D.M., VAN GROENENDAEL et BAKKER J.P. (1994): Germination strategies during grassland succession. - *J. Ecol.* 82: 69-77.
- OSBORNOVÁ J., KOVÁŘOVÁ M., LEPŠ J. et PRACH K. (1990): *Succession in abandoned fields: Studies in central Bohemia, Czechoslovakia*. - Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- PRACH K. (1996): *Úvod do vegetační ekologie*. - Technická univerzita, Ostrava.
- ROTHMALER W. (1976): *Exkursionsflora*. – Volk und Wissen Volkseigener Verlag, Berlin.
- RYCHNOVSKÁ M. et al. (1987): *Metody studia travinných ekosystémů*. - Academia, Praha.
- RYCHNOVSKÁ M. et al. (1985): *Ekologie lučních porostů*. – Academia, Praha.
- RYCHNOVSKÁ M. et al. (1993): *Structure and functioning of seminatural meadows*. - Academia, Praha.
- SLAVÍKOVÁ J. (1986): *Ekologie rostlin*. - SPN, Praha.
- SYROVÝ S. (1958): *Atlas podnebí Československé republiky*. - Kartografický ústav, Praha.
- ŠRŮTEK M. et ČAŠEK J. (1995): Restoration of a small stream catchment: Včelnička catchment, Czech Republic. - In: EISELTOVÁ M. et BIGGS J. (eds), *Restoration of stream ecosystems - an integrated catchment approach*, pp. 119-125, IWRB Publication 37, Slimbridge.
- TER BRAAK C. J. F. et ŠMILAUER P. (1998): *CANOCO Reference Manual and User's Guide to Canoco for Windows - software for Canonical Community Ordination (version 4)*, - Centre of Biometry, Wageningen.
- WELLS T.C.E. (1983): The Creation of Species-Rich Grasslands. - In: WARREN A. et GOLDSMITH F. B. (eds), *Conservation in perspective*, pp. 215-232, J. Wiley & Sons, Chichester.

WHEELER B.D. et GILLER K.E. (1982): Species richness of herbaceous fen vegetation in broadland, Norfolk, in reaction to the quality of above-ground plant material. *J.Ecol.* 70:179-200. L -

WHITMORE T.C. (1995): *An introduction to tropical rain forests.* - Clarendon Press, Oxford.

WHITTAKER R.J., BUSH M.B. et RICHARDS K. (1989): Plant recolonization and vegetation succession on the Krakatau island, Indonesia. - *Ecol. Monograph* *Islo* vol: 59-123.

8. Příloha

