

Biologická fakulta Jihočeské univerzity
České Budějovice



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Expanze třtiny křovištní
(*Calamagrostis epigejos*)
v přírodní rezervaci
Opatovské zákopy**

Stanislav Březina
1997

vedoucí práce: Doc. RNDr. Karel Prach CSc.

Prohlašuji, že jsem uvedenou práci vypracoval samostatně,
jen s použitím uvedené literatury.

v Českých Budějovicích, 16.5.1997 Stanislav Březina

Poděkování

Děkuji svému školiteli za poskytnuté rady a literaturu. Děkuji mámě za vysoce kvalitní stravu, která mi pomáhala přežít a tátovi za pomoc při vytyčování pokusných ploch. Dále děkuji všem, kteří mi jakkoli s touto prací pomohli.

Abstract

I have written a paper about perennial grass *Calamagrostis epigejos* (*C.e.*). At the first I have interested in its effect on the diversity of other plants. Because of this I established an experiment in "Opatovské louky" meadow. The results are evident from correlation coefficients between abundance of *C.e.* and Shannon's coefficient of diversity or between abundance of *C.e.* and the number of species: - 0,630 and -0,637 respectively. They are nearly the same, however, the effect of abundance of *C.e.* on them has not the same pattern (see text).

The second object of my interest was to discuss some specific characteristics of the grass that enable it rapidly expand recently in various type of vegetation not previously invaded: The primary reasons for the expansion are the wind and catastrophic environmental disturbances. Using help of literature I have found that the most probable explanation for the expansion is also great adaptability to moist-, light- and acidity habitat. The successful spreading of *C.e.* after the seed safe site capturing is especially due to highly extensive clonal growth and low rate of decomposition of litter.

There are still many questions about this grass which are not answered in this time.

Úvod

Myslím, že každý, kdo chodí do přírody a jen trochu pozorně se dívá kolem sebe, si musel už někdy všimnout velkých, ne zrovna přitažlivě vyhlížejících ploch, které zabírají porosty na druhy ne zrovna bohatých rostlinných společenstev, ať už třeba s kopřivou, rákosem nebo třtinou. Všiml jsem si jich i já, a rozhodl jsem se o jednom takovém druhu napsat bakalářskou práci. Tak se i stalo. Popisovaný druh se jmenuje *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. a vybral jsem si ho mezi jinými z důvodu poměrně malé pozornosti terénních ekologů, která jí byla do současné doby věnována - jediný, mně známý souhrn informací pocházejících z důsledného terénního pozorování této trávy podávají ve svém článku **Dolečková et Osbornová (1990)**. Stále více, hlavně okrajových, zmínek o ní přitom potvrzuje, že její expanze se už neomezuje pouze na lesní paseky (**Fiala 1989** ^{see?} **in Gloser 1996**), ale že třtina proniká i do jiných biotopů - konkrétní příklady viz diskuse. Příklad z jiného biotopu jsem chtěl dokumentovat i já. Také proto jsem si pro pokus vybral přírodní rezervaci Opatovské zákopy.

Cíle práce

Rozhodl jsem se soustředit se na tyto otázky:

- Jaký je vliv pokryvnosti *Calamagrostis epigejos* na druhovou diverzitu?
- Jsou některé rostlinné druhy odolnější vůči její expanzi než jiné?

Primární příčinou pro úspěšné šíření druhu *Calamagrostis epigejos* i jiných kompetičně silných anemochorních rostlin v současné době je zvýšené množství disturbancí katastrofického typu v krajině (**Prach ústní sdělení**). S pomocí literatury jsem se pokusil odpovědět též na následující otázky:

- Jaké další vlastnosti spolu s anemochorním přenosem semen na velké vzdálenosti umožňují v současnosti druhu *Calamagrostis epigejos* (dále *C.e.*) úspěšné šíření do velkého množství různých porostů?

- Odlíší se *C.e.* od ostatních konkurenčně silných druhů při dalším šíření v těchto porostech?

Celkový popis lokality

Přírodní rezervace Opatovské zákopy se nachází na 49° 12' s.š. a 15° 40' v.d., asi 18 km západně od města Třebíč. Z fytogeografického hlediska ji řadíme do mezofytika, konkrétně k 67. okresu - Českomoravské vrchovině (Hejný et Slavík 1988). Nadmořská výška se zde pohybuje okolo 660 m.n.m. (Balátová et Ondráčková 1983) a průměrné roční srážky dělají asi 650 mm (Rybníček 1976). Podle rekonstrukční geobotanické mapy (Mikyška et al. 1968 - 1972) zabíraly dříve toto území lesy svazu *ALNION* - *GLUTINOSAE* na mokřích místech, obklopené lesy svazu *FAGION* na místech sušších. Dnes tvoří PR komplex mokřích luk o různém stupni zachovalosti a v nich roztroušených ploch smrkových monokultur. Ty také úplně oddělují PR na 2 samostatné části. Celková rozloha je 15,4 ha (Rohlík et al. 1996) a sklon louky 1-2°.

PR se dělí na dvě samostatné části - horní a dolní. V dolní části dolní PR se hladina spodní vody pohybuje od 0 do 3 cm pod zemí s maximem v březnu - dubnu. Půda je zde jílovitá až jílovito-hlinitá, kolem pramenných výronů se vyskytuje rašelinný anmoor (Rybníček 1976). Směrem nahoru vlhkosti v půdě ubývá a zemina v horním konci PR je skeletovitější (vlastní pozorování). Dolní, nejcennější část porostů se jednou ročně kosí, zatímco horní je nechána ladem asi 3-5 roků (Pokorný, ústní sdělení). Tyto faktory jsou důležité pro distribuci rostlinných společenstev. Kosenou, nejvlhčí část louky zabírají společenstva třídy *SCHEUCHZERIO-CARICETEA FUSCAE* s dominující *Carex nigra*, sušší část pak porosty třídy *MOLINIO-ARRHENATEREAE* (Rybníček 1976) (viz příloha č.1- první a druhý sloupec). Z mechů je hojný rod *Sphagnum* a nápadné jsou také polštáře druhu *Polytrichum commune*. Zde se také vyskytují některé vzácnější druhy mokřích luk - *Valeriana dioica*, *Ranunculus auricomus*, *Geum rivale*, *Veronica scutellata*, *Dactylorhiza majalis*, *Senecio rivulare*. V horní části dolní louky se střídají sušší plochy s hojnou *Nardus stricta* (společenstva třídy *NARDO-CALLUNETEA*), se zamokřenými, kde se ještě udržují buly *Carex nigra* díky svému stanovišti a zatím hustému porostu. Vedle tohoto prostoru s mozaikovitým uspořádáním vegetace se nachází nejsušší místa přírodní rezervace se skeletovitou půdou. Oba tyto díly jsou poměrně ostře ohraničeny úzkým potokem. Refugia šíření *C.e.* jsou položena v obou těchto částech. Z vzácnějších druhů bych zmínil *Pedicularis silvatica* a *Scorzonera humilis*. Pro úplnost bych chtěl ještě upozornit na rozsáhlé porosty *Lysimachia vulgaris* (pokryvnost 100%) v horním

výběžku louky a *Deschampsia caespitosa* zejména v jejím levém rameni. Za pozornost stojí i fakt, že se *C.e.* objevuje i na okrajích dolní části louky, které nejsou koseny

Horní louku tvoří ve značné míře porosty s *Nardus stricta*. I zde do nich expanduje *Calamagrostis epigejos*.

Celkový plánek lokality viz příloha č.2

Uspořádání pokusu a způsob sběru dat

Jak jsem se již zmínil dříve, k expanzi *C.e.* dochází hlavně v horní, nekosené části dolní louky. V jejím vlhčím dílu tvoří třtina několik polykormonů o vysoké pokryvnosti (50 - 100 %). Průměr těchto polykormonů je od 10 do 20m. Pokryvnost *CE* se logicky směrem k okrajům ploch snižuje. Do těchto gradientů pokryvnosti jsem položil celkem 6 transektů po 5-8 snímcích (konkrétní údaje o délce jednotlivých gradientů jsou podány v příloze č.1 - jednotlivé transekty jsou zde odlišeny pomocí malých písmen) o velikosti 1x1m. Transekty jsem se snažil vést kolmo k okraji polykormonů.

Dva transekty jsem dal také do vedlejší, sušší části louky, kde nejsou změny v pokryvnosti tak jednoznačné jako v předchozím případě (v příloze č. 1 se jedná o transekty řady a a c). Jedním transektem (v příloze č.1 řada d) jsem chtěl dokumentovat rozmáhání *C.e.* ve vlhkém kanálku s *Carex tumidicarpa* a *Pedicularis palustris*). Poslední transekt jsem položil na horní louce do její střední části (v příloze č.1 řada b).

V každém snímku jsem určil pokryvnost pomocí jednoduché Braun - Blanquetovy stupnice: r + 1 2 3 4 5 (van der Maarel 1979)

Jména druhů jsou uváděna podle Dostála (1989), jména fytoecologických jednotek podle Moravce (1995).

Metody statistického zpracování

Ke statistickému zpracování výsledků jsem použil programy CANOCO (ter Braak 1990) EXCEL (v. 5.0 a) a STATGRAPHICS (v.7.0). Pomocí analýzy RDA v programu CANOCO jsem chtěl naznačit účinek pokryvnosti *C.e.* na jednotlivé druhy ve snímku.

Použil jsem ji, protože mnou vybraná lokalita pro pokus neobsahuje takový rozptyl podmínek, aby zde vynikla ekologická optima jednotlivých druhů. Těm proto nejsou přiřazovány žádné specifické váhy. Ordinační diagram pro RDA jsem zpracoval pomocí programu CANODRAW (Šmilauer 1993). Na výsledném diagramu jsou pro přehlednost zachyceny jen ty druhy, u kterých umístění v něm vysvětluje alespoň 15 % celkové variability v jejich rozmístění. Žádný druh, který dosáhl této hranice, jsem již v úpravách diagramu pro tisk nemazal. Na spočítání korelačního koeficientu mezi druhovou diverzitou a pokryvností *C.e.* a zhodnocení směru závislosti těchto dvou proměnných jsem použil regresní analýzu v programu EXCEL. Rozhodl jsem se ji provést, protože vliv širokolistých druhů na diverzitu je z literatury obecně známý (viz níže) a myslím, že odůvodňuje použití pokryvnosti *C.e.* jako určující proměnné. Mne zajímal hlavně směr této závislosti. Pro vytvoření jednoduchých histogramů, které ukáží rozložení indexů diverzity a počtů druhů v jednotlivých třídách pokryvnosti a přehledněji je porovnájí, jsem použil analýzu jednocestná ANOVA s Tukeyho testem ze statistického programu STATGRAPHICS. Index diverzity jsem počítal podle Shannona s přirozeným logaritmem ve vzorci. Do celkové pokryvnosti druhů ve snímku jsem zahrnul i pokryvnost *C.e.* Pro účely statistického zpracování dat jsem byl nucen převést Braun - Blanquetovu stupnici, s pokryvnostmi udávanými hodnotami r - 5, na stupnici celočíselnou s posloupností pokryvností 1-7 a dále na hodnoty, které vyjadřují procentuální zastoupení určitého druhu. Při tomto převodu jsem použil stupnici jak ji navrhl van der Maarel (1979).

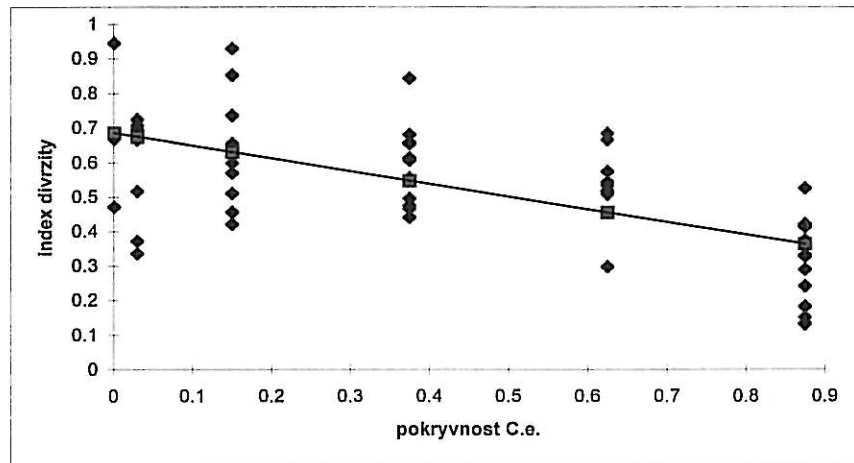
Výsledky

Regresní analýza

Nulové hypotézy : č.1 - index druhové diverzity nezávisí na pokryvnosti *Calamagrostis epigejos*

č.2 - počet druhů ve snímku nezávisí na pokryvnosti *Calamagrostis epigejos*

Obr.č.1 - Regresní přímka závislosti druhové diverzity na pokryvnosti *Calamagrostis epigejos* (◆ - jednotlivá pozorování)



Korelační koeficient : -0,630

R^2 (procento variability objasněné modelem) : 39,74 %

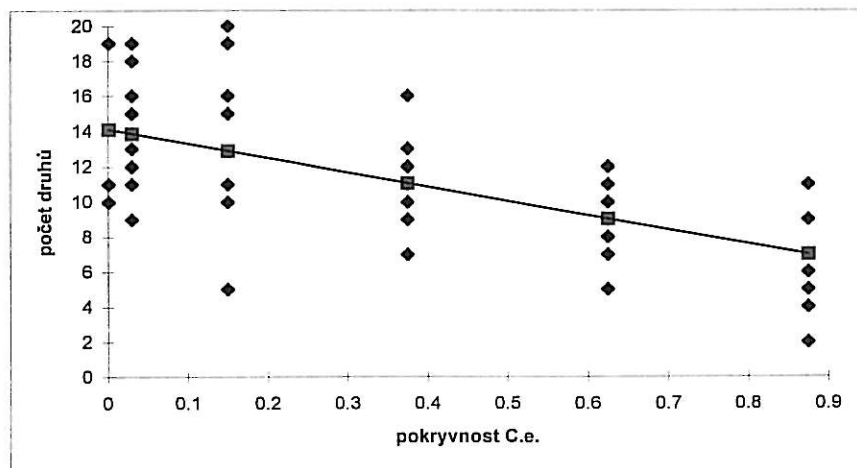
F - poměr : 35,62 α (P=0,95) : 0,00

predikční rovnice : $Y = 0,69 - 0,37 * X$

Y : index diverzity; X : pokryvnost C.e.

Zamítám nulovou hypotézu č. 1

Obr.č. 2 - Regresní přímka závislosti počtu druhů na pokryvnosti *Calamagrostis epigejos* (◆ - jednotlivá pozorování)



Korelační koeficient : -0,637

R^2 : 41,45 %

F - poměr : 38,24

α (P = 0,95) : 0,00

predikční rovnice : $Y = 14,1 - 8,1 * X$

Y : počet druhů; X : pokryvnost C.e.

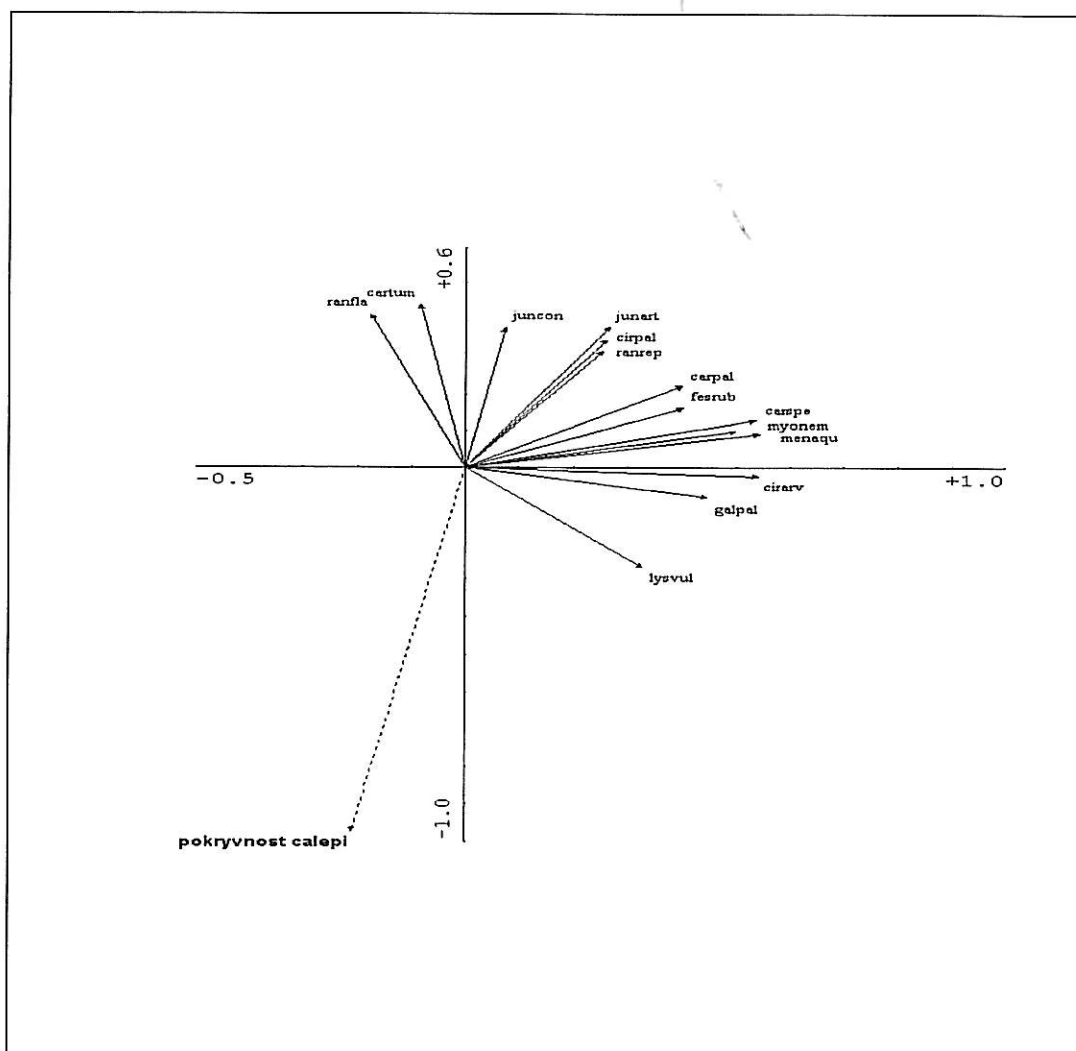
Zamítám nulovou hypotézu č.2.

Z pouhého porovnání dvou výše uvedených korelačních koeficientů a parametrů R^2 by se mohlo zdát, že účinek *C.e.* je stejný na počet druhů v porostu jako na jeho index diverzity. Z pozornějšího zhodnocení výše uvedených obrázků se však dá vyčíst, že přítomnost *C.e.* se začíná negativně projevovat na počtu druhů až když dosáhne pokryvnosti kolem 20 -30 %. Ale i při dále se zvyšující pokryvnosti si společenstvo zachovává určitou vyrovnanost - index druhové diverzity se mění jen velmi málo. Zásadní změnu ve struktuře společenstva přivodí až pokryvnost *C.e.* nad 70 %, kdy je zastínění už opravdu vysoké. Teprve při této pokryvnosti se statisticky průkazně a výrazně snižuje index druhové diverzity. Pro lepší názornost větší přesvědčivost tohoto výkladu jsem vypracoval obrázky umístěné v příloze č. 3.

Analýza RDA

Obr.č.3 - RDA ordinační diagram ukazující vztah jednotlivých druhů k pokryvnosti

C.e. (vabilita vysvětlená 1. ordinační osou: 3,4 %, Monte Carlo - permutační test neomezenými permutacemi: 0,02 při F- ratio: 2,08)



Vysvětlení zkratk názvů použitých v předchozím obrázku:

calepi - *Calamagrostis epigejos*, cardis - *Carex disticha*, carpal - *Carex palescens*, cartum - *Carex tumidicarpa*, cirarv - *Cirsium arvense*, cirpal - *Cirsium palustre*, fesrub - *Festuca rubra*, galpal - *Galium palustre*, junart - *Juncus articulatus*, juncon - *Juncus conglomeratus*, lysvul - *Lysimachia vulgaris*, menaqu - *Mentha aquatica*, myonem - *Myosotis nemorosa*, ranfla - *Ranunculus flammula*, ranrep - *Ranunculus repens*

Z diagramu je patrné, že nejlépe se s druhem *Calamagrostis epigejos* snáší *Lysimachia vulgaris* a nejméně (mimo druh *Cirsium palustre*) většinou subtilnější vlhkomilné druhy. Další zhodnocení diagramu jsem provedl v diskusi (bod č.2). Obecně lze také říci, že zprava doleva lze vyčíst trend v přibývání světlomilnějších druhů. Trend ve shlukování druhů s podobnými růstovými strategiemi jsem nevypozoroval.

Diskuse

1. Vliv *Calamagrostis epigejos* na druhovou diverzitu

Z výše popsaných výsledků vyplývá, že s přibývajícím pokryvností *C.e.* se nerovnoměrně snižuje jak počet druhů, tak index diverzity. Myslím, že to není nic překvapujícího. Podobný účinek na počet druhů uvádí **Grime et al. (1987)** i u jiných konkurenčně silných druhů jako např. *Phalaris arundinacea*, *Phragmites australis*, *Urtica dioica* nebo *Chamerion angustifolium* (viz dále). Snížení druhové diverzity v sukcesi na opuštěných loukách zjistil také **Prach (1994)** - po opuštění louky výrazně expandoval např. *Agropyron repens* nebo *Urtica dioica*. Velmi chudá na druhy byla i společenstva s dominantní *Carex acutiformis* nebo *Iris pseudacorus* na opuštěných loukách v Polsku (**Falińska 1991**). **Viewegh (1996)** prokázal vliv *C. arundinacea* na druhovou bohatost v Beskydech a stejný vliv má i druh *C. villosa* (**Pyšek 1993**). Obecný vztah mezi zvyšováním indexu dominance a snižováním počtu druhů zmínila **Slavíková (1986)**.

Mechanismů, kterými způsobuje *C.e.* zmíněné snížení diverzity v přírodní rezervaci Opatovské zákopy je několik, z nichž většina je společná všem konkurenčně silným rostlinným druhům:

1. zastínění pomocí vysokého vzrůstu a odpadu (**Grime 1979**).
2. zabránění živin (**Grime 1979**)
3. mechanické vytlačení ostatních druhů pomocí robustního odenkového systému

(Falińska 1991)

Ne příliš často zdůrazňovaný je způsob ovlivňování okolních porostů, na který u druhu *C.e.* poukázaly **Dolečková et Osbornová (1991)**: „Třtina zvyšuje transpiraci porostu v létě a snižuje výpar ze substrátu při jeho přemokření na jaře, čímž významně prohlubuje krajní extrémny vlhkostního režimu půdy na obou stranách vlhkostní stupnice.“

Je jasné, že všechny tyto mechanismy, umožňující *C.e.* i jiným konkurenčně silným druhům úspěšně snížit druhovou diverzitu v okolí, se mohou uplatnit až s její vyšší pokrývností tak, jak tomu bylo i ve výše popsaných výsledcích.

Prostředky, pomocí kterých *C.e.* úspěšně potlačuje ostatní druhy, nejen na Opatovských zákopech, se shodují s těmi, které popsal **Grime (1979)** jako hlavní vlastnosti C - kompetitorů. Jsou to 1. vysoká růstová rychlost - 103,4 g.kg-1.den-1 při suboptimálních světelných podmínkách asi měsíc po vyklíčení (**Gloser et Gloser 1996**)

2. velká výška - 106 -107cm - při experimentu **Tosseramse et al.(1996)**

3. velká listová plocha - 1325 cm² na rostlinu - taktéž při experimentu **Tosseramse et al.(1996)**

4. využití období s nejlepšími podmínkami pro fotosyntézu pro nejvyšší nárůst biomasy

5. pomalé rozkládání odpadu - obsah Si v rostlinách zvláště vysoký u graminoidů (**Cornelissen 1997**); poločas rozkladu stařiny *C.e.* je 1,5 - 1,7 let (**Dolečková et Osbornová 1991**)

6. laterální růst - **Dolečková et Osbornová (1991)** uvádějí, že jeden výhonek je schopen za rok vytvořit oddenkový systém o celkové délce až 10 m při maximální délce jednoho oddenku až 1,4 m.

Prvními čtyřmi charakteristikami se *C.e.* od ostatních silných kompetičních druhů příliš neliší. **Grime (1987)** uvádí pro mnohé z nich charakteristiky ještě lépe vyhovující rychlému dosáhnutí dominance v porostu (větší listové plochy, vyšší vzrůst). Koncentrace Si v listech je naopak oproti ostatním druhům poměrně vysoká. Jako klíčová vlastnost pro úspěšnou expanzi *C.e.* v Opatovských zákopech se jeví vysoce extenzivní laterální růst, i když se vyskytuje i mezi jinými rostlinami (**Harper 1977 - *Pteridium aquilinum*, Soukupová 1992 - *Calamagrostis canescens***). Dlouhý oddenkový systém s hrotitým pouzdrem tuhých šupin jí umožňuje pronikat do prostor mezi zapojeným porostem, kde vznikají dceřinné ramety, které se dále rozrůstají (**Dolečková et Osbornová 1991**). Tímto způsobem může třtina mechanicky vytlačit okolní rostliny (viz výše). Dlouhé rhizomy

mohou mít pro *C.e.* ještě další výhody. Je pravděpodobné, že pomocí změn v délce rhizomů je třtina schopna efektivně využít živin, jak ukázali na příkladu *Glechoma hederacea* Price et Hutchings (1996). Ramety z těchto míst pak mohou podporovat v růstu ramety nacházející se na neúživných substrátech (u druhu *Fragaria moschata* prokázal Alpert 1991; u plavuně *Lycopodium flabelliforme* Young 1988). Logické by také bylo, že díky tomuto propojení jsou v hustém porostu třtiny zvýhodněny vegetativně vznikající ramety oproti jedincům vznikajícím ze semen vlastního i cizích druhů (pro klonální rostliny obecně zmínil ^{ef. Louchet-Douch} Silvertown (1993). Přes svou velkou informační hodnotu však nebyl okruh témat kolem plasticity v délce rhizomů nebo stupně vzájemné podpory jednotlivých ramet u *Calamagrostis epigejos* dosud zkoumán. Myslím, že studium těchto otázek by bylo velmi užitečné pro pochopení expanzivní úspěšnosti třtiny a zároveň by mohlo přispět do obecnějších diskusí týkajících se těchto témat (plastická & neplastická změna v délce rhizomů - de Kroon et al. 1994; vzájemná podpora & konkurence fyziologicky propojených ramet - Hara 1994)

2. Vliv *Calamagrostis epigejos* na ostatní druhy v porostu

Hned v úvodu této části diskuse bych chtěl napsat, že 1. ordinační osa korelovaná s pokryvností *C.e.* nevysvětluje příliš velké procento celkové variability v datech. Na rostliny, uvedené v diagramu, působí tedy poměrně silně ještě další neměřené faktory (viz popis k obrázku č.3).

Druhem, jehož pokryvnost dosáhla nejvyššího korelačního koeficientu (déle KK) s pokryvností *C.e.* - *Lysimachia vulgaris* (viz obr. č.3) - se podrobněji zabývala Falińska(1991) při svém výzkumu sukcese na opuštěných mokřích loukách v Polsku. I ona uvádí tento druh jako jeden z mála bylinných dvouděložných, kterým se v této sukcesí podařilo prosadit. Frank et Klotz (1990) ho ve svých tabulkách ekologicko - biologických dat flóry bývalé NDR uvádějí jako C-S stratéga s poměrně vysokými nároky na vodu a jinak velmi širokou ekologickou amplitudou.

Z obrázku č.3 dále vyplývá, že naopak velmi malých KK mezi svou pokryvností a pokryvností *C.e.* dosahují 1. rostliny menšího vzrůstu (např. druhy *Carex tumidicarpa*, *Ranunculus flammula*, *Juncus articulatus*, *Ranunculus repens*), 2. druhy s poměrně velkými nároky na vodu (zde to jsou stejné druhy jako v předešlém případě a např. *Juncus conglomeratus*) a 3. druhy s velkými nároky na světlo - *Carex tumidicarpa*, *Juncus*

articulatus (všechny informace o ekologických nárocích jednotlivých rostlin jsem převzal od Franka et Klotze 1990). Někdo by na tomto místě mohl vznést námitku, že rozložení rostlin v diagramu je určeno spíše gradientem ve vlhkosti prostředí, který zde byl přítomen ještě před expanzí *C.e.* než gradientem v pokryvnosti třtiny. Proti podobným argumentům však hovoří zejména relativně vysoké KK mezi pokryvností dvou spíše vlhkomilných druhů a pokryvností třtiny. Tyto dva druhy jsou již zmíněná *Lysimachia vulgaris* a *Galium palustre* - relativní úspěšnost tohoto poměrně subtilního, stínomilnějšího druhu lze vysvětlit jeho schopností využít pro růst velmi malých prostor v podrostu vyšších rostlin (Grime et al 1987). Není vyloučeno, že malá pokryvnost některých vlhkomilných rostlin ve snímčích s vysokou pokryvností *C.e.* může být také důsledkem menší vlhkosti v těchto snímčích. Jak jsem ale zmínil již výše, podle Osbornové et Dolečkové (1990) je zvyšování odparu v létě a tím i vysoušení okolní půdy na stanovišti jedna z vlastností tohoto druhu, které uplatňuje v kompetici. Je proto těžké odlišit snížení vlhkosti ve snímku působením třtiny samotné a přirozených podmínek stanoviště.

Působení *C.e.* na ostatní druhy není téma v literatuře příliš frekventované. Jedna z mála výjimek je práce Klinkhammera et al. (1996), který se zabýval vlivem *C.e.* na dvouletku *Oenothera biennis*. U tohoto druhu třtina snížila počet vzešlých semen i podíl kvetoucích rostlin v přežívající populaci.

3. Sukcese na opuštěných loukách

Faktor, který umožnil druhu *C.e.* projevit vlastnosti zmíněné výše v diskusi, se všemi následky z toho vyplývajícími, je na Opatovských zákopech přerušování kosení. Kosení brání *C.*-kompetitorům výrazně zastínit ostatní pomocí vysokého vzrůstu a odebírá z místa živiny, které tyto rostliny potřebují k dosažení dominance. Dává také vznik novým nikám na strništi po kosení (Rychnovská et al. 1985). Proto je kosení jedním z nejdůležitějších faktorů pro zachování vlhkých luk (Buttler 1992) jako jsou Opatovské zákopy.

Expanze *C.e.* na Opatovských zákopech odpovídá obecnému průběhu sukcese na opuštěných loukách jak ji nastínila například Blažková (1996). Podle ní je významným jevem při sukcesi v těchto biotopech expanze některého konkurenčně silného druhu, dosažení jeho dominance a jeho různě dlouhá doba persistence na dané lokalitě. Pro další potvrzení této myšlenky bych mohl citovat znovu téměř všechny práce z bodu 1, což

jenom potvrzuje vzájemný vztah mezi sukcesí na opuštěných loukách a současným poklesem diverzity na nich (viz výše Slavíková 1986). Na možnou dočasnost tohoto jevu upozornila Falińska (1991). I její práce o sukcesí na opuštěných mokřích loukách v Polsku se zabývá z velké míry ekologií a demografií dominant jako *Carex acutiformis*, *Carex caespitosa* nebo *Lysimachia vulgaris*.

4. Vlastnosti druhu *Calamagrostis epigejos*

V následujících řádcích se pokusím o shrnutí vlastností druhu *Calamagrostis epigejos*¹, které jsem vyhledal v literatuře, a zhodnotit, jestli jsou mezi nimi nějaké, které vysvětlují její úspěšnou expanzi do různých typech porostů v současné době. Základní mechanismy, pomocí nichž třtina potlačuje okolní rostliny po zabrání prostoru ve společenstvu jsem zmínil již dříve.

Calamagrostis epigejos (L.) Roth. netvoří jen poměrně velké množství biomasy ale i velké množství pohlavním procesem vzniklých semen². Tyto obilky mají krátkou dobu klíčivosti a netvoří tedy přetrvávající semennou banku. Na místě se šíří vegetativně typem guerilla (viz výše). Trvání životního cyklu jednoho polykormonu je asi 7 let a do velké míry nezávisí na podmínkách stanoviště. Rychlost vegetativního šíření odpovídá spíše abiotickým podmínkám (podobný, druhově specifický způsob šíření zjistila pro druh *C. canescens* Soukupová 1992) (Dolečková et Osbornová 1991 - zde také další informace).

Různorodost stanovišť, do kterých *C.e.* úspěšně invaduje, vyzdvihuje Dostál (1989). Konkrétní příklad jiného stanoviště než lesní paseky je zřejmý nejen ze mnou uvedené lokality, ale i z práce Kučery (1996), který ji uvádí jako v poslední době se rozmáhající druh v údolních lukách na Křivoklátsku. Jako optimální podmínky pro její invazi mu v ordinačním diagramu vyšlo nekosené, středně vlhké na živiny středně bohaté společenstvo mezi asociacemi *POLYGALO- NARDETUM STRICTAE* A *POLYGONO- CIRSIETUM PALUSTRIS*, což je podle mne v dobré shodě s podmínkami, ve kterých

1 Rod *Calamagrostis* je známý hlavně díky svým vysoce expanzivním druhům i když v něm existují třtiny v naší republice kriticky - *C. stricta* a *C. purpurea* i silně ohrožené - *C. varia* a *C. pseudophragmites* (Sb.zák č.395/1992). Druhem *C. canescens*, který expanduje hlavně do mokřadních porostů (Blažková 1996) se zabývá Soukupová (1996). Převážně v karpatských pohořích ČR se uplatňuje *C. arundinacea* (Blažková 1996) a informaci o něm podává Fiala et al. (1996) a Gloser et Gloser(1996). Bibliografii i poznatky, týkající se druhu *C. villosa*, šířícímu se převážně na imisních holinách vyšších hor, shrnul Pyšek (1993). Že neexistují invazní druhy rodu *Calamagrostis* jen v Evropě ukazuje velké množství prací o *C. canadensis* ze Severní Ameriky (za všechny např. Lieffers et al. 1993).

² V rodu *Calamagrostis* existují i apomiktické druhy (*C.arundinacea*), kteří mohou se sexuálními typy snadno hybridizovat a tvořit už ve třetí generaci plodné apomikticky se šířící potomstvo (Krahulcová et Krahulec 1996)

třetina expanduje na Opatovských zákopech. **Osbornová et Dolečková (1990)** a **Frank et Klotz (1990)** vyzdvihují souvislost jejich stanovišť s lidskou činností.

V popisu stanoviště jsem zmínil, že se *C.e.* šíří jak ve vlhčích tak i v sušších částech PR Opatovské zákopy. Širokou ekologickou valencí *C.e.* k vlhkosti udávají i **Frank et Klotz (1990)**. Podle zběžného porovnání několika nejznámějších konkurenčně silných druhů (s pomocí již zmíněných tabulek **Franka et Klotze 1990**) není tolerance k vlhkosti půdy mezi podobnými typy rostlin častá vlastnost. malé
nebo
někde?

Hodnota pH se na Opatovských zákopech pohybuje okolo 5. Odolnost *C.e.* k jeho různým hodnotám zde není příliš patrná, ale pro pochopení důvodu úspěšné expanze do různých společenstev je stejně důležitá jako předchozí vlastnost. **Dolečková et Osbornová (1990)** udávají rozsah pH, ve kterém je CE schopna přežít 3,5 - 10 s optimem kolem 5,4 - 5,6. Tolerance ke kyselosti substrátu je podle mého srovnání (viz výše) o něco častější jev, než tolerance k vlhkosti.

Předmětem dalšího zkoumání by mohla být konkurenční schopnost CE za různého stupně minerální bohatosti prostředí, protože dosavadní výsledky jsou značně rozporné. Zatímco (**Frank et Klotz 1990**) uvádějí tento druh jako C- stratéga, kteří se podle **Grima (1979)** prosazují na minerálně bohatých stanovištích, z výsledků **Kučery (1996)** je zřejmá schopnost této trávy kolonizovat i minerálně poměrně chudá místa. Stejná tendence se projevuje i na Opatovských zákopech.

Gloser et Gloser (1996) se zabývali reakcí *C.e.* na změněné světelné podmínky a zjistili její schopnost přežít „za světelných podmínek, které jsou blízko nejspodnějšího světelného limitu pro cévnaté rostliny vůbec“ a „výjimečně vysoký potenciál k adaptaci na změny v záření, v porovnání s jinými trávami“ Konečná hmotnost biomasy ve stínu se nezměnila, zvýšil se ale podíl listové plochy na celkové biomase (z 15,7m²/kg celkové biomasy při osvětlení 200 PPF³ na 25,6 m²/kg celkové biomasy při 25 PPF), délka rhizomů (neuveřejněno), snížila se relativní růstová rychlost (ze 103,4g/kg.den při 200 PPF na 25,7 při 25 PPF), počet výhonků (z 18,67 při 200 PPF na 5,0 při 25 PPF) a rostliny byly sterilní.

K vysoké ekologické plasticitě tohoto druhu může podle **Glosera et al.(1996)** přispět i to, že *C.e.* upřednostňuje spíše kyselé půdy, kde je dusík přítomen spíše ve formě iontu NH₄⁺. Ten se podílí, způsobem popsaným v článku, na vyšší kapacitě a aktivitě tzv.

³ PPF - fotosyntetický fotonový proud [$\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$]

alternativních respiračních pochodů, které umožňují rostlinám lépe regulovat růstovou rychlost a měnit alokaci živin do jednotlivých orgánů při střídání světelných podmínek (podrobnější vysvětlení viz článek). Rostliny využívající jako zdroj dusíku iont NO_3^- mají tuto schopnost sniženu.

Taková tolerance ke světelným podmínkám je asi výsledek (nebo důvod) životní strategie používané v jejím přirozeném stanovišti v lesích a na lesních pasekách - dlouhá část životního cyklu strávená v podrostu vysokých stromů a pak prudká expanze při prosvětlení (Gloser et Gloser 1996). Tato vlastnost se ovšem uplatní i na loukách a jiných biotopech, do kterých *C.e.* v současnosti expanduje. Může se zde projevit jako schopnost semenáček dlouhodobě přežívat pod vlastní vrstvou stařiny (Dolečková et Osbornová 1990 uvádí až 3 měsíce). Bylo by zajímavé vědět, jestli jejich odolnost k zastínění vznikla jako vedlejší produkt při evoluci schopnosti přetrvávat za nízkých světelných podmínek nebo se na ní nějakou měrou také podílela. Jak do této posloupnosti zapadá schopnost tvorby pomalu rozložitelné stařiny? Řešení těchto problémů by možná přispělo k lepšímu poznání příčin úspěšné expanze této trávy v současnosti⁴.

Zajímavé je také zjištění Glosera et Bartáka (1994), kteří uveřejnili poznatek, že čistá fotosyntetická rychlost (P_N) *C.e.* se při zvýšené koncentraci CO_2 ve vzduchu (z 350 na $700\text{cm}^3/\text{m}^3$) zvýšila výrazněji než u jiných druhů, na kterých byly tyto pokusy prováděny. Následkem byl vyšší růst druhu při vyšší koncentraci CO_2 . Z tohoto výsledku lze předpokládat, že ani v budoucnosti nebude *C.e.* v kompetici s ostatními druhy znevýhodněna stále se zvyšující koncentrací CO_2 (Gloser et Barták (1994). Podle mne není vyloučené, že zvyšující se koncentrace CO_2 v posledních desetiletích přispěla svým dílem k jejímu výraznějšímu prosazení.

K další expanzi *C.e.* v současné době, ale zejména v budoucnosti může přispět i vysoká odolnost proti UV-B záření, kterou u ní zjistili Tosserams et Rozema (1995), (efektem UV-B záření na *C.e.* se zabýval i Tosserams et al. 1996), ale také proti všem běžně používaným typům destrukce porostů jako kosení nebo vypalování (Dolečková et Osbornová 1990).

Obecně lze říci, že pro druh *Calamagrostis epigejos* je typická silná adaptační schopnost na celou řadu abiotických faktorů prostředí.

⁴ Na tyto problémy dále navazují témata týkající se klíčivosti semen ve vlastním podrostu a roli genetické diverzity pro *C.e.*

Závěr

Zvyšující se pokryvnost druhu *Calamagrostis epigejos* v porostech snižuje jejich druhovou bohatost. Korelační koeficienty mezi pokryvností třtiny a indexem diverzity resp. pokryvností třtiny a počtem druhů vyšly -0,630 a -0,637. K výraznějšímu negativnímu projevení účinků této trávy na diverzitu okolních porostů dochází až kolem 20-30 % - ní pokryvnosti. K destrukci společenstva vedou pokryvnosti nad 70 %. Na většinu druhů v ordinačním diagramu má *Calamagrostis epigejos* negativní vliv. Její expanzi odolávají nejlépe druhy *Lysimachia vulgaris* a *Galium palustre*. Příčiny jsou vysvětleny v textu.

Díky své vysoké přizpůsobivosti ke světelným i vlhkostním podmínkám jakož i k velkému rozsahu hodnot pH je schopna *C.e.* udržet se ve velkém množství typů porostů, do jejichž disturbovaných částí se pomocí větru dostanou její semena. Vlastnosti umožňující druhu *C.e.* expanzi v těchto porostech jsou podobné vlastnostem ostatních kompetičně silných druhů. Důležitý je pro *C.e.* silně extenzivní vegetativní růst a sklerenchymatické listy s dlouhým poločasem rozpadu.

Z diskuse vyplývá, že *Calamagrostis epigejos* je velmi adaptabilní druh, který bude součástí mnoha typů porostů i v budoucnosti. Přes tyto skutečnosti mu byla mezi ekology věnovaná dosud poměrně malá pozornost a řada otázek, zčásti nastíněných v diskusi zůstává zatím nezodpovězena.

Seznam literatury

- ~ Alpert P. (1991): Nitrogen sharing among ramets increases clonal growth in *Fragaria moschata*. - *Ecology* 72: 69-80.
- ✓ Balátová-Tulačková E., Ondráčková S. (1983): Fytocenologický snímek č. 025/83. - Západomoravské muzeum v Třebíči, Třebíč, Ms.
- ✓ Blažková D. (1996): Chování trav při změně hospodaření na loukách. - *Zprávy ČBS, Materiály* 13: 55-56.
- ~ Buttler A. (1992): Permanent plot research in wet meadows and cutting experiment. - *Vegetatio* 103: 113-124.

- ✓ Cornelissen J.H.C., Thompson K. (1997): Functional leaf attributes predict litter decomposition rate in herbaceous plants. - *New Phytologist* 135: 109-114.
- ✓ de Kroon H., Stuefer J.F., Dong M., During H.J. (1994): On plastic and non-plastic variation in clonal morphology and its ecological significance. - in Sokupová et al. (eds.): *Plant clonality: Biology and diversity*, p17-32, Oppulus press, Upsella.
- ✓ Dolečková H., Osbornová J. (1990): Konkurenční schopnost a plasticita druhu *Calamagrostis epigejos*. - *Zprávy České botanické společnosti* 25: 35-38.
- ✓ Dostál J. (1989): *Nová květena ČSSR*. - Academia, Praha
- ✓ Falińska K. (1991): *Plant demography in vegetation succession*. - Kluwer Academic Publishers, Dortrecht.
- ✓ Fiala K. (1989): Underground biomass of three typical grass stands growing on areas deforested by air-pollution. - in: Gloser V., Gloser J. (1996): *Acclimation capability of Calamagrostis epigejos and C. arundinacea to changes in radiation environment*. - *Photosynthetica* 32: 203-212.
- ✓ Fiala K., Zelená V., Jakrllová J. (1996): Struktura a produkce porostů s dominantními druhy rodu *Calamagrostis*. - *Zprávy ČBS, Materiály* 13:97-99.
- ✓ Frank D., Klotz S. (1990): *Biologisch - ökologische Daten zur Flora der DDR*. - Martin Luther Universität Halle-Wittenberg Wissenschaftliche Beiträge, Halle.
- ✓ Gloser J., Barták M. (1994): Net photosynthesis, growth rate and biomass allocation in a rhizomatous grass *Calamagrostis epigejos* grown at elevated CO₂ concentration. - *Photosynthetica* 30: 143-150.
- ✓ Gloser V., Gloser J. (1996): *Acclimation capability of Calamagrostis epigejos and C. arundinacea to changes in radiation environment*. - *Photosynthetica* 32: 203-212.
- ✓ Gloser V., Scheurwater I., Lambers H. (1996): The interactive effect of irradiance and source of nitrogen on growth and root respiration of *Calamagrostis epigejos*. - *New Phytologist* 134: 407-415.
- ✓ Grime J.P. (1979): *Plant strategies and vegetation processes*. - J.Wiley & Sons, Chichester.
- ✓ Grime J.P., Hodgson J.G., Hunt R. (1987): *Comparative plant ecology. A functional approach to common British species*. - Unwin Hymac, London.
- ✓ Hara T. (1994): Growth and competition in clonal plants - persistence of shoot populations and species diversity. - in Sokupová et al. (eds.): *Plant clonality: Biology and diversity*, p.75-96, Oppulus press, Upsella.
- ✓ Harper J. L. (1977): *Population biology of plants*. - Academic press, San Francisco.

- ✓ Hejný S., Slavík B. (1988): Květena České socialistické republiky. - Academia, Praha.
- ✓ Klinkhamer P.G.L. et al. (1996): An eight- year study of population dynamics and life- history variation of the biennial- *Carlina vulgaris*. - *Oikos* 75:259-268.
- ✓ Krahulcová A., Krahulec F. (1996): Proč jsou některé rody trav taxonomicky obtížné? - *Zprávy ČBS, materiály* 13: 1-5.
- ✓ Kučera T. (1996): Degradace údolních luk na Křivoklátsku. - *Sborník prací z ochrany přírody* 4: 131-138
- ✓ Lieffers V.I., Mac Donald S.E., Hogg E.H. (1993): Ecology of and control strategies for *Calamagrostis canadensis* in boreal forest sites. - *Canadian Journal of Forest Research* 23: 2070-2077.
- ✓ Mikyška R. et al. (1968-1972): Geobotanická mapa ČSSR. 1. České země. - Academia, Praha.
- ✓ Moravec J. et al. (1995): Severočeskou přírodou. - příloha 1995: 1-206.
- ✓ Prach K. (1994): Vegetační změny mokřých luk na Třeboňsku. - *Příroda* 1: 97-105.
- ✓ Price E.A.C., Hutchings M.J. (1996): The effect on growth and form in *Glechoma hederacea*. - *Oikos* 75: 279-291.
- ✓ Pyšek P. (1993): What do we know about *Calamagrostis villosa*? - A review of the species behaviour in secondary habitats. - *Preslia* 65: 1-20.
- ✓ Rohlík et al. (1996): Třebíčsko. Soubor turistických map. - Vojenský kartografický ústav, š.p., Harmanec.
- ✓ Rybníček K. (1976): Vyjádření k záměru vodohospodářských a pozemkových úprav v horní části povodí Brtničky, xeroxová kopie, Brno
- ✓ Rychnovská M., Balátová E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů. - Academia, Praha.
- ✓ Sbíрка zákonů České republiky č.95/ 1992
- ✓ Silvertown J.W., Lovett Doust J. (1993): Introduction to Plant Population Biology. - Blackwell, Oxford.
- ✓ Slavíková J. (1986): Ekologie rostlin. - SPN, Praha
- ✓ Soukupová L. (1992): *Calamagrostis canescens*: population biology of a clonal grass invading wetlands.- *Oikos* 63: 395-401.
- ✓ Šmilauer P. (1992): CANODRAW users guide v. 3.10. - Microcomputer Power Ithaca, NY.
- ✓ ter Braak C.I.F. (1990): CANOCO - a FORTRAN program for CANONical Community

Ordination by [partial] [detrended] [canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis, version 3.10. - Microcomputer Power Ithaca, NY.

- ✓Tosserams M., de Sá Pais A., Rozema J. (1996): The effect of solar UV radiation on four plant species occurring in coastal grassland vegetation in Netherlands. - *Physiologia Plantarum* 97: 731-739.
- ✓Tosserams M., Rozema J. (1994): Effects of ultraviolet - B radiation (UV - B) on growth and physiology of the dune grassland species *Calamagrostis epigejos*. - *Environmental Pollution* 89: 209-214.
- ✓van der Maarel E. (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and effects on community similarity. - *VEGETATIO* 39: 97-114.
- ✓Viewegh J. (1996): Změny travních dominant v lesních společenstvech Beskyd. - *Zprávy ČBS, materiály* 13: 67-69.
- ✓Young R., Robyne L.R., Donald (1988): Influence of physiological integration on survivorship and water relations in a clonal herb *Lycopodium flabelliforme*. - *Ecology* 69: 215-219.

Příloha č. 1 (popis v textu)

datum pořízení zápisu	24.8.1996	24.8.1996	31.7.1996	31.7.1996	31.7.1996	31.7.1996	31.7.1996	31.7.1996	31.7.1996
druhy v porostu /řady snímků	Sch.-C.f.	Mol.-Arh.	a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7
<i>Acetosella vulgaris</i>	+								
<i>Agrostis stolonifera</i>									
<i>Agrostis tenuis</i>		r	1	r	r	r			r
<i>Achillea millefolium</i>									
<i>Alchemilla sp.</i>									2
<i>Alopecurus pratensis</i>									
<i>Antoxanthum odoratum</i>	3								
<i>Briza media</i>	+								
<i>Calamagrostis epigejos</i>			4	2	1	r	2	4	3
<i>Caltha palustris</i>		2							
<i>Carex echinata</i>	r	+							
<i>Carex hirta</i>								1	+
<i>Carex nigra</i>	+	4							
<i>Carex palescens</i>									
<i>Carex panicea</i>									
<i>Carex pilulifera</i>									
<i>Carex disticha</i>									
<i>Carex tumidicarpa</i>									
<i>Cirsium arvense</i>									
<i>Cirsium palustre</i>	+			+	+	+	+	1	1
<i>Crepis paludosa</i>	1	1							
<i>Deschampsia caespitosa</i>									
<i>Epilobium palustre</i>	r	+							
<i>Equisetum fluviatile</i>		r							
<i>Equisetum silvaticum</i>		+							
<i>Eriophorum angustifolium</i>		+							
<i>Festuca ovina</i>									
<i>Festuca rubra</i>									
<i>Galium palustre</i>	+	r	1		1	+	r	r	r
<i>Galium uliginosum</i>				1					
<i>Gnaphalium uliginosum</i>									
<i>Holcus lanatus</i>	1								
<i>Holcus mollis</i>			2	1	+	+	+	2	1
<i>Hypericum maculatum</i>					+	2	2	1	
<i>Juncus articulatus</i>									
<i>Juncus conglomeratus</i>			r						
<i>Juncus effusus</i>		+							
<i>Lathyrus pratensis</i>	+		2	2	3	3	3	2	
<i>Luzula multiflora</i>	+				r				
<i>Lychnis flos-cuculi</i>		r		r	+			r	
<i>Lysimachia vulgaris</i>		+							
<i>Mentha aquatica</i>									
<i>Myosotis nemorosa</i>					r	r			
<i>Myosotis cf. laxiflora</i>		+							
<i>Nardus stricta</i>	1								
<i>Phleum pratense</i>									
<i>Picea abies juv.</i>									
<i>Pinus silvestris juv.</i>									
<i>Plantago lanceolata</i>					+	+			1
<i>Poa trivialis</i>	+								
<i>Polygala vulgaris</i>	r				r	r			
<i>Potentilla erecta</i>	+	+		+	+	r	+		+
<i>Prunella vulgaris</i>					+				+
<i>Ranunculus acris</i>									
<i>Ranunculus auricomus</i>	r								
<i>Ranunculus flammula</i>									
<i>Ranunculus repens</i>									
<i>Scirpus silvaticus</i>		1							
<i>Scutellaria galericulata</i>									
<i>Selinum carvifolium</i>			1	1	1	r			
<i>Sieglingia decumbens</i>									1
<i>Stellaria gramminea</i>									
<i>Tifolium alpestre</i>			+		+		+	+	
<i>Tripleurospermum maritimum</i>					+	+	+	+	2
<i>Vaccinium myrtillus</i>									
<i>Veronica chamaedrys</i>			+	+	r		r		
<i>Veronica officinalis</i>					+				
<i>Vicia sativa</i>									
<i>Viola canina</i>									
<i>Viola palustris</i>		1							

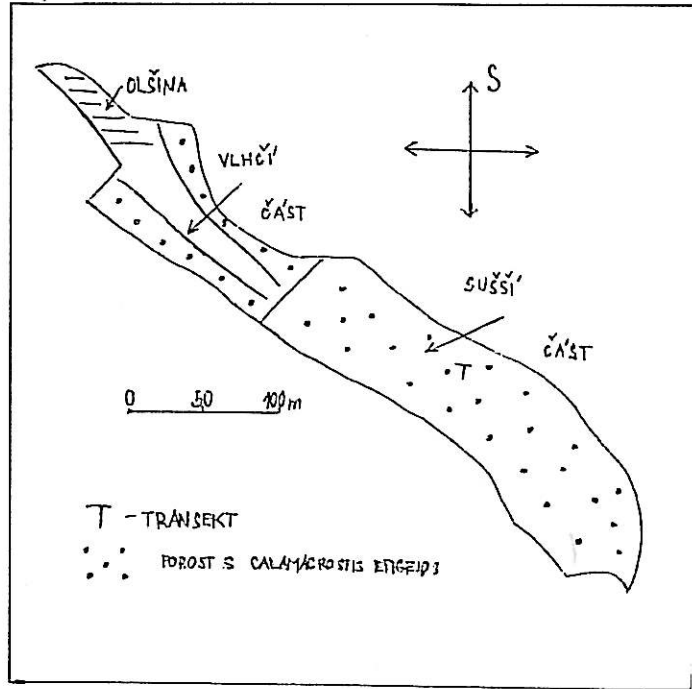
Příloha č. 1 (popis v textu)

11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	11.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996
d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	e1	e2	e3	e4	e5	f1	f2	f3	
+	1	r	1	1	3	1	1					r			
										+		+			
	r		r	r	+					1	1	1			
+	1	+	r	2	3	3	5	5	5	3	1	2	3	5	
r									1	4	5	4	3	2	
	r				r										
1	2	1	2	1	+	r									
1	+	+	+	+	1	2						2	+		
												2	1		
												+	+	+	
+	+			1	1	2									
							1	1	+	r	+	2	1	+	
					r	r									
+	+						1								
							2	+	+	2	+				
r	r	r		r	r			1	1			+	1		
1	1	1		+						r	r	+			
										r					
			r				2	2	2	2	2	3	2	1	
												+			
												+	2	2	
												1			
+	r		+	r											
						+									
		+	r	r	+		r	+	r	+		+		+	
			+									+			
+	r	r	+	r											
	+	r													
							r								
							+								
						r									
					+										

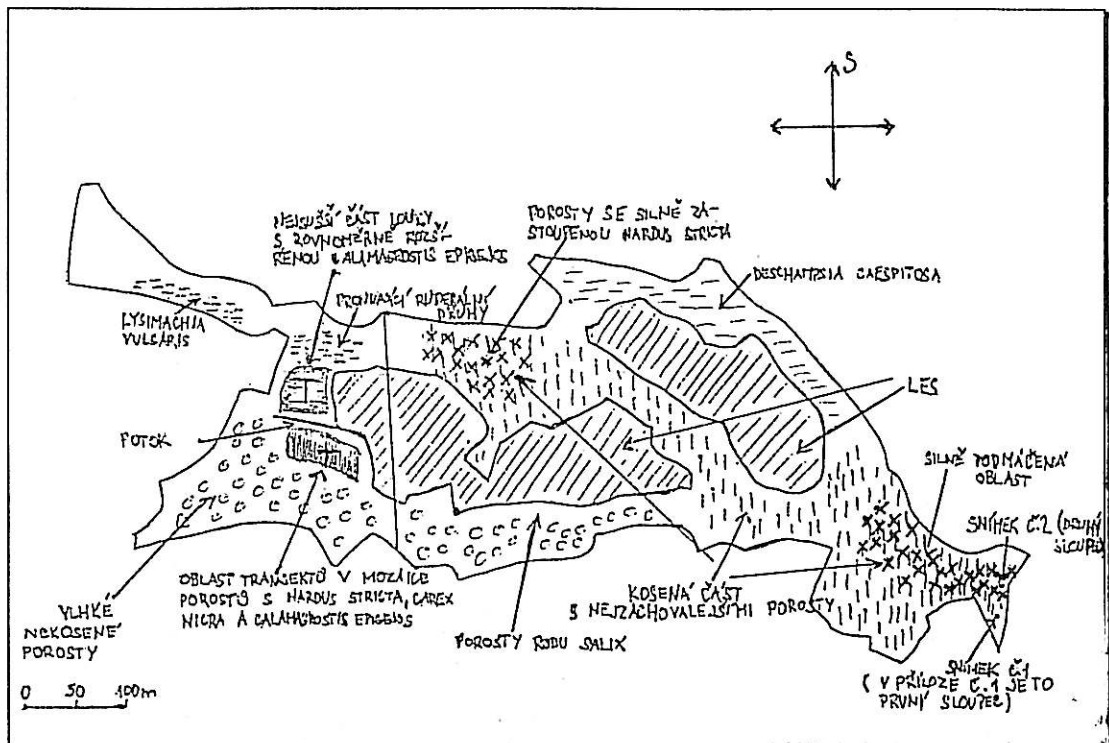
16	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	24.8.1996	25.8.1996	25.8.1996	25.8.1996	25.8.1996
	f4	f5	f6	f7	f8	g1	g2	g3	g4	g5	g6	h1	h2	h3	h4
	1	+	1				+	+	+	1	+				
							r	+	+	+	2				
												1	1	+	
												1	2	2	
	4	4	3	3	5	5	5	4	3	3	1	1	r		
													2	5	5
	2	2	2	3	+	1	2	4	5	5	5	+			
												r	r		
			1	+	1						1	1	1		
	+	1												1	
	+	1	+	+	r	+		+	1	1	1				
												r	r	+	
	+	+	r	1	r			+	+	+	1				
												1	r	+	
												1	r		
			1		2				2		r	3	4	2	2
								r		r	r				
	1	1	+	1				1	1	2	2				
												r			
	3	3	2		+	1	2	2	2	3	3				
													4	r	
	+	+	+				+					1	2	1	2
								+	+	1	1	1	2		
								r	1						
												1	+	r	
												+			
												+	r		
												+			+

Příloha č.2

A) Schematická mapa horní louky přírodní rezervace Opatovské zákopy (překresleno z pozemkové mapy katastrálního území Opatov z roku 1982)

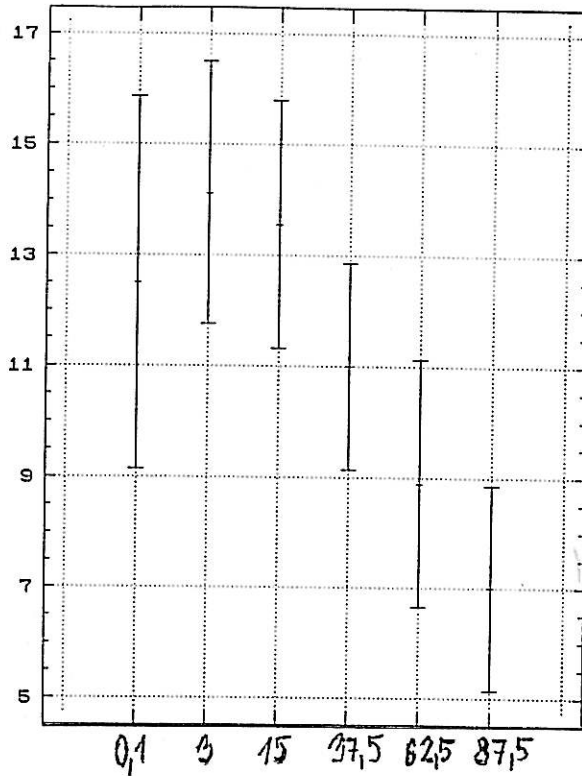


B) Schematická mapka dolní louky přírodní rezervace Opatovské zákopy (překresleno ze stejného zdroje)



Příloha č.3

A) Tukey test pro srovnání průměrů počtu druhů při jednotlivých pokryvnostech C.e. s vyznačenými 95 % - ními konfidenčními intervaly (pokryvnost C.e. udávaná v procentech)



B) Tukey test pro srovnání průměrů indexů diverzity při jednotlivých pokryvnostech C.e. (i zde je pokryvnost udávána v procentech)

