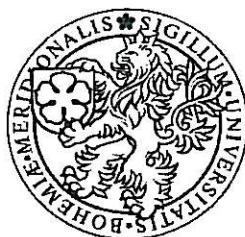


Jihočeská universita v Českých Budějovicích  
Biologická fakulta

Magisterská práce



**Ekologické problémy při managementu v NPR  
Bohdanečský rybník a rybník Matka se zaměřením na  
rákos obecný (*Phragmites australis*)**



Jana Krčilová  
2006  
školitel: prof. Jan Lepš

Krčilová J. (2006): Tasks of ecological management impacts in the National Nature Reserve „Bohdanečský rybník a rybník Matka“ focused on common reed (*Phragmites australis*).  
– Ms. 40 p., [Master Thesis, Department of Botany, Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, in Czech].

**Annotation:** Antropogenic pressure and the absence of mowing in a long term negatively influenced function of wetland ecosystem of the investigated National Nature Reserve. This study investigated the relationship between the long term (1972 – 2000) changes in plant species composition in this freshwater wetlands and the life history traits of constituent species and experimentally assessed effect of mowing on suppression of expansive species - the common reed (*Phragmites australis*). As early as after one year, the dynamics of common reed (*Phragmites australis*) was affected by mowing. Mowing twice a year caused the most noticeable effect (number and size of shoots were reduced). Unfortunately, it was also connected with decreasing tendency upon species diversity of vascular plants. As a practical consequence it is suggested to use mowing once a year. 7

Prohlašuji, že jsem tuto magisterskou diplomovou práci vypracovala samostatně pouze s použitím citované literatury.

V Českých Budějovicích dne 8. 1. 2006.

Jana Krčilová

## **Poděkování**

*Velmi děkuji všem, kteří mě podpořili při vzniku této práce. Šuspovi za ochotu kdykoli poradit a pomoci. Romaně Prausové za poskytnutá data a objevování krás rezervace na palubě člunu. Markétce za notebook a Honzovi za svatou trpělivost u počítače. Kátě, Míle, Milanovi, Moně a těm úplně nejbližším za jejich důvěru.*

# Obsah

<b>1 Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2 NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka</b>	<b>4</b>
2.1 Lokalizace, ochrana přírody a přírodní podmínky	4
2.2 Historie botanického výzkumu	4
2.3 Expanzivní druh rákos obecný	5
2.3.1 Biologie a ekologie <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Steud	5
2.3.2 Kontroverzní role druhu v ochraně přírody, mechanismy potlačení	7
<b>3 Metodika</b>	<b>9</b>
3.1 Hodnocení přítomnosti taxonů v NPR na základě biologických znaků	9
3.2 Uspořádání terénních experimentů, sledování odezvy rákosu	10
3.2.1 Experimentální potlačení rákosu na gradientu vody	10
3.2.1.1 Prováděné zásahy a sběr dat	11
3.2.2 Studie starého a mladého porostu rákosu na stálé hladině vody	12
3.3 Zpracování dat	13
<b>4 Výsledky</b>	<b>14</b>
4.1 Hodnocení přítomnosti taxonů na základě biologických znaků	14
4.2 Experimenty na potlačení rákosu	23
4.2.1 Hodnocení charakteristik	23
4.2.2 Druhové složení	27
4.3 Hodnocení mladého a starého porostu rákosu	28
4.3.1 Hustota rákosu	28
4.3.2 Počet druhů a druhové složení	29
<b>5 Diskuse</b>	<b>31</b>
5.1 Hodnocení přítomnosti taxonů na základě biologických znaků	31
5.2 Experimenty na potlačení rákosu	33
5.3 Závěry a doporučení pro management	36
<b>6 Literatura</b>	<b>37</b>
<b>Přílohy</b>	

# 1. Úvod

Principy účinné ochrany životního prostředí, přírodních zdrojů a přírody vycházejí z teorií a principů filosofických, etických a sociologických (Kohák 2002), nicméně pro účinnou ochranu přírody potřebujeme především znát základní biologické a ekologické zákonitosti. Zachování mokřadů se v současnosti stává jednou z významných aktivit ochrany přírody po celém světě. Tyto ekosystémy mají po stránce biologické (vysoká diverzita společenstev), krajinářské (stabilizace vodního režimu) i estetické mimořádný význam.

I uměle vytvořené vodní prvky (rybníky), jsou cennou součástí krajiny. Vznikaly jako odezva na zkulturnění převážně bažinatých oblastí. Jejich výstavba byla značným zásahem do environmentálních struktur prostředí, avšak za několik století se na březích těchto regulovaných mokřadů vytvořila bohatá společenstva mokřadních druhů. Vybudování umělých vodních nádrží do jisté míry nahradilo původní biotopy a tím umožnilo existenci původních druhů (Hejný et Husák 1978).

Národní přírodní rezervace (NPR) Bohdanečský rybník a rybník Matka je díky diverzitě druhů a stanovišť ojedinělým územím ve velice intenzivně zemědělsky využívané krajině Pardubicka. Svou lokalizací je však bohužel vystavena silným antropogenním tlakům (podrobně o NPR viz kapitola 2.1). Rezervace se rozkládá kolem jednoho z největších zachovalých rybníků bývalé pernštejské rybníční soustavy (Teplý 1937) napájené Opatovickým kanálem a je tvořena komplexem vodních a mokřadních biotopů.

Podmáčené louky a i ostatní travní společenstva prošly během dvacátého století výraznými změnami v obhospodařování v celé Evropě. Docházelo k jejich rozorávání a převedení na intenzivní zemědělské kultury (van Duren et al. 1997) nebo se od jejich údržby zcela opustilo. Tento trend postihl i území NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka, kde rekultivace luk a vybudování odvodňovacích kanálů vedly k celkovému snížení hladiny spodní vody v okrajových zónách rybníka a k vysušení podstatné části rezervace. Později přestaly být louky také obhospodařovány.

V celé střední Evropě vede obvykle ukončení péče k postupnému zarůstání opuštěných pozemků konkurenčně silnými druhy, ze kterých se posléze stávají dominanty a zároveň nastává úspěšná sukcese dřevin (Jongepierová et al. 1994). Takovým expanzním druhem, rozrůstajícím se z litorálu do vlhkých luk poblíž vodních ploch, se velmi snadno

stává rákos obecný (*Phragmites australis*). Široká ekologická amplituda stanovišť, robustní vzrůst a způsob rozmnožování činí z této trávy úspěšného kompetitora. V místech vysoké ochranné hodnoty je pak nutná jeho redukce vhodně zvoleným managementem (Güsevell 2003).

Vliv kosení na performanci (hustotu a výšku) rákosu v litorálních či pobřežních porostech je v minulých letech často zmiňován (např. Husák et Květ 1970). Teprve nedávno můžeme zaznamenat zejména z ochranných důvodů narůstající zájem o odezvu rákosu na tento management mimo litorální ekofázi (Güsevell et Klötzli 2000). Ve své práci jsem se zaměřila na potlačení terestrického rákosu (tento ekotyp diskutuje Dykyjová 1970) letním kosením. Účinky tohoto zásahu v letním období jsou často diskutabilní (Güsevell 2000) a potřebují další podrobný výzkum.

Pro ochranu přírody jsou také významným zdrojem informací data z botanických průzkumů. Floristické záznamy mají v naší republice dlouholetou tradici (viz kapitola 2.2), avšak neúplnost a odlišná spolehlivost sbíraných dat komplikuje jejich vyhodnocení. Často se však jedná o zajímavá data s trendy, jejichž vypovídající hodnota bohužel není plně využívána.

Dalším pramenem poznatků jsou databáze vlastností druhů. Takovým informačním systémem je i BiolFlor (<http://www.ufz.de/biolflor/index.jsp>), kde jsou shromažďovány bionomické vlastnosti jednotlivých taxonů rostlin. Analýza těchto vlastností ve vztahu k dlouhodobým změnám vegetace pak může napomoci porozumění souboru biologických závislostí.

Po letech nekosení byla koncem minulého století obnovena soustavná péče o NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka a zahájeny řízené zásahy a revitalizační opatření. Negativní vliv zanedbaného managementu se zde odrazil především v poklesu druhové diverzity a v oslabení populací ohrožených druhů organismů. Kontinuální sledování změn a vyhodnocování dosud provedených zásahů a inventarizačních průzkumů by mělo směřovat další kroky v řízené péči této NPR.

Na základě výše zmíněných problémů jsem si v této studii stanovila následující cíle:

- 1) v databázi BioFlor najít biologické charakteristiky druhů z inventarizačních průzkumů prováděných od sedmdesátých let a pomocí těchto charakteristik vyhodnotit vztah mezi vlastnostmi druhů a změnami jejich výskytu v rezervaci
- 2) zhodnotit management kosení jako prostředku pro potlačení expanze rákosu do mokřadních a lučních společenstev.

## 2. NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka

### 2.1. Lokalizace, ochrana přírody a přírodní podmínky

NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka se nachází na severozápadním okraji Lázní Bohdaneč v okrese Pardubice. V roce 1951 byly rybníky, přilehlé slatinné louky, bažinné olšiny a vrbiny vyhlášeny státní přírodní rezervací (SPR). V roce 1992 byla SPR převedena vyhláškou MŽP ČR č. 395/1992 Sb. na národní přírodní rezervaci. V současnosti má rozlohu 48,86 ha a je součástí ptačího území Natura 2000.

Předmětem ochrany na tomto území jsou rybníky propojené rákosinami, vlhkými loukami a vrbovými porosty, které poskytují možnost hnízdění pro ptáky i jejich odpočinek na tahu. Vodní společenstva jsou z hlediska ochrany přírody v současné době nevýznamná, neboť se zde intenzivně hospodaří. Na ně však navazuje celá hydrosérie společenstev pobřežních rákosin (*Phragmition communis*), vysokých ostřic (*Magnocaricion elatae*, *Caricion gracilis*), rašelinných a slatinných luk (*Caricion lasiocarpae*, *Caricion fuscae*, *Caricion davallianae*).

V NPR jsou velmi hojné porosty rákosu, a to nejen v blízké návaznosti na rybníční plochy. V současné době můžeme pozorovat stálou expanzi rákosu do vzácných slatinných luk a ostatních mokřadních porostů. Vedle tohoto druhu zde dominuje třtina šedavá a vysoké ostřice, které kompetičně vytlačily vzácné druhy rostlin ze svazů *Caricion davallianae* a *Caricion fuscae*. Tato degradace je důsledkem absence kosení v 80. a 90. letech 20. století. Od roku 1999 byl do rezervace tento tradiční management navrácen. Cílem je obnova luk s druhovou skladbou blízkou slatinným loukám, které se zde dříve hojně vyskytovaly (Zárubová 2000).

Rezervace leží v nadmořské výšce 220 m n.m. Půdní poměry jsou ovlivňovány různou výškou hladiny podzemní vody. Jsou zde vytvořeny gleje (typický a pseudoglejový) a pseudogleje (typický a glejový), v okolí rybníků kambizem arenická (Faltysová 2002).

### 2.2 Historie botanického výzkumu

První floristické výzkumy Pardubicka se datují k počátku 19. století, kdy zde botanicky působili Presl a Opitz. Další intenzivnější výzkum organizuje až Václav Vodák, který provedl podrobný průzkum Bohdanečského rybníka a okolí. Své nálezy publikoval v roce 1899 v časopise Vesmír v článku „Botanický rozhled po okolí Bohdanečském“. V dnešním území rezervace s jistotou sbíral např. *Potamogeton lucens*, *Potamogeton*



*gramineus* atd. Velkolepý průzkum lokality provedli bratři Jan a Emil Hadačovi, kteří odsud udávají druhy jako: *Ophioglossum vulgatum*, *Triglochin palustre*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Sagina nodosa* a nejvzácnější druh rezervace *Liparis loeselii* (Hadač et Hadač 1948).

V 70. letech pak Procházka pro rezervaci objevil nové taxony. Jednalo se např. o druhy: *Carex bohemica*, *Potamogeton acutifolius*, *Potamogeton zizii*, *Limosella aquatica* aj. (Procházka 1972). V 80. a 90. letech zde botanizoval V. Faltys (Faltys 1993). Pobřežním porostům se podrobně věnoval František Černoheus (Černoheus 1968). Od roku 1999 probíhá v NPR soustavný botanický průzkum (Kopecká et Zárubová 2000).

## 2.3 Expanzivní druh rákos obecný

### 2.3.1 Biologie a ekologie *Phragmites australis* (Cav.) Steud.

*Phragmites australis* (Cav.) Steud., synonymum *Phragmites communis* Trin., čeleď Poaceae, je vytrvalá klonální tráva vytvářející rozrůstáním oddenkového systému polykormony. Vedle vegetativního rozmnožování se rozšiřuje také semeny, jejichž životaschopnost je však velmi nízká (McKee 1996). Za jedince se někdy zjednodušeně považuje jeden nadzemní prýt (tj. jedna rameta).

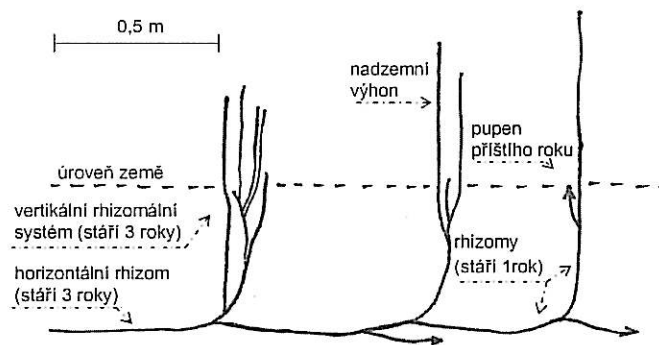
#### Životní cyklus

Životní cyklus rákosu začíná klíčením obilky a vývojem rostliny, která v prvním roce dosahuje jen nepatrných rozměrů a velmi málo odnožuje. S každým rokem přibývá rezervních látek, vyrašená stébla jsou stále statnější. Tento vývoj je podrobně popsán v práci, kterou napsala Haslam (1968).

S nástupem jara se ve vegetativní výhon rozvinou pouze podzimní přezimující pupeny, jarní pupeny začínají ve vegetační sezóně růst později. U jednoho individua může být také pupen na různém stupni vývoje, v závislosti na jeho postavení na matečním výhonu. Poté, co nadzemní orgány vyvinou asimilační systém, zastaví nebo zpomalí se ubývání rezerv uložených v podzemních orgánech z předešlé vegetační sezóny.

V další fázi nadzemní orgány dosáhnou maxima růstu a některé vegetativní orgány rozkvétají. Na internodiích oddenků se zakládají ozimé pupeny. V poslední fázi svého životního cyklu nadzemní orgány zasychají, organické látky se přemísťují do podzemních

reservních orgánů (rhizomů), kde se zakládají nové pupeny. Formování nových výhonů je dokončeno v předjaří (Haslam 1971a), viz obr. 2.1.



**Obr. 2.1** Rhizomální systém prýtlů rákosu v časovém rozptylu tří let. Roční přírůstek laterálního rhizomu je v závislosti na substrátu obvykle 0.5-1m za rok. Oddenky v zemi vytrvávají 3-6 let. Obrázek převzat z práce Haslam (1968).

## Rozšíření

*Phragmites australis* má téměř kosmopolitní rozšíření. Setkáme se s ním především v temperátních a také v některých tropických oblastech (chybí však v amazonské pánvi). Osidluje místa s vysokou hladinou vodního sloupce (až 3-4 m) a i permanentně suchá. Vyskytuje se v oligotrofních až eutrofních mokřadech, říčních aluviích, na mírně slaných biotopech mořského pobřeží (toleranci k salinitě uvádí Meyerson et al. 2000). Jedná se tedy o travu s velmi širokou ekologickou amplitudou.

## Ekologie druhu

V počátečních fázích vývoje se rákos chová jako slabý r-stratég. S postupným stárnutím populace dochází k přechodu ke  $K$ -strategii. Pro svoji vysokou konkurenční schopnost tvoří na vhodných lokalitách monodominantní porosty (Haslam 1971b, Květ et Husák 1984). Ve stojatých či pomalu tekoucích vodách představuje velmi silnou pionýrskou rostlinu, pobřežní linie se může díky jeho růstu posunout až o 1m za rok. Naopak v pohybujících se vodách je tato rostlina konkurenčně slabá a bývá většinou nahrazena chrasticí rákosovitou (*Phalaris arundinacea*).

Dykyjová (1970, 1971) rozlišuje dva ekotypy rákosu (terestrický a litorální) odlišující se svoji morfologií. Morfologická homogennost porostu však ještě nutně nemusí znamenat, že se jedná o jednotný klon (Clevering et Lissner 1999, Kopitz et Kühl 2000). Litorální ekotyp roste v pravidelně zaplavované zóně (fluktuační vodního sloupce přibližně 0,5 m) a je vystavován eroznímu působení vln. Terestrický ekotyp se nachází na místech s téměř konstantní hladinou vody vystupující jen několik cm nad úroveň zemského povrchu.

*mechanické*

### 2.3.2 Kontroverzní role druhu v ochraně přírody, mechanismy potlačení

Mohutný vzrůst, vysoká reprodukční schopnost a rychlý růst učinily z rákosu pro jeho ekologickou hodnotu (Ostendorp et al. 2003) a možné hospodářské využití (Granéli 1990) předmět střetu zájmů mezi ochránci přírody a zemědělci.

V posledních desetiletích se v Evropě můžeme setkat s velkoplošným odumíráním rákosu v okolí vodních ploch, s výrazným vlivem na funkci mokřadů (Ostendorp 1989, Čížková et al. 1992). Možné příčiny (eutrofizace, kolísání vodní hladiny atd.) byly podrobně zkoumány v rámci programu EUREED (Van der Putten 1997, Brix 1999). Naproti tomu vedle tohoto ústupu dochází na některých lokalitách k prudké populační expanzi. Tento fenomén můžeme pozorovat především v pobřežních společenstev Severní Ameriky, kde se invazivní evropský genotyp rákosu rozšiřuje na biotopy narušené lidskou činností (Minchinton et Bertness 2003).

*invazivní evropský genotyp*

#### Mechanismy na potlačení

Prostředky na potlačení rákosu obecně můžeme rozdělit do několika skupin:

- *biologická kontrola* – zavedení herbivorního hmyzu (Skuhravý 1978, Tschardtke 1989)
- *hydrologická kontrola* – zvýšení vodní hladiny a následné zaplavení prýtlů (Ostendorp 1991, Hellings et Gallagher 1992)
- *chemická kontrola* – aplikace herbicidů (Monteiro et al. 1999, Moreira et al. 1999, Ailstock et al. 2001)
- *mechanická kontrola* – kosení a vypalování (Husák 1978, Gusevell 2003).

Husák (1999) rozděluje mechanické zásahy na tzv.:

***Letní kosení*** (kosení na rezervy)

Kosení je účinné v době začátku metání květenství. Pozdější kosení již nemá takový efekt. Oddenky jsou totiž zásobovány asimiláty z nadzemních orgánů, a tak pokosená biomasa obsahuje jen malé množství živin. V následujícím roce proto můžeme očekávat podobný porost.

***Zimní kosení***

Podporuje celkový zdravotní stav rákosin, jejich vitalitu a homogenitu.

### 3. Metodika

#### 3.1 Hodnocení přítomnosti taxonů v NPR na základě biologických znaků

Ze studie Kopecké a Zárubové (Kopecká et Zárubová 2000) byl převzat soupis cévnatých druhů rostlin nalezených v rezervaci do roku 2000. Tento záznam porovnává současné zastoupení taxonů monitorované v letech 1999-2000 Čeřovskou, Kopeckou a Zárubovou (Kopecká et Zárubová 2000) s dostupnými historickými údaji (Procházka 1972, Faltys 1993).

Taxonu byly pro další zpracování klasifikovány do čtyř kategorií způsobem znázorněným v tabulce 3.1.

Tab. 3.1 Kategorizování taxonů na základě jejich přítomnosti v jednotlivých letech.

1972	1993	1999-2000	taxony
*		*	náhodné
	*		
	*	*	objevily se
		*	
*			zmizely
*	*		
*	*	*	stálé

\* označení přítomnosti taxonu

Vzhledem k tomu, že autoři používali odlišnou metodiku monitoringu, některé taxony mohly být přehlédnuty, či v důsledku nestejně velkého vymapovaného území zaznamenány navíc. Druhy kategorizované jako vymizelé buď skutečně vymizely, nebo mohly být přehlédnuty v pozdějších průzkumech. Kategorizování taxonů je tedy zatíženo chybami. I přes tento nedostatek je smysluplné získaný soubor dat hodnotit, protože můžeme rozumně předpokládat, že trendy ve výskytu druhů jsou významnější, než případná nahodilost způsobená metodickou nejednotností.

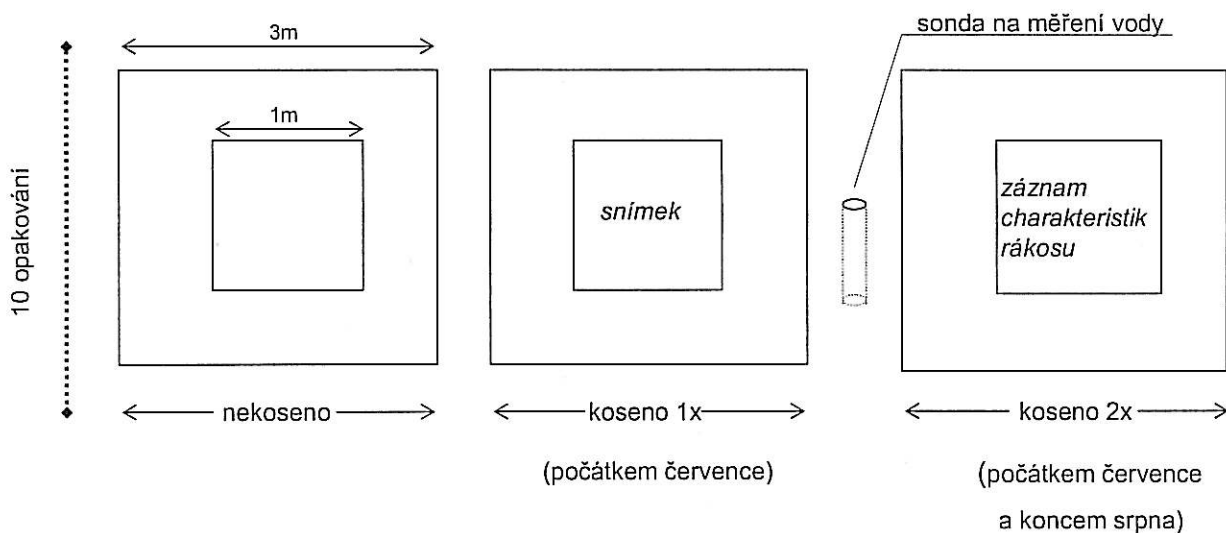
Z německé databáze BioFlor (<http://www.ufz.de/biolflor/index.jsp>) bylo pro každý taxon vybráno 30 biologických znaků (viz tab. 4.1), které byly dále statisticky hodnoceny.

**Testovaná nulová hypotéza:** Přítomnost znaku u druhu a kategorizace druhu podle přítomnosti v jednotlivých letech jsou statisticky nezávislé (testováno kontingenčními tabulkami).

## 3.2 Uspořádání terénních experimentů, sledování odezvy rákosu

### 3.2.1 Experimentální potlačení rákosu na gradientu vody

Pro provedení experimentálních zásahů byl zvolen rozvolněný porost rákosu obecného v SV části rezervace v Dolanské zátocce. Plocha pro založení pokusu byla záměrně vybrána na gradientu hladiny podzemní vody v terestrickolimózním kontinuu (rozpětí hladiny vodního sloupce bylo 45 cm pod a 20 cm nad úrovní země). Rozdílný hydrický režim by totiž mohl ovlivňovat reakci rákosu na prováděné zásahy (Haslam 1970, Güsevell et Klötzli 2000, Engloner 2004). Na tomto místě byly v roce 2004 založeny pokusné plochy s následujícím uspořádáním (obr. 3.1):



Obr. 3.1 Design pokusných ploch s prováděnými zásahy.

Třicet ploch bylo ve všech rozích označeno dřevěnými kolíky. Vnitřní čtverce 1m<sup>2</sup> byly vymezeny dráty s modrými fáborky pro lepší orientaci v porostu.

### 3.2.1.1 Prováděné zásahy a sběr dat

Provádění zásahů a odebrání dat na lokalitě proběhlo ve dvou vegetačních sezónách 2004 a 2005.

#### Kosení

Pro potlačení rákosu byl zvolen tradiční management, který je snadno aplikovatelný i ve velkém měřítku. Frekvenci a dobu kosení uvádí obr 3.1. Kontrolu představovaly nekosené plochy, jejichž umístění do obhospodařované louky byl cílený experiment. Snahou bylo popsat následky při vynechání jinak pravidelného managementu.

#### Fytcenologické snímkování

Fytcenologické snímkování proběhlo vždy před začátkem prvních zásahů ve vnitřních čtvercích. K hodnocení pokryvnosti fytcenologických snímcích (velikost snímku 1m<sup>2</sup>) byla použita sedmičlenná Braun – Blanquetova stupnice (r, +, 1, 2, 3, 4, 5).

#### Hodnocení dynamiky růstu

Měřené charakteristiky rákosu ve vnitřních čtvercích byly následující:

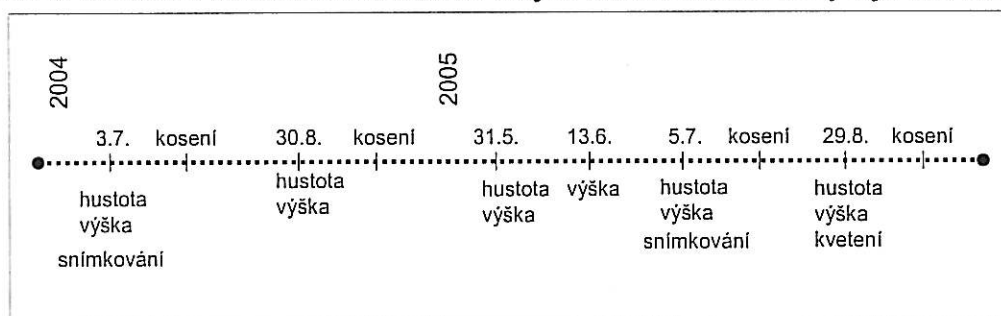
*hustota* - počet prýtů rákosu na 1m<sup>2</sup>

*výška* - měření 10 označených prýtů probíhalo nedestruktivní metodou od povrchu země až po konce natažených listů (případně po vrchol laty, byla-li delší než natažené listy). K měření bylo použito pásmo. Tyto prýty byly měřeny přesně.

*výškové kategorie* – měření všech prýtů v 1m<sup>2</sup>. U těchto prýtů byla výška měřena s přesností 5cm.

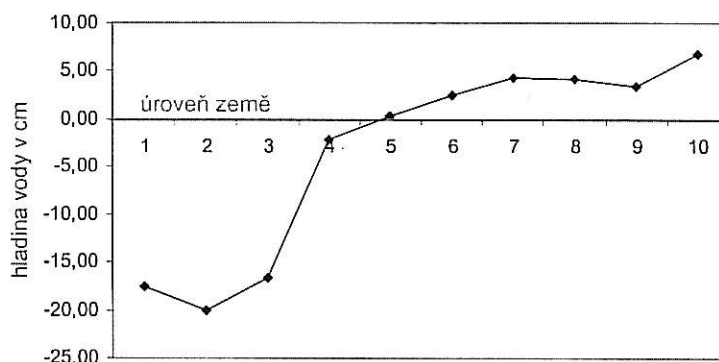
*počet kvetoucích prýtů* v 1m<sup>2</sup>

Časové rozvržení zásahů kosení a sledovaných charakteristik zachycuje obr. 3.2.



Obr. 3.2. Sousednost zásahů a monitorovaných charakteristik na časové ose.

Od založení experimentu byla v přibližně měsíčních intervalech sledována hladina podzemní vody pomocí 10 sond (viz obr. 3.3). Sonda představovala otvor o průměru 10cm, hloubce 60 cm, s dřevěnou laťkou uvnitř, oceňchovanou po 1 cm pro odečet hladiny vody.



Obr. 3.3 Gradient vodního sloupce, hodnoty hladiny vody zprůměrovány z dvou sezón, čísla 1-10 představují zásahy v deseti opakováních.

**Testované nulové hypotézy:**

- prováděné zásahy nebudou mít na fitness<sup>3/</sup>rákosu (hustotu a výšku) žádný vliv
- druhová skladba pokusných ploch se po aplikaci zásahů nezmění
- odezva rákosu na jednotlivé zásahy nebude záviset na gradientu vodního sloupce

### 3.2.2 Studie starého a mladého porostu rákosu na stálé hladině vody

Pro orientační zjištění fitness<sup>3/</sup> dvou typů rákosin rostoucích na stálé hladině vody bylo založeno 16 ploch (viz obr. 3.4) v mladé, velmi rozvolněné rákosině kosené jednou ročně a ve starém, dlouhodobě nekoseném porostu rákosiny. Starý porost byl dále ponechán jako bez zásahový, mladý porost byl kosen vždy na počátku července.

#### Sbíraná data:

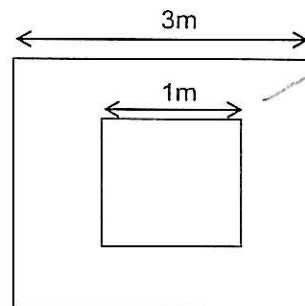
*fytoecnologické snímkování* – před prvním kosením, snímkování vnitřního 1m<sup>2</sup> (viz obr. 3.3), byla použita sedmičlenná Braun – Blanquetova stupnice (r, +, 1, 2, 3, 4, 5).

*hustota prýtů rákosu* - před prvním kosením.



16 ploch

- koseno 1x
- nekosený, referenční, velmi starý porost



Obr. 3.4 Design zkoumaných ploch dvou typů rákosin.

**Testovaná nulová hypotéza:** Starý a mladý porost rákosiny se nebude lišit v hustotě prýtů a v druhovém zastoupení.

### 3.3 Zpracování dat

#### Hodnocení přítomnosti taxonů v NPR na základě biologických znaků

Druhy byly považovány za nezávislá pozorování, nebyla užívána žádná fylogenetická korekce (o její vhodnosti se vedou spory, viz např. Westoby et al. 1995). Z kategorií taxonů (viz tab. 3.1) a k nim příslušné frekvence druhů s určitým biologickým znakem byly sestaveny kontingenční tabulky hodnocené pomocí programu Statistica v. 7.0.

#### Odezva rákosu na prováděné experimenty

Data jsou ve formě opakovaných měření. Hustota a výška rákosu byla hodnocena v režimu General Linears Models (ANOVA for repeated measurements). Zásah byl zadáván jako nezávislá proměnná, čas jako *repeated measurement factor* a voda jako kontinuální vysvětlující proměnná.

Druhové složení bylo analyzováno pomocí ordinačních technik v programu Canoco for Windows 4.12. Pro ordinační analýzy byla Braun-Blanquetova stupnice pro odhady pokryvností převedena na procenta a logaritmičsky transformována. Pro opakované sledování byla použita lineární metoda RDA (délka gradientu nepřekročila hodnotu tři). Tato metoda byla použita také proto, že druhové složení v plochách bylo poměrně homogenní. V testu byl zvolen split-plot design, trvalá plocha byla brána jako whole plots a opakované snímky z jedné plochy jako split-plots.

**Nomenklatura** cévnatých rostlin je uvedena dle Kubáta et al. (2002).

## 4. Výsledky

### 4.1 Hodnocení přítomnosti taxonů na základě biologických znaků

Pro zhodnocení změn druhové skladby cévnatých rostlin rezervace, celkem bylo zahrnuto 660 taxonů, bylo v databázi BiolFlor vybráno třicet biologických znaků stejných pro každý kategorizovaný druh. Přehled hodnocených znaků uvádí tabulka 4.1.

Tab. 4.1: Přehled zkoumaných znaků, průkaznost hodnocena kontingenčními tabulkami.

PRŮKAZNÉ ZNAKY (dosažené hladiny významnosti)		NEPRŮKAZNÉ ZNAKY
floristický původ	<0.001	vektor opylení
životní formy	<0.001	ploidie
ekologické strategie	0.003	typ rozety
vytrvalost rostliny	0.001	metamorfóza kořene
vegetativní rozmnožování	0.009	vytrvalost listů
anatomie listů	<0.001	forma listu
způsob reprodukce	0.003	autosterilita
symfienologické skupiny	0.004	typ květu dle pohlaví
formy nenáhodného oplození	0.017	zásobní orgány
dichogamie	<0.001	citlivost ke kosení
metamorfózy prýtu	0.005	citlivost k zemědělské pastvě
způsob opylování	0.008	citlivost k sešlapu
oceanita	0.002	citlivost ke spásání vysokou zvěří
urbanita	<0.001	citlivost ke spásání divokou zvěří
typ plodu	<0.001	
typ diaspory	<0.001	

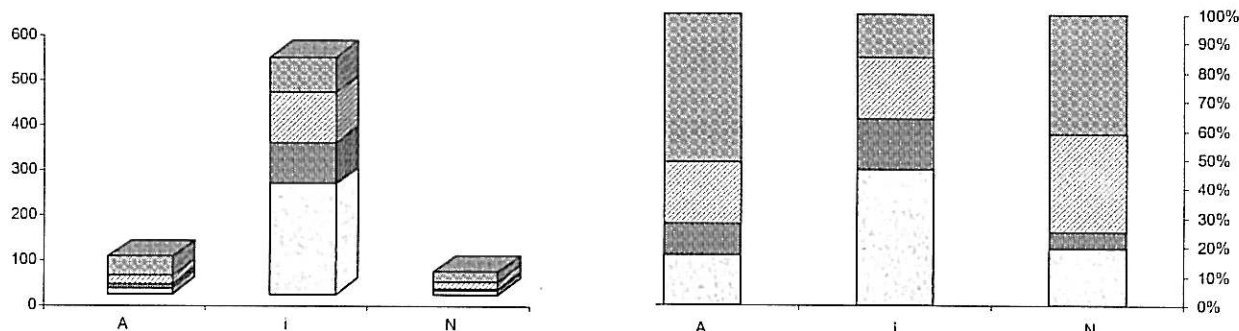
Na základě výše jmenovaných průkazných znaků lze zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti znaku a chování druhu (viz kapitola 3.1). Zamítnutí nulové hypotézy pouze nepřímo naznačuje, že by mohly mít uvedené znaky nějaký význam pro přežití druhu. Existuje ovšem řada důvodů, proč tomu tak nemusí být (např. sledované znaky pro přežití důležité nejsou, ale jsou statisticky vázány na znaky důležité pro přežití).

Protože se spíše jednalo o vyhledávací studii, než o testování předem stanovených hypotéz, nepoužívala jsem Bonferroniho korekci. Skutečnost, že průkazných testů je nadpoloviční většina a skoro všechny průkazné výsledky mají  $p < 0.001$  ukazuje, že se nejedná o důsledek chyby prvního druhu.

Na následujících obrázcích (4.1 - 4.16) jsou znázorněny průkazné znaky kategorizovaných (stálé, zmizely, objevily se a náhodné) taxonů prostřednictvím frekvenčního a procentuálního typu grafu. Přehled průkazných znaků rostlin s nejvíce procentuálně zastoupenými typy chování je uveden v příloze. Komplikované typy chování upřesněny také v příloze.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

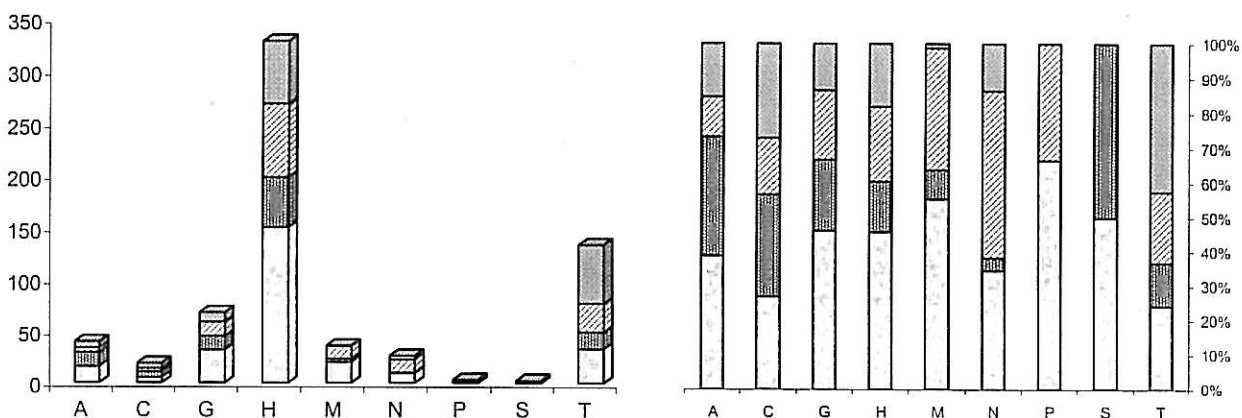
### Floristický původ (přirozený či introdukovaný výskyt taxonů)



Obr. 4.1 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): A- archeofyt, i- původní taxon, N- neofyt.

Mezi původními druhy je ve srovnání s nepůvodními nejvyšší procento druhů stálých, a druhů, které mizí. Naproti tomu, mezi neofyty jsou v porovnání s ostatními kategoriemi více zastoupeny druhy nově se objevivší, a mezi archeofyty druhy náhodné.

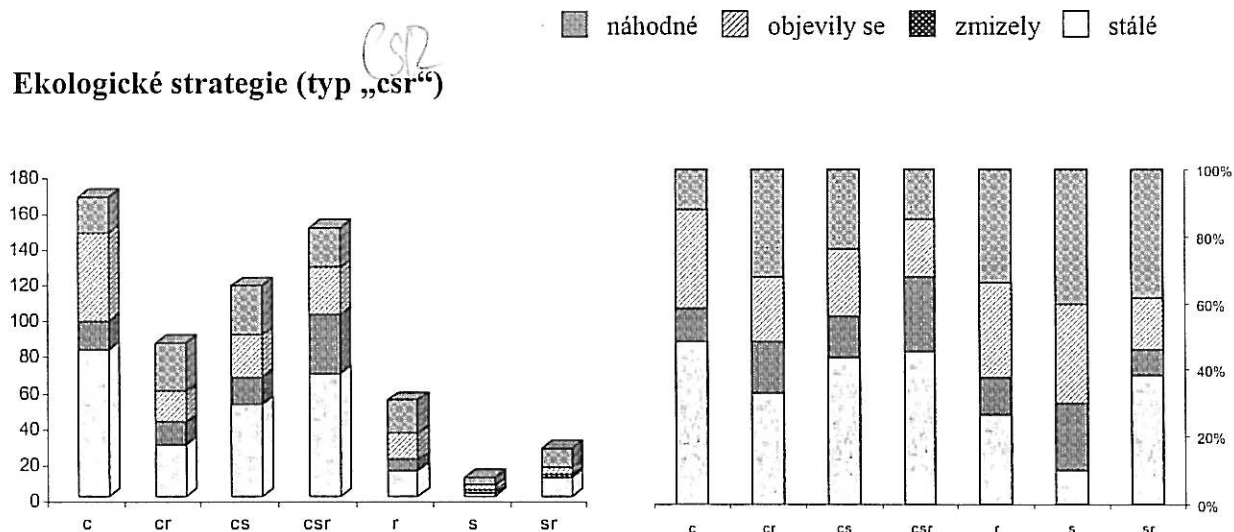
### Životní formy (třídění taxonů na základě umístění obnovovacích meristémů)



Obr. 4.2 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): A- hydrofyt, C- chamaefyt, H- hemikryptofyt, G- geofyt, M- makrofanerofyt, N- nanofanerofyt, P- pseudofanerofyt, S- hemifanerofyt, T- terofyt

Ze všech kategorií mají největší relativní zastoupení druhy stálé – pseudofanerofyty. Druhy které nejvíce mizí patří mezi hemifanerofyty, hydrofyty a chamaefyty. Druhy, které se objevily nalezneme zejména v nanofanerofytech a náhodné taxony v terofytech.

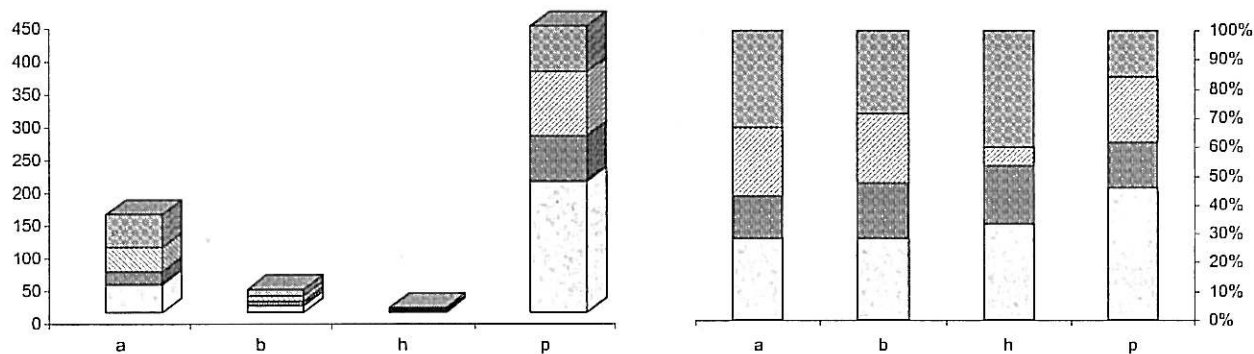
## Ekologické strategie (typ „csr“)



Obr. 4.3 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): c- kompetitoři, cr- kompetitoři/ruderálové, cs- kompetitoři/strestolerátoři, csr- kompetitoři/strestolerátoři/ruderálové, r- ruderálové, s- .strestolerátoři, sr- strestolerátoři/ruderálové

V kategorii stálých druhů dominují kompetitoři, nopak u zmizelých taxonů to je typ strategie „csr“ a „s“. Hojně se objevily kompetitoři, ruderálové a strestolerátoři, jako náhodné druhy pak opět strestolerátoři.

## Vytrvalost rostliny

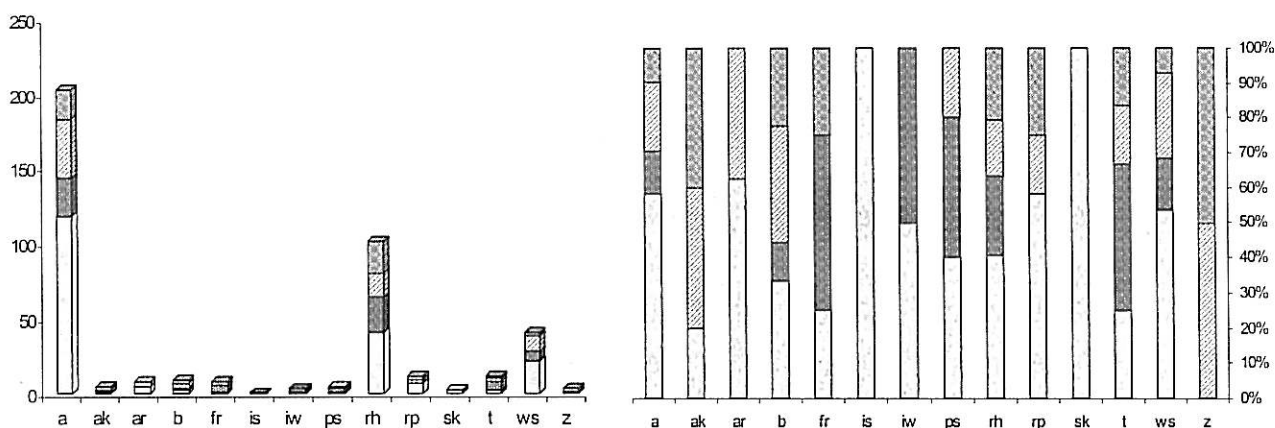


Obr. 4.4 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): a- jednoletka, b- dvouletka, h- monokarpická trvalka, p- polykarpická trvalka

Mezi polykarpickými trvalkami v porovnání s ostatními vytrvalostmi rostlin je nejvyšší procento druhů stálých. Nejvyšší relativní zastoupení zmizelých druhů je u dvouletek a monokarpických trvalek. Dvouletky se od ostatních typů chování rostlin liší tím, že představují stejné podíly druhů stálých, objevivších i náhodných. Až na monokarpické trvalky tvoří objevivší druhy stejný procentuální podíl v jednoletkách, dvouletkách i polykarpických trvalkách. Druhy náhodné jsou nejvíce zastoupeny v monokarpických trvalkách.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

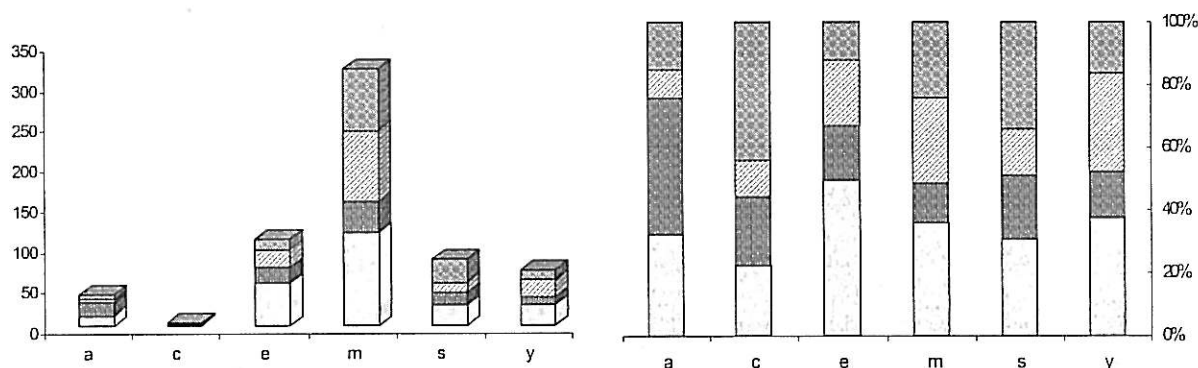
## Vegetativní rozšiřování



**Obr. 4.5** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): a- horizontální kořenující stonk (stolon) plazící se po povrchu substrátu, ak- hypogeogenní oddenek se stonkovou hlízou na svém vrcholu, ar- hypogeogenní oddenek, b – pacibulka, fr- fragmentace, is- obnovovací pupen se zásobními kořeny, iw- obnovovací pupen s kořenovou hlízou, ps- adventivní prýt založený na listu, rh- epigeogenní oddenky a hypogeogenní oddenky jsou-li tlusté a mají krátké přírůstky, rp- epigeogenní oddenek, sk- stonková hlíza, t- turion, ws- adventivní prýt založený na kořenu, z- cibule

Ze všech kategorií je největší relativní zastoupení druhů stálých s vegetativním rozšiřováním typu „is“ a „sk“. Nejvíce mizící druhy se rozšiřují fragmentací, obnovovacími pupeny s kořenovou hlízou a turiony. Objevivší druhy mají výrazný podíl v rozšiřování prostřednictvím hypogeogenního oddenku se stonkovou hlízou na svém vrcholu a cibulí. Náhodné taxony se rozšiřují také hlavně prostřednictvím cibulí.

## Anatomie listů (s ohledem na hlavní struktury listů)

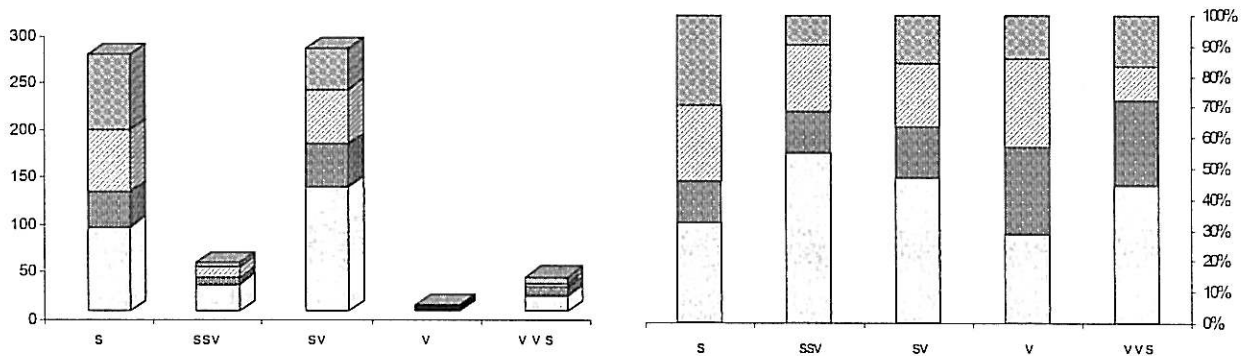


**Obr. 4.6** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): a- hydromorfní, c- sukulentní, e- helomorfní, m- mesomorfní, s- skleromorfní, y- hygromorfní.

V kategorii stálých druhů v relativním zastoupení nejvíce převažují druhy s helomorfními listy, naopak u zmizelých druhů to jsou taxony s hydromorfními listy. V kategorii „objevily se“ převládají druhy s hygromorfními listy, druhy náhodné najdeme zejména mezi taxony se sukulentními listy.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

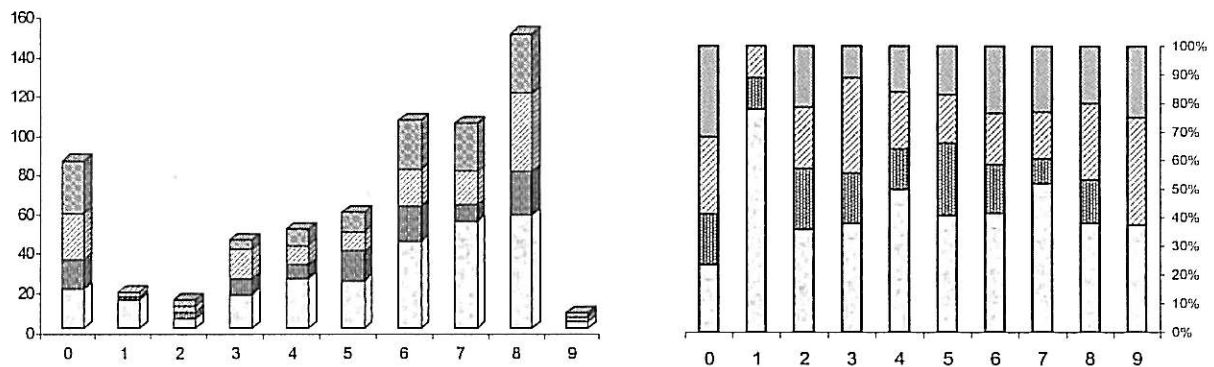
### Způsob reprodukce (vegetativní či generativní)



**Obr. 4.7** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): s- semeny, ssv- především semeny, vzácně vegetativně, sv- semeny a vegetativně, v- vegetativně, vvs- především vegetativně, vzácně semeny

Ze všech kategorií je největší relativní zastoupení druhů stálých s rozšiřováním především semeny. Nejvíce mizí druhy rozšiřující se zejména vegetativně. Objevivší druhy mají výrazný procentuální podíl ve vegetativním rozšiřování a rozšiřování semeny. Náhodné taxony se rozšiřují také hlavně prostřednictvím semen.

**Symfenologické skupiny (fenologická data pro kvetení nejsou dána v měsících, ale odpovídají spolu kvetoucím druhům, jež jsou charakteristické pro určité období)**

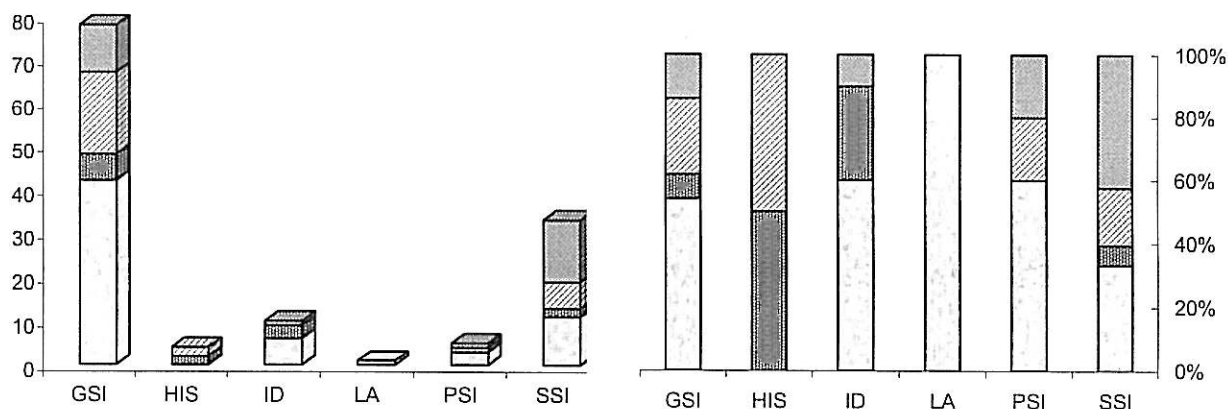


**Obr. 4.8** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo), spolu kvetoucí druhy jsou uvedeny v závorce: 0- není k dispozici, 1- předjaří (*Corylus-Leucojum*), 2- začátek časného jara (*Acer platanoides-Anemone nemorosa*), 3- konec časného jara (*Prunus avium-Ranunculus auricomus*), 4- začátek poloviny jara (*Fagus-Galeobdolon*), 5- konec poloviny jara (*Sorbus aucuparia-Galium odoratum*), 6- začátek časného léta (*Cornus sanguinea-Melica uniflora*), 7- konec časného léta (*Ligustrum-Stachys sylvatica*), 8- polovina léta (*Clematis vitalba-Galium sylvaticum*), 9- časný podzim (*Hedera-Solidago*)

Oproti ostatním typům chování je největší relativní zastoupení druhů stálých, jejichž fenologická sezóna je na začátku časného jara. Kategorie zmizelých druhů má největší procentuální podíl na konci poloviny jara, kategorie objevivších v časném podzimu a druhy náhodné v předjaří.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

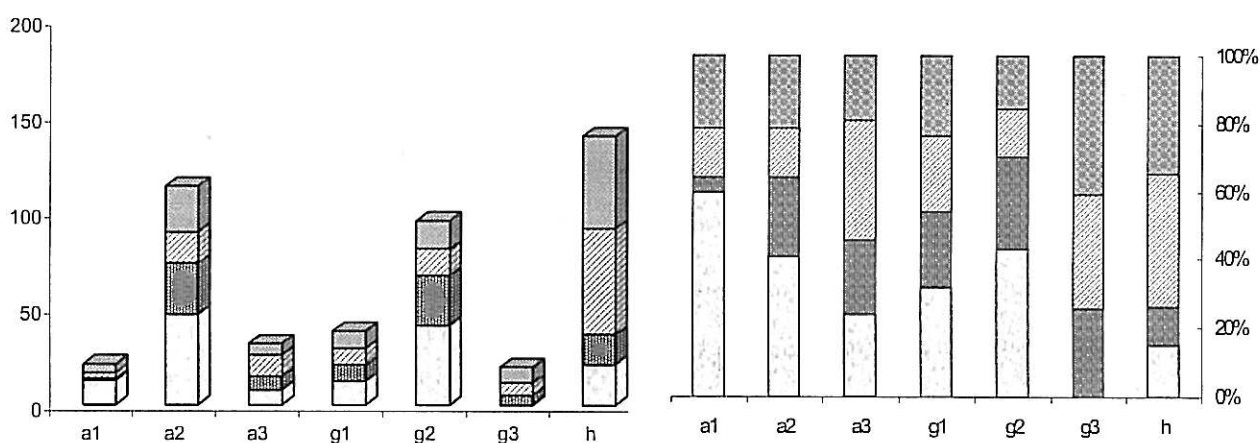
### Formy nenáhodného oplození



**Obr. 4.9** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): **GSI**- gametofytická inkompatibilita, **HIS**- heteromorfní inkompatibilita, **ID**- inbrední deprese, **LA**- letální alely, **PSI**- postzygotická inkompatibilita, **SSI**- sporofytická inkompatibilita

Při porovnání s ostatními kategoriemi měly nejvyšší relativní zastoupení druhy stálé s inbrední depresí. Největší procentuální podíl ze zmizelých druhů a z druhů objevivších náleželo taxonům s heteromorfní inkompatibilitou. Zatímco kategorie náhodných taxonů měla největší procentuální zastoupení v druzích se sporofytickou inkompatibilitou.

### Dichogamie (současné dozrávání pestíků i tyčinek v květech)

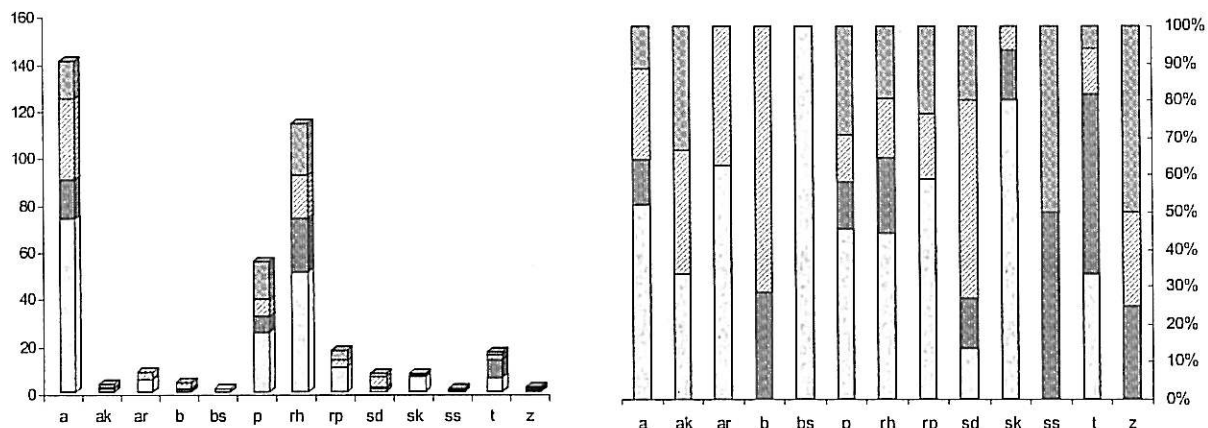


**Obr. 4.10** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): **a1**- mírně protandrický, **a2**- protandrický, **a3**- výrazně protandrický, **g1**- mírně protogynický, **g2**- protogynický, **g3**- výrazně protogynický, **h**- homogamický

V kategorii druhů stálých v relativním zastoupení nejvíce převažují druhy mírně protandrické, naopak u zmizelých druhů to jsou taxony s chováním protogynickým. V kategorii „objevily se“ převládají druhy výrazně protandrické s homogamickými., druhy náhodné najdeme opět mezi taxony výrazně protandrickými.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

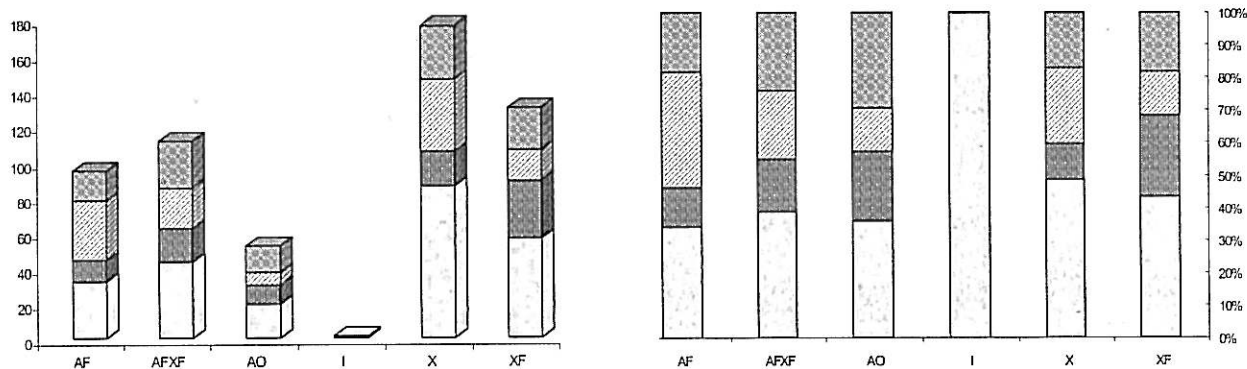
## Metamorfózy prýtu



**Obr. 4.11** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): a- horizontální kořenující stonek (stolon) plazící se po povrchu substrátu, ak- hypogeogenní oddenek se stonkovou hlízou na svém vrcholu, ar- hypogeogenní oddenek, b – pacibulka, bs- pseudoviviparie, p- pleiocorm, rh- epigeogenní oddenky a také hypogeogenní oddenky jsou-li tlusté a mají krátké přírůstky, rp- epigeogenní oddenek, sd- trn stonkového původu, sk- stonková hlíza, ss- sukulentní stonek, t- turion, z- cibule

Ze všech kategorií je největší relativní zastoupení druhů stálých s pseudoviviparií. Nejvíce mizící druhy jsou se sukulentním stonkem a turionem. Objevivší druhy mají výrazný procentuální podíl v metamorfóze stonku v podobě pacibulek. Procentuální podíl náhodných taxonů je hlavně se sukulentním stonkem a cibulí.

## Způsob sprášení



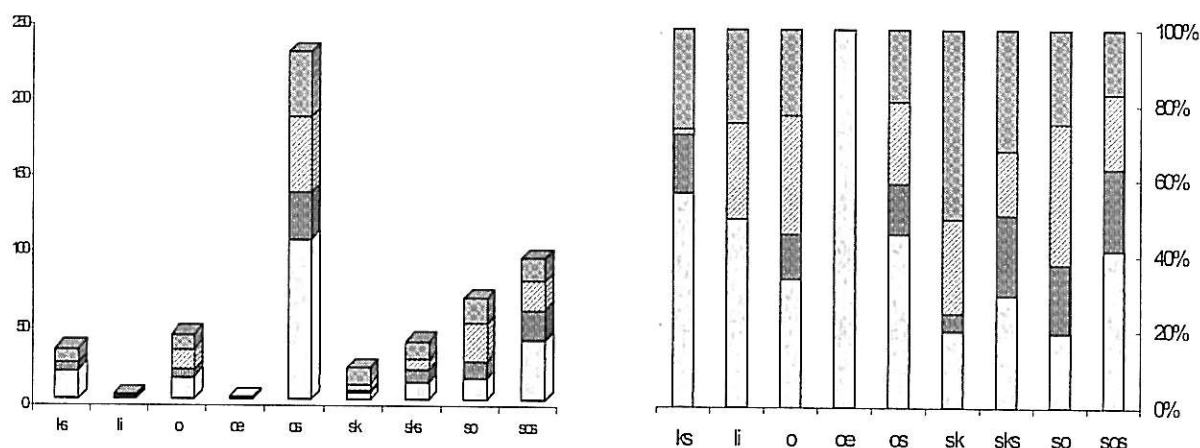
**Obr. 4.12** Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): AF- fakultativní autogamie, AFXF- smíšené opylování, AO- autogamie, I- automixe, X- allogamie, XF- fakultativní allogamie

Oproti ostatním typům chování je největší relativní zastoupení druhů stálých, které jsou allogamické. Kategorie zmizelých druhů má největší procentuální podíl ve fakultativní allogamii, kategorie objevivších ve fakultativní autogamii a druhy náhodné ve způsobu opylování autogamickém.



■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

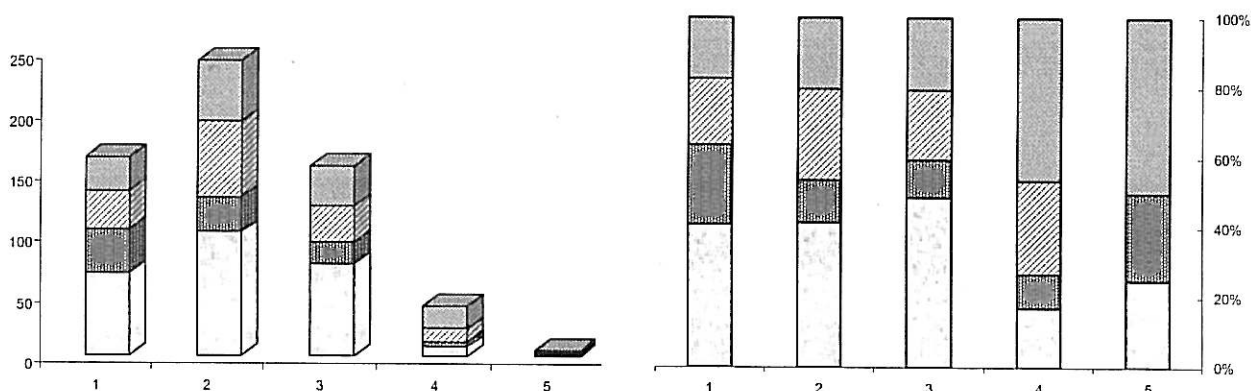
### Oceanita (odstupňovaná vazba rostlin k oceanickému podnebí)



Obr. 4.13 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): ks- slabě kontinentální, li- litorální, o- oceanický, oe- euoceanický, os.-slabě oceanický, sk- subkontinentální, ssk- slabě subkontinentální, so- suboceanický, sos- slabě suboceanický

Při porovnání s ostatními kategoriemi měly nejvyšší relativní zastoupení druhy stálé euoceanické. Největší procentuální podíl ze zmizelých druhů náleželo taxonům slabě subkontinentálním, suboceanickým a slabě suboceanickým. Zatímco kategorie objevivších taxonů měla největší procentuální zastoupení v druzích suboceanických a kategorie náhodných v subkontinentálních taxonech.

### Urbanita (míra afinity k urbanizovanému prostředí)

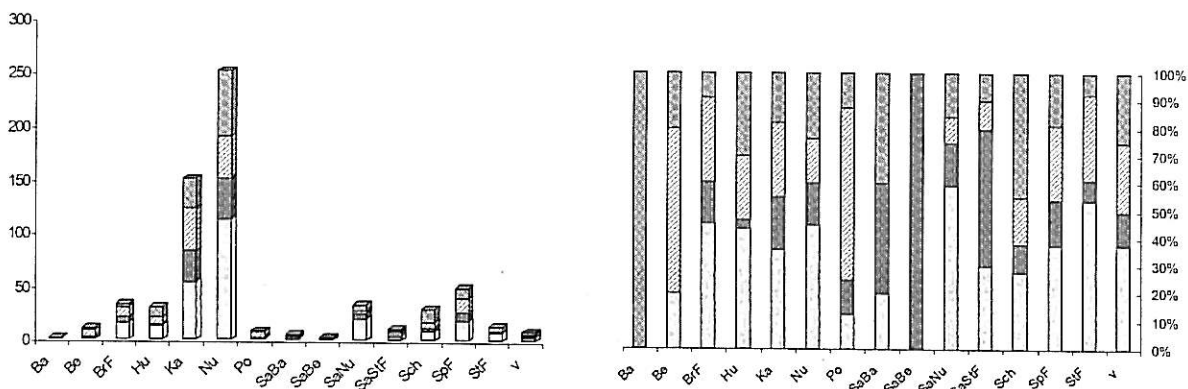


Obr. 4.14 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): 1- urbanoföbní, 2- mírně urbanoföbní, 3- urbanoneutrální, 4- mírně urbanofilní, 5- urbanofilní

V kategorii druhů stálých v relativním zastoupení nejvíce převažují druhy urbanoneutrální, naopak u zmizelých druhů to jsou taxony urbanoföbní a urbanofilní. V kategorii „objevily se“ převládají druhy mírně urbanoföbní a mírně urbanofilní. Druhy náhodné najdeme zejména mezi taxony urbanofilními.

■ náhodné    ▨ objevily se    ▩ zmizely    □ stálé

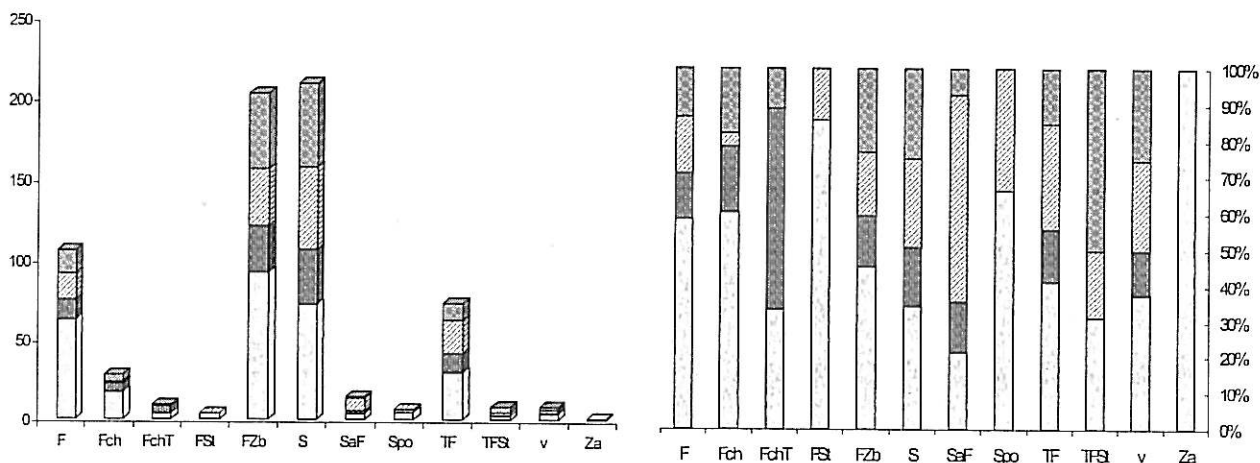
### Typ plodu



Obr. 4.15 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): **Ba**-měchýřek, **Be**- bobule, **BrF**- struk, **Hu**- lusk, **Ka**-tobolka, **Nu**- oříšek, **Po**- malvice, **SaBa**-souplodí měchýřků, **SaBe**- souplodí bobulí, **SaNu**- souplodí *nažek*, **SaStF**- souplodí peckoviček, **Sch**-šešule, **SpF**- poltivé plody, **StF**- peckovice, **v**- vegetativní

Stálé taxony jsou procentuálně zastoupeny hlavně souplodím oříšků.. Oproti ostatním typům chování je největší relativní zastoupení druhů zmizelých mající největší procentuální podíl v souplodí bobulí a náhodných, které mají měchýřek. Kategorie objevivších jsou zejména bobule a malvice.

### Typ diaspory



Obr. 4.16 Počty taxonů (vlevo) a relativní zastoupení typů chování ze 100% druhů dané kategorie (vpravo): **F**- plod, **Fch**- plůdek, **FchT**- část plodu, **FZb**- plod s přívěškem, **S**- semeno, **SaF**-synkarpní plod, **Spo**- spora, **TF**- perikarp, **TFSt**- část plodenství, **v**- vegetativní, **Za**- šiška

Ze všech kategorií je největší relativní zastoupení druhů stálých s šiškou. Nejvíce mizící druhy mají typ diaspory typu část plodu. Objevivší druhy mají výrazný procentuální podíl v synkarpních plodech, náhodné taxony v částech plodenství.

## 4.2 Experimenty na potlačení rákosu

### 4.2.1 Hodnocení charakteristik

Za ukazatel potlačení rákosu byla zvolena jeho výška a hustota. Data byla hodnocena analýzou variance pro opakovaná měření (hladina vody zvolena jako kovariáta).

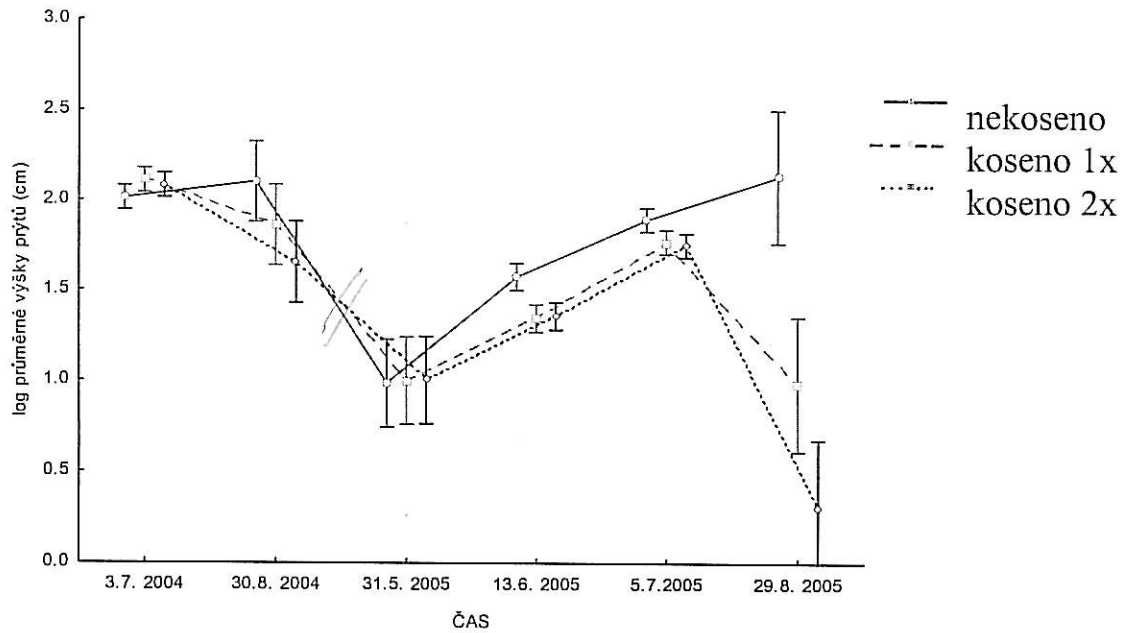
#### Výška

Souhrn testových hodnot pro hlavní faktory jsou ukázány v následující tabulce 4.2.

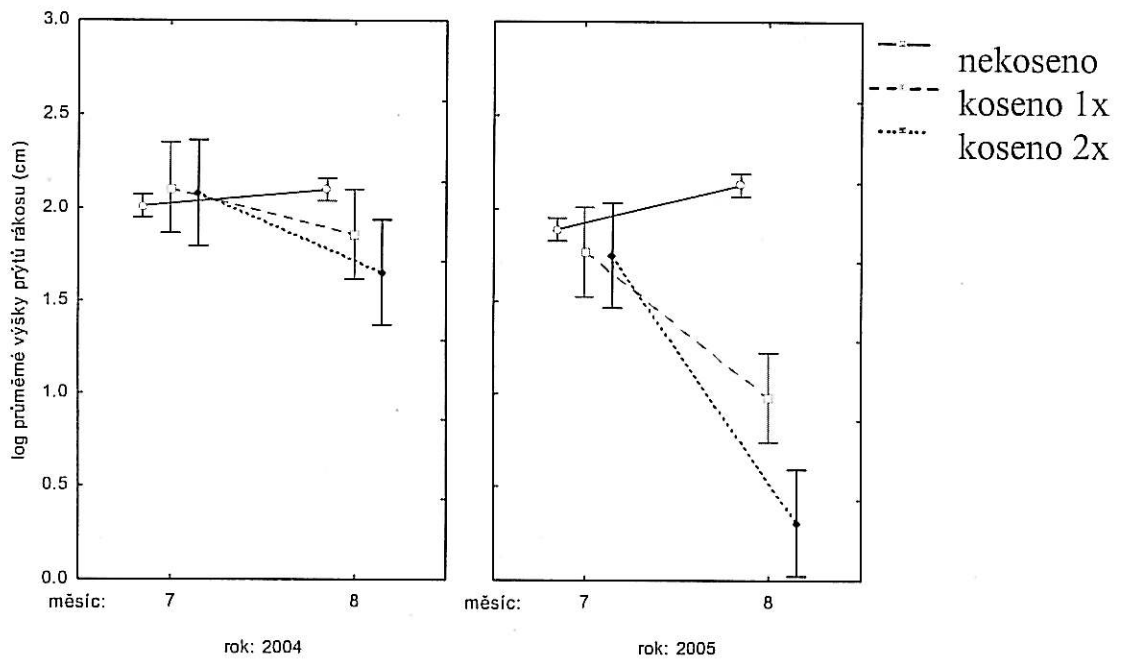
**Tab. 4.2.** Změna výšky rákosu, analýza variance. Protože počet pozorování v roce 2004 neodpovídal počtu pozorování z roku 2005, byly použity dva testy analýzy variance. Test pro faktory zásah, čas a čas \* zásah hodnotil všechna pozorování z obou let. Test pro faktory zásah\*rok, zásah\*měsíc, zásah\*rok\*měsíc byl hodnocen pro časově sobě odpovídající počet pozorování (pozorování z července a srpna v roce 2004 a 2005).

	hodnoty F statistiky	dosažená hladina významnosti p
zásah	28.74	<0.001
čas	53.49	<0.001
čas*zásah	12.51	<0.001
zásah*rok	29.7	<0.001
zásah*měsíc	94.2	<0.001
zásah*rok*měsíc	8.58	0.00045
voda	23.2	0.004

Z uvedeného vyplývá, že všechny faktory byly průkazné. Výška prýtlů rákosu byla odlišná jak v rámci jednotlivých let a měsíců, tak i vlivem prováděných zásahů. Také voda se ukázala být významnou proměnnou ovlivňující výšku prýtlů. Změna výšky je znázorněna na obrázcích 4.17 a 4.18. Skutečnost, že jsou pokosené prýty nižší než prýty nekosené, je triviální. Důležité ale je, že kosené rostliny jsou ve druhé sezóně nižší i před pokosením, než rostliny nekosené.



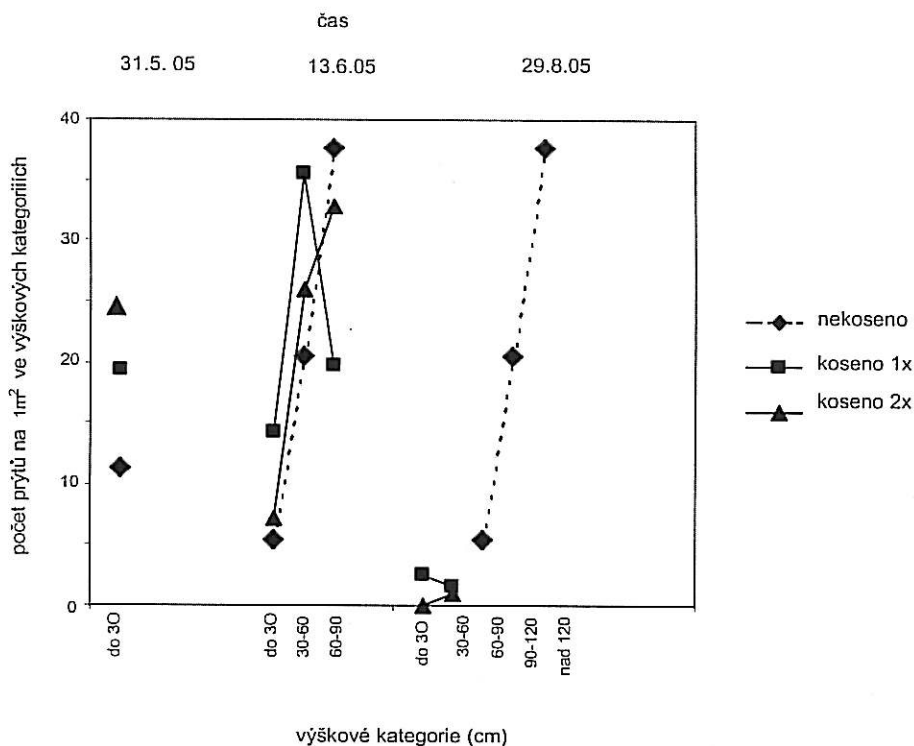
**Obr. 4.17** Změna výšky prýtů rákosu při odlišné frekvenci kosení. Výšky měřeny vždy před pokosením, kosení proběhlo 3.7., 30.8. 2004 a 5.7.,29.8 2005. Interakce čas\*zásah:  $F(10, 135)=12.51, p<0.001$ .



**Obr. 4.18** Změna výšky prýtů rákosu v časovém horizontu let 2004 (3.7., 30.8.) a 2005 (5.7., 29.8.), výšky měřeny vždy před pokosením v dané sezóně, kosení proběhlo 3.7., 30.8. 2004 a 5.7.,29.8 2005. Interakce zásah\*rok\*měsíc:  $F(2, 72)=8.58, p=0.00045$ .

## Výškové třídy

Jednotlivé změřené prýty byly roztříděny do výškových kategorií (viz obr. 4.19). Na počátku sezóny bylo jejich rozdělení poměrně úzké a v průběhu sezóny docházelo k jejich širšímu rozdělení



**Obr. 4.19** Distribuce prýtů do výškových kategorií v roce 2005 u experimentálně potlačovaného rákosu.

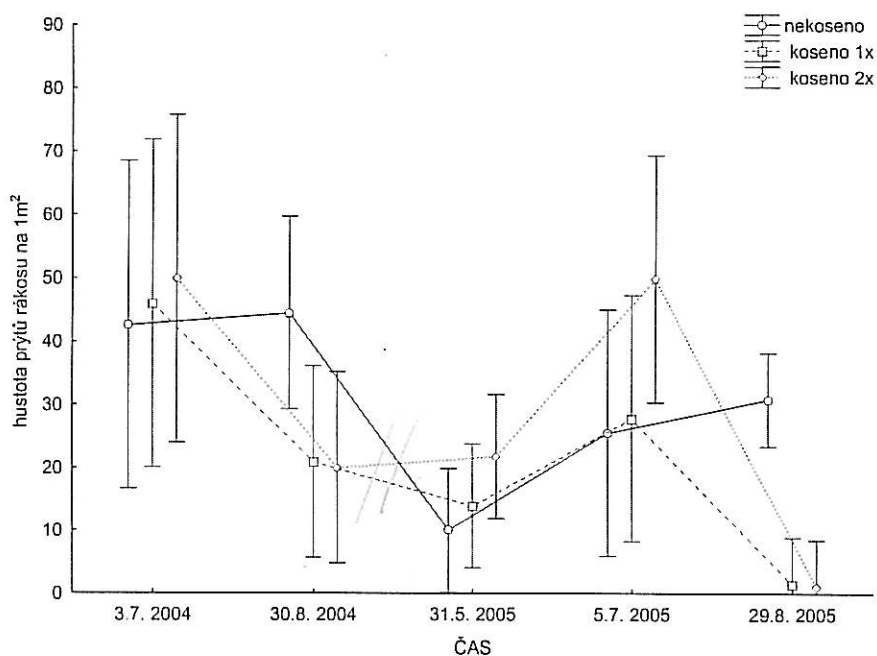
## Hustota

Stejným způsobem jako výška byla hodnocena i hustota. Souhrn testových hodnot pro hlavní faktory jsou ukázány v tabulce 4.3.

**Tab. 4.3** Změna hustoty rákosu, výsledky dvou testů analýzy variance. Test pro faktory zásah, čas a čas \* zásah hodnotil všechna pozorování z dvou sezón. Test pro faktory zásah\*rok, zásah\*měsíc, zásah\*rok\*měsíc byl hodnocen pro časově sobě odpovídající počet pozorování (pozorování z července a srpna v roce 2004 a 2005).

zásah	hodnoty F statistiky	dosažená hladina významnosti p
čas	17.7	<0.001
zásah	5.6	<0.001
čas*zásah	4.44	<0.001
zásah*rok	0.66	0.519
zásah*měsíc	14.3	<0.001
zásah*rok*měsíc	1.03	0.361
voda	23.2	0.428

Vysoce průkazný efekt jsem zjistila u faktorů čas, čas x zásah, zásah x měsíc. Počet prýtlů rákosu kolísal v závislosti na provedených zásazích a měnil se mezi jednotlivými měsíci (viz obr. 4.20), naopak faktor rok se ukázal jako neprůkazný. Nejdůležitější zjištění je to, že rákos dvakrát kosený byl před prvním kosením v sezóně 2005 (stav k 5. červenci) výrazně hustší než rákos kosený jednou a rákos nekosený. Na konci sezóny byla hustota kosených prýtlů vlivem kosení nižší než na počátku sezóny 2005.



**Obr. 4. 20** Změna hustoty prýtlů rákosu při odlišné frekvenci kosení; hustota sledována vždy před pokosením v dané sezóně. Kosení proběhlo 3.7., 30.8. 2004 a 5.7.,29.8 2005. Interakce čas\*zásah:  $F(8, 108)=4.44$ ,  $p<0.001$ .

### Kvetení

Tato charakteristika byla sledována pouze v roce 2005. Kvetoucí prýtlky se vyskytly jen u nekosených kontrolních ploch.

## 4.2.2 Druhové složení

### Výsledky analýzy variance pro opakovaná měření

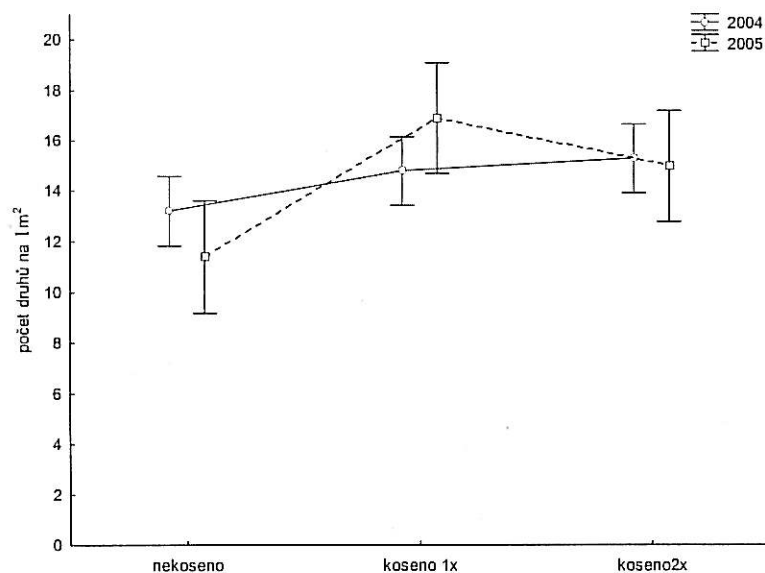
Změna počtu druhů vlivem zásahů a vody byla testována mezi roky 2002 a 2003 (faktor čas) pomocí analýzy variance pro opakovaná měření. Výsledky testů uvádí následující tabulka 4.4.

**Tab. 4.4** Změna počtu druhů, výsledky analýzy variance.

	hodnoty Fstatistiky	dosažená hladina významnosti p
zásah	7.69	0.002
čas*zásah	2.963	0.069
voda	1.105	0.347

Průkazný se ukázal pouze samotný vliv zásahu (viz obr. 4.24), zatímco kosení jednou celkový počet druhů podpořilo, kosení dvakrát (ve srovnání s kosěním jednou) počet druhů spíše snížilo.

*Lucretia*  
10. 11. 2005

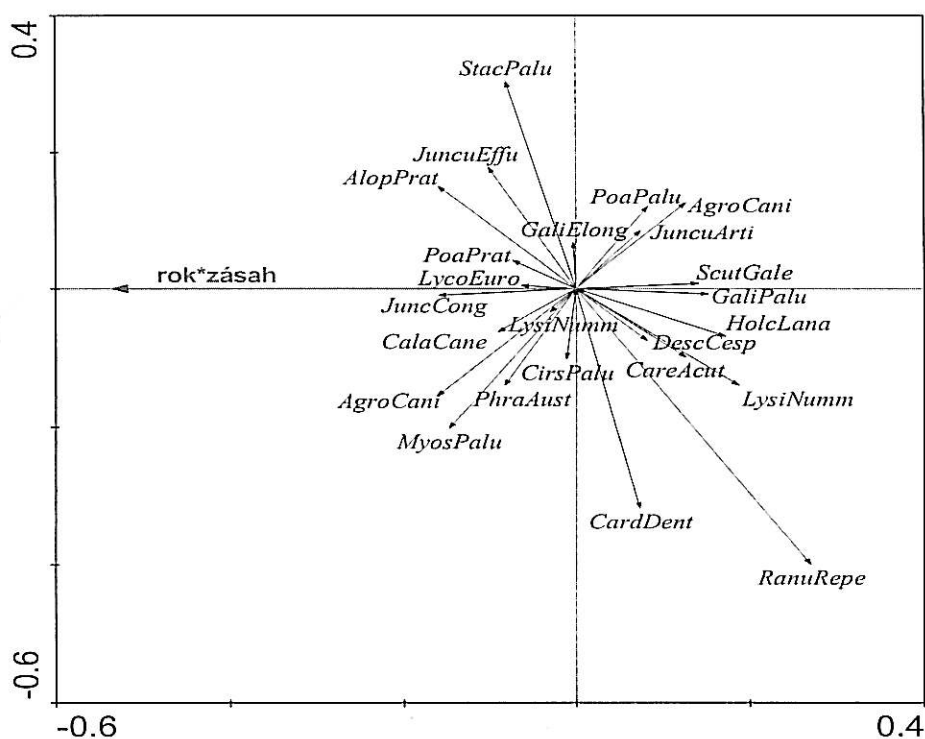


**Obr 4.24** Počet druhů v odlišně kosěných plochách, analýza variance pro opakovaná měření. Snímkování provedeno vždy před prvním kosěním v dané sezóně. V plochách kosěných jednou bylo více druhů než v plochách kosěných dvakrát.

2 10. 11. 2005

## Výsledky ordinačních technik

Druhové složení pokusných ploch jako odezvu na prováděné zásahy znázorňuje obr. 4.22.



**Obr. 4.22** Změny druhového složení jako reakce na prováděné zásahy. Ordinační diagram RDA. Minimální fit zobrazených druhů tvoří 5%. Zásah je definován jako počet kosení za rok. Druhy jsou označeny čtyřmi písmeny rodového a čtyřmi písmeny druhového jména.

Interakce roku a zásahu byly zvoleny jako vysvětlující proměnné, voda představovala kovariátu, *Phragmites* byl chápán jako pasivní druh (z analýzy byl vyloučen). Vliv těchto faktorů byl těsně neprůkazný ( $p=0,054$ ).

## 4.3 Hodnocení mladého a starého porostu rákosu

### 4.3.1 Hustota rákosu

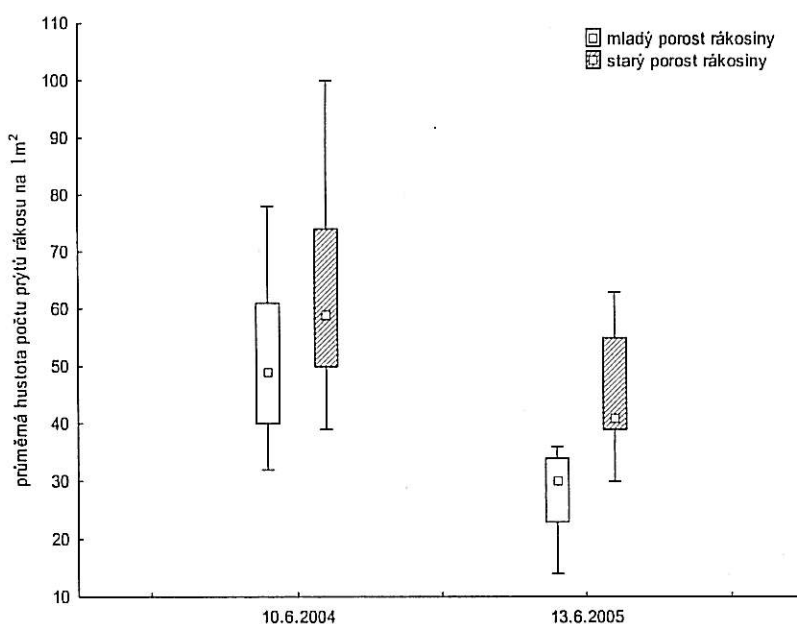
Tento experiment byl zakládán pro obecné zhodnocení a představu rozdílů starého porostu, který byl dlouhá léta bez zásahový a porostu, kde se aplikovalo pravidelné kosení – ten zde nazývám mladým porostem. Byla zde hodnocena hustota, počet druhů a druhové složení porostů. Výsledek testu, jež byl zaměřen na hustotu sledovanou ve dvou sezónách uvádí tabulka 4.5.



**Tab.4.5** Změna hustoty prýtů rákosu v odlišných typech rákosin (mladém koseném a starém nekoseném typu porostu), zásah definován jako koseno x nekoseno, analýza variance pro opakovaná měření.

	hodnoty F statistiky	dosažená hladina významnosti p
zásah	5.23	0.029
čas	17.14	<0.001
čas*zásah	0.04	0.846

Zde byl průkazným faktorem pouze zásah, interakce času a zásahu byla neprůkazná. To ovšem není překvapující, protože nemáme k dispozici tzv. *base line data* před zahájením kosení. Rozdíly mezi zásahy jsou dány hlavními efekty, ne jejich interakcí (viz obr. 4.23).



**Obr. 4.23** Znázornění rozdílů počtu prýtů rákosu před pokosením v mladém a nekoseném starém porostu rákosiny, výsledky analýzy variance, box & whisker plots.

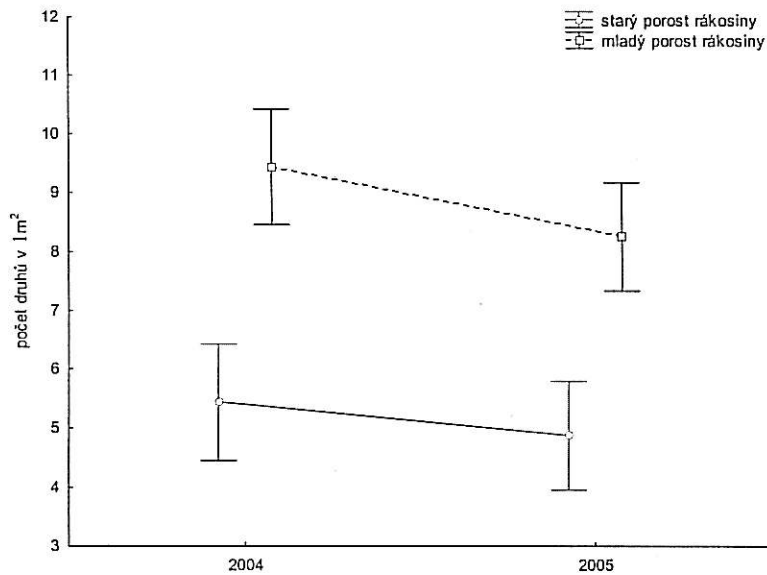
### 4.3.2 Počet druhů a druhové složení

Pomocí analýzy variance pro opakovaná měření byly vyhodnoceny počty druhů z fytoocenologických snímků z let 2004 a 2005 (viz tab. 4.6).

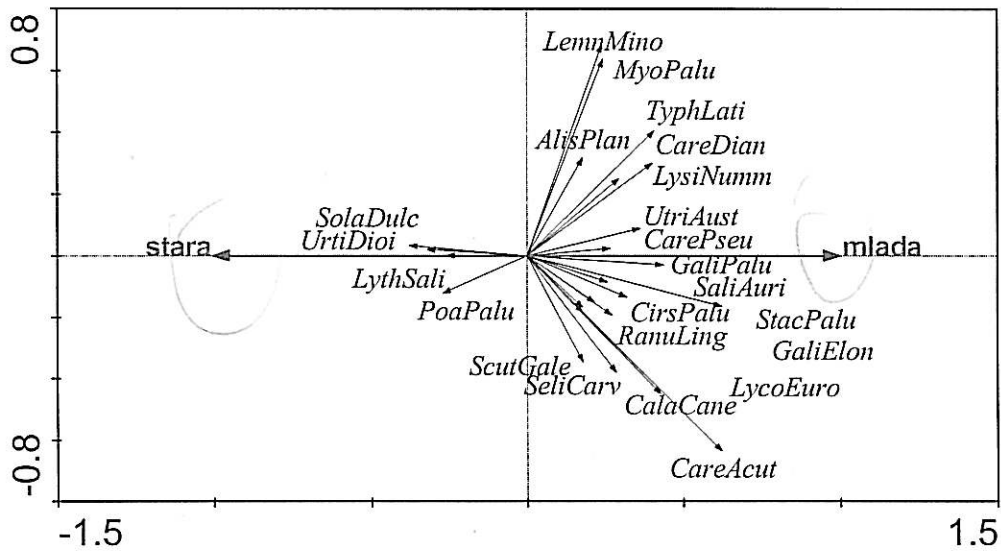
**Tab. 4.6** Změna počtu druhů v odlišných typech rákosin (mladém koseném a starém nekoseném typu porostu), zásah definován jako koseno x nekoseno, analýza variance pro opakovaná měření.

	hodnoty F statistiky	dosažená hladina významnosti p
zásah	33.06	<0.001
čas	32.85	<0.001
čas*zásah	4.19	0.056

Absence či přítomnost kosení se ukázala být důležitým faktorem ovlivňujícím druhovou četnost, interakce čas a zásah byla na hranici průkaznosti. Více druhů bylo v mladém, koseném porostu rákosiny (viz obr. 4.24), druhové složení udává obr.4.25.



Obr. 4.24 Počet druhů v odlišných typech rákosin, analýza variance.



Obr. 4.25 Druhové složení starého nekoseného a mladého koseného typu rákosiny. Ordinační diagram RDA. Minimální fit zobrazených druhů tvoří 7%. Vysvětlující proměnné stará – starý porost, mladá – mladý porost jsou definovány jako absence a přítomnost kosení ( $p=0.002$ ). Druhy jsou označeny čtyřmi písmeny rodového a čtyřmi písmeny druhového jména.

## 5. Diskuse

### 5.1 Hodnocení přítomnosti taxonů na základě biologických znaků

Druhový monitoring NPR byl proveden několika autory. Analyzování dat takového charakteru s sebou nese určitá úskalí. Slabým místem použitých dat byla nestejná metodika inventarizace, při které mohlo dojít k určitému informačnímu zkreslení a k snížení validity výsledků.

Také vyhledávání biologických znaků v databázi BioFlor se neobešlo bez problémů. Hodnocené znaky pro některé taxony v databázi chyběly, nebyly dosud zpracovány. Omezení se však týkalo jen malé skupiny taxonů a nebránilo jejich dalšímu vyhodnocování.

S uvedenými nedostatky bylo nutné pracovat a zohlednit je při vlastní interpretaci výsledků. Více jak polovina zkoumaných znaků se ukázala být průkazná (viz tab. 4.1). Jak uvádí McIntyre et al. (1999), biologické znaky rostlin jsou při odpovědi na disturbance a gradienty prostředí představovány jako důležitý nástroj pro popsání funkce a struktury společenstev.

Fakt, že největší procento stálých druhů tvoří v rezervaci původní taxony není nikterak překvapující. Jedním z parametrů, na kterém závisí udržení druhů v populacích, je způsob a frekvence jejich rozmnožování a rozšiřování. Navzdory tvrzení Williamse et al. (2005), jak přítomnost vegetativního rozmnožování redukuje riziko pravděpodobnosti extinkce, zmizely taxony <sup>hemerobii</sup> reprodukcí se vegetativně. Druhy, které se v rezervaci udržely se rozmnožují převážně semeny (obr. 4.7). Také schopnost druhů rozmnožovat se vícekrát za život snižuje pravděpodobnost jejich extinkce. Tomuto tvrzení <sup>hemerobii</sup> nasvědčují i výsledky z vytrvalosti rostlin (viz obr. 4:4), kde druhy <sup>hemerobii</sup> zmizelé tvoří dvouletky a monokarpické trvalky.

Mechanismy předcházející vývoji určitého typu plodů (4.15 a 4.16), počínaje sprášením (obr. 4.12) ovlivněné dichogamií (obr. 4.10) a nenáhodným oplozením (obr. 4.9), se mohou projevit na kvalitě generativního rozšiřování rostlin. Tak například známý negativní populační jev inbrední deprese se překvapivě nejvíce neprojevil u zmizelých, ale u druhů stálých.

Za povšimnutí stojí podíl neofytů (např. *Amaranthus retroflexus*, *Armoracia rusticana*, *Aster novi-belgii*, *Impatiens glandulifera*), jednoletek a mírně urbanofilních druhů z kategorie objevily se (viz obr. 4.1, 4.4 a 4.14). Souvislosti mezi výše zmiňovanými znaky ve vztahu k hemerobii, urbanitě a ruderalitě diskutuje Hill et al. (2002). V souladu s jeho výsledky i

moje data ukazují na sycení rezervace diasporami z antropogenního prostředí, které chráněné území obklopuje, a degradaci místního *species pool* (zásobníku druhů).

S mírnou antropogenizací zřejmě také souvisí největší procentuální podíl nanofanerofytů např. rodů *Ligustrum*, *Ribes* v kategorii objevily se (obr. . To poukazuje na introdukci dřevin do lesních porostů (Prausová 2005). Pseudofanerofyta, především *Rubus sp.*, se řadí ke stálým taxonům. Tyto houževnaté rostliny s převažujícím vegetativním rozmnožováním jsou velmi odolné na disturbance i stresové faktory (obr. 4.2). Naopak náchylné jsou hydrofyty s hydromorfními listy (např. *Batrachium trichophyllum*, *Ceratophyllum submersum*, *Potamogeton x zizii*) mizející pravděpodobně důsledkem eutrofizace spojené s intenzivnějším rybničním hospodařením (obr. 4.6). Tento smutný trend lze pozorovat i jinde ve světě (např. jezero Yahara v USA, Nichols et Lathrop 1994).

Forma managementu podporuje rostliny s určitými funkčními znaky. (Louault et al. 2005). V odpovědi na pokles režimu disturbancí v rezervaci se projevily výsledky anatomie listů. Objevily se druhy s hygromorfními listy (*Geum urbanum*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Fallopia dumetorum* atd.) pravděpodobně jako reakce na sníženou dostupnost světla v porostu (obr. 4.6). Kompetice nejen o světlo, ale i o ostatní zdroje se odráží v kompetičních strategiích (obr. 4.3), kde lze jen těžko vysledovat nějaký trend. Ucelený přehled kompetičních strategií z hlediska Grima a Tilmana a nové názory do této problematiky pak vnáší Craine (2005).

Jednou z komponent ovlivňující využívání zdrojů a reakce na faktory měnící se během roku je fenologie rostlin, která určuje sezónu, délku trvání růstu a reprodukce druhů (Grubb 1977). V rezervaci zmizely druhy mající svoje optimum koncem poloviny jara (např. *Listera ovata*, *Carex buxbaumii*), naopak se objevily druhy časného podzimu jako *Arctium minus*, *Solidago canadensis*, *Hieratium sabaudum* (obr. 4.8). Částečné vysvětlení přítomnosti či absence druhů by se mohlo najít v práci Golluscia et al. (2005), který podává pěkný rozbor toho, jak spolu velmi složitě souvisí fenologie, životní forma a vytrvalost rostlin.

Výše zmíněné biologické znaky a projevy jejich chování demonstrují spletité interakce v rostlinných společenstvech. Tyto vztahy pak výrazně ovlivňují fungování celého ekosystému (Louault et al. 2005).

## 5.2 Experimenty na potlačení rákosu

Na dobré kompetiční schopnosti rákosu poukazuje Kellerův příspěvek (2000), který se zaměřuje na kompetici v třech typech amerických mokřadů s dominantním *Phragmites*, *Typha* a *Lythrum* ve vztahu k ostatním rostlinným druhům. Ani orobinec ani kyprej nedokázaly ostatní druhy v porostu potlačit tak, jako rákos.

Způsob managementu a především jeho správné načasování se ve většině případů projeví na výsledném stavu porostu. Sledování změn performance rákosu na trvalých plochách při hodnocení redukuje vliv prostorové variability. Na druhou stranu, trvalé plochy jsou většinou (ze zcela praktických důvodů) relativně malé, a tak nemusí postihnout celý gradient prostředí, na kterém se daný druh vyskytuje.

Hustota a výška prýtlů jsou omezeny dostupností vody a živin, kompeticí a managementem (Haslam 1970, 1973). Výška je ukazována jako dobrý prediktor kompetičních schopností rostlin, jestliže je kompetice primárně o světlo (Bullock et al 2001). V předkládaných výsledcích je signifikantní ovlivnění výšky prýtlů provedenými zásahy. To tedy naznačuje, že již druhá sezóna může přinést průkazné výsledky pro vliv zásahů.

Jak lze vizuálně zhodnotit z obr. 4.17, výšky prýtlů rákosu v kosených plochách byly ve druhé sezóně před pokosením znatelně nižší než v plochách nekosených. Překvapivě, prýty kosených ploch měly do prvního kosení v sezóně 2005 přibližně stejnou výšku navzdory odlišné frekvenci kosení v předešlém roce. Odebrání živin kosením dvakrát kosenému rákosu nebylo zřejmě tak velké, aby na počátku sezóny 2005 nedošlo k investování živin do růstu rákosu. Účinky kosení předešlé sezóny se v té době ještě neprojevily. Teprve výsledky prvního kosení v červenci zvýraznily vliv zásahu s dvakrát opakovaným kosením. Dvakrát kosené prýty byly oslabeny natolik, že se v srpnu svou výškou již nemohly vyrovnat jednou koseným prýtlům (viz obr. 4.17). Frekvenci kosení, i když oproti této studii širěji pojatou, zdůrazňuje ve své práci i Gúsevelli (2000). Uvádí, že výška každoročně kosených prýtlů rákosu je s kosením negativně korelována, ale modifikace kosení na dvouletý či tříletý cyklus je již bez trendu.

Rozšiřující informaci k hodnotám průměrných výšek dává distribuce prýtlů do výškových tříd (obr. 4.19). Na počátku sezóny je výškové rozdělení prýtlů poměrně uniformní a s postupujícím časem se diferencuje. Rozdíly výškového rozdělení se promítly hlavně mezi jednotlivé varianty zásahů. Zajímavým příkladem rozrůznění jsou prýty z ploch jednou a dvakrát kosených v polovině června před prvním kosením. I když se podle průměrných výšek prýtlů v tomto období zdálo, že jsou prýty přibližně stejně vysoké (viz obr. 4.17), výškové

kategorie ukazují trochu jiný vývojový směr. Prýty dvakrát kosených ploch mají největší zastoupení v nejvyšší výškové kategorii, zatímco u prýtlů jednou kosených převažuje zastoupení prýtlů z nižší výškové kategorie. Dvakrát kosené prýty tedy nebyly nejen výškově stejné, ale byly dokonce vyšší, než prýty z jednou kosených ploch. Po zásahu tedy byla indukována větší investice živin do růstu.

Prýty rákosu, jež převyšují okolní porost, nepříznivě ovlivňují ostatní druhy ve společenstvu hlavně stíněním (Haslam 1971c). Právě v místě experimentálních zásahů, v Dolanské zátoce, především nekosený rákos z kontrolních ploch přesahoval svým vzrůstem i vysoké druhy ostřic. S velkou opatrností lze konstatovat, že takovýto typ porostu rákosu, který se v rezervaci vytvořil během několika desetiletí nekosení, mohl podpořit nový výskyt taxonů s listy tolerantními k zástínu (viz obr. 4.6, hygromorfni listy). Nejen zásahy, ale také dostupnost vody se projevily na výšce. Toto tvrzení koresponduje se studií Pagtera et al. (2005), který v laboratorních podmínkách potvrdil negativní odezvu rákosu k deficitu vody. Dle Whita et Ganfa (2002) je také výška prýtlů záporně korelována s kolísající úrovní hladiny vody oproti stálé.

Dalším sledovaným parametrem byla hustota, která se měnila v závislosti na zásazích a zároveň také mezi měsíci (obr. 4.20). Na počátku druhé sezóny před prvním kosením vykazoval dvakrát kosený rákos nejvyšší hustotu ve srovnání s porosty ostatních zásahů, hustota jednou kosených prýtlů téměř odpovídala hustotě prýtlů z kontrolních ploch. Druhé kosení v předcházející sezóně tedy pravděpodobně stimulovalo silnou regeneraci dvakrát kosených prýtlů, zatímco jednou kosené prýty byly téměř bez odezvy. Potvrdil se zde tedy známý fakt, že trávy po častém opakování kosení houstnou. Naopak na konci sezóny 2005 se výrazně projevil vliv červencového kosení dané sezóny, kdy pokosené prýty špatně regenerovaly. Hustoty jednou a dvakrát kosených prýtlů byly v té době přibližně stejné, ale výška dvakrát kosených prýtlů byla znatelně nižší. Z tohoto zjištění bychom však neměli vyvozovat striktní závěry o poklesu fitness<sup>6</sup> rákosu, neboť spoléhat na samotnou hustotu a výšku jako na dobrý indikátor potlačení se jeví jako problematické (Güsevell 2001).

Sledování kvetoucích prýtlů upozornilo na to, že po pokosení dojde k přerušení jejich životního cyklu a v dané sezóně již žádné prýty nevykvetou, naopak tomu bylo u ploch nekosených. Tím se tak omezí generativní reprodukční potenciál této trávy. Snížení produkce semen může ovlivnit spíše množství semen v krajině, z hlediska konkrétního porostu má ale zřejmě zanedbatelný význam, protože k uchycení nových semenáčů v hustých rákosových porostech dochází pravděpodobně jen velice zřídka (Clevering et Lissner 1999).

Invaze rákosu a zanedbání péče na její potlačení vede v mnoha mokřadních biotopech k vytvoření monodominantních porostů, což se často projeví snížením diverzity (Lenssen 2000). Tento jev se potvrdil i ve studované části staršího nekoseného porostu rákosiny (počet druhů viz tab. 4.6). Na typu porostu se projevila i větší hustota prýtlů nekoseného oproti kosenému porostu (hustota viz obr. 4.20). I když k hodnocení tohoto pokusu nebyla *base line data*, přesto tyto výsledky naznačují, že dlouhodobá absence kosení vede ke zvyšování hustoty prýtlů rákosu. Hustý zápoj této trávy může negativně působit nejen ve své nadzemní růstové oblasti, ale i v podzemní. Intenzivní růst zásobních orgánů v substrátu totiž mění edafické podmínky a tento faktor pak může ovlivnit druhové složení porostu (Haslam 1968).

Potvrdila se změna druhového složení pod vlivem experimentálního potlačení rákosu. Kosení dvakrát do roka sice ke konci sezóny oproti původnímu vzestupu potlačilo performanci prýtlů rákosu, ale bohužel byl tento zásah negativně korelován s počtem druhů.

### 5.3 Závěry a doporučení pro management

Součinnost absence kosení a odvodnění lokality se jistě projeví na mizení vzácných druhů rostlin. V průběhu let z rezervace zmizely především původní taxony, dvouletky a monokarpické trvalky, taxony s hydromorfními listy a vegetativním způsobem rozmnožování (další typy chování viz příloha). Dle Červeného seznamu rostlin Východních Čech (Faltys 1995) ochránářsky významné zmizelé taxony představovaly druhy jako *Blysmus compressus*, *Carex buxbaumii*, *Carex pulicaris*, *Liparis loeselii*, *Orchis ustulata*, *Pedicularis palustris*, *Utricularia minor* aj.

Odezva rákosu na prováděné zásahy je poměrně rychlá. Z ekologie této trávy a z předkládaných výsledků můžeme učinit závěr, že rákos již může po dvou letech nekosení profitovat z takového typu zásahu. Prevence invaze je pak lepší, než samostatná léčba. Naopak intenzivní kosení (dvakrát ročně v letním období) nejprve podporuje regeneraci rákosu, ale s dalším kosením jeho <sup>performace</sup> klesá. S frekvencí kosení však klesá druhová četnost. Z důvodu zachování druhové diverzity by mělo být spíše podporováno kosení jednou ročně, před dobou metání rákosu, i když tento typ zásahu tolik neomezuje performanci (hustotu a výšku) rákosu.

— po 1 roce nebo dříve odstraňovat!

Především pravidelný cyklus kosení zohledňující příslušný výskyt a požadavky ohrožených druhů rostlin je nezbytný.

Vyvozené závěry mají svou omezenou platnost, neboť sledované charakteristiky nemusí být dostačujícími indikátory pro potlačení rákosu. Nebyla například postihnuta biomasa a podzemní orgány rákosu. Omezenost také vyplývá z krátkodobosti této prováděné studie.

Pro zjištění míry invaze rákosu a vysvětlení pozice tohoto původního druhu v mokřadních ekosystémech je nezbytný dlouhodobější výzkum. S narůstající antropogenizací krajiny, NPR nevyjímaje, bude v ochraně přírody vhodně zvolená strategie managementu klíčová. Úspěch pro ochranu mokřadů bude spočívat v tom, jak dobře tyto strategie alespoň do jisté míry obnoví a zachovají původní funkce ekosystémů.

wic <sup>sedp</sup>



## 6. Literatura

- Ailstock M. S., Norman C. M. et Bushmann P. J.** (2001): Common reed *Phragmites australis*: control and effects upon biodiversity in freshwater nontidal wetlands. – *Restoration Ecology* 9:49-59.
- Brix H.** (1999): The European research programme on reed die-back and progression (EUREED). – *Limnologica* 29: 5-10.
- Bullock J., Franklin J., Stevenson M. J., Silvertown J., Coulson S., Gregory S. J. et Tofts R.** (2001): A plant trait analysis of response to grazing in a long term experiment. – *Journal of Applied Ecology* 38: 253-267.
- Clevering O. A. et Lissner J.** (1999): Taxonomy, chromosome numbers, clonal diversity and population dynamics of *Phragmites australis*. – *Aquatic Botany* 64: 185-208..
- Craine J. M.** (2005): Reconciling plant strategy theories of Grime and Tilman. – *Journal of Ecology* 93: 1041-1052.
- Černohous F.** (1968): Pobřežní květena Bohdanečských rybníků u Pardubic. – Ms. [Dipl. Pr., depon. in Přírodovědecká fakulta University Palackého Olomouc].
- Čížková-Končalová H., Květ J. et Thompson K.** (1992): Carbon starvation: a key to reed decline in eutrophic lakes. – *Aquatic Botany* 43: 105-113.
- Dykyjová D.** (1970): Comparative biometry of *Phragmites communis* ecotypes and its significance to investigation of reed stands productivity. – In: Dykyjová D. [ed.]: Produktivita of terrestrial ecosystems, production processes, Czechoslovak national committee for the IBP, subcommittee PT-PP, Praha, report N°1: 105-107.
- Dykyjová D.** (1971): Ekomorfózy a ekotypy rákosu obecného *Phragmites communis* Trin. – *Preslia* 43: 120-138.
- van Duren I. C., Peggel D. M., Aerts B. A. et Inberg J. A.** (1997): Nutrient supply in undrained and drained Calthion meadows. – *Journal of Vegetation Science* 8: 829-838.
- Engloner A. I.** (2004): Annual growth dynamics and morphological differences of reed (*Phragmites australis* Cav. Trin. Ex Steudel) in relation to water supply. – *Flora* 199: 256-262.
- Faltys V.** (1993): Floristický průzkum NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka. – In: Plán péče na území NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka, příl. č. 4: 1-2. Ms. [Depon. in AOPK ČR, Pardubice].
- Faltys V.** (1995): Přehle vyhynulých, neznámých a ohrožených taxonů cévnatých rostlin na území východních Čech. – AOPK ČR, Pardubice.
- Faltysová H., Bárta F. et kol.** (2002): Pardubicko. – In: Mackovčín P. et Sedláček M. [eds.]: Chráněná území ČR, svazek IV. – AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- Golluscio R. A., Oesterheld M. et Aguiar M. R.** (2005): Relationship between phenology and life form: a test with 25 Patagonian species. – *Ecography* 28: 273-282.

- Granéli W.** (1990): Standing crop and mineral contents of reed in Sweden – management of reed stands to maximize harvestable biomass. – *Folia Geobotanica/Phytotaxonomica* 25: 291-302.
- Grubb P. J.** (1977): The maintenance of species richness in plant communities: the importance of regeneration niche. – *Biological Reviews* 52: 107-145.
- Güsevell S.** (2000): Dynamics of common reed *Phragmites australis* Trin. in Swiss fens with different management. – *Wetlands Ecology and Management* 8: 375-389.
- Güsevell S. et Klötzli F.** (2000): Assessment of aquatic and terrestrial reed (*Phragmites australis*) stands. – *Wetlands Ecology and Management* 8: 367-373.
- Güsevell S.** (2003): Management of *Phragmites australis* in Swiss fen meadows by mowing in early summer. – *Wetlands Ecology and Management* 11: 433-445
- Hadač J. et Hadač E.** (1948): Přírodní poměry Pardubicka, svazek I., Květena Pardubicka. Cévnaté rostliny pardubického politického okresu. – Přírodovědecký klub Pardubice.
- Haslam S. M.** (1968): The biology of reed (*Phragmites communis*) in relation to its control. – Proc. 9th Brit. Weed Control Conf. 1968, Oxford.
- Haslam S. M.** (1970): The performance of *Phragmites communis* Trin. in relation to water-supply. – *Annals of Botany* 34: 867-877.
- Haslam S. M.** (1971a): The development and establishment of young plants of *Phragmites communis* Trin. – *Annals of Botany* 35: 1059-1072.
- Haslam S. M.** (1971b): Community regulation in *Phragmites communis* Trin. I. Monodominant stands. – *Journal of Ecology* 59:65-73.
- Haslam S. M.** (1971c): Community regulation in *Phragmites communis* Trin. II. Mixed stands. – *Journal of Ecology* 59:65-73.
- Haslam S. M.** (1973): Some aspect of the life history and autoecology of *Phragmites communis* Trin. A review. – *Polskie Archiwum Hydrobiologii* 20: 79-100.
- Hejný S. et Husák Š.** (1978): Higher plant communities. – In: Dykyjová D. [ed.]: Pond littoral ecosystem. Ecological studies 28. – Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Hellings B. et Gallagher J. L.** (1992): The effects of salinity and flooding on *Phragmites australis*. – *Journal of Applied Ecology* 29: 41-49.
- Hill M. O., Roy D. B. et Thompson K.** (2002): Hemeroby, urbanity and ruderality: bioindicators of disturbance and human impact. – *Journal of Applied Ecology* 39: 708-720.
- Husák Š. et Květ K.** (1970): Productive structure of *Phragmites communis* and *Typha angustifolia* stands after cutting at two different levels. – In: Dykyjová D. [ed.]: Productivity of terrestrial ecosystems, production processes, Czechoslovak national committee for the IBP, subcommittee PT-PP, Praha, report N°1: 117-119.
- Husák Š.** (1978): Control of reed and reed mace stands by cutting. – In: Dykyjová D. et Květ J. [eds.]: Pond littoral ecosystem. Structure and functioning. Ecol. Stud. 28. – Springer Verlag Berlin, Heidelberg.

- Husák Š.** (1999): Vodní a bažinná společenstva. – In: Petříček V. et al.: Péče o chráněná území. I. Nelesní společenstva. AOPK, Praha.
- Jongepierová I., Jongepier J. W. et Klimeš L.** (1994): Obnova druhově bohatých luk v Bílých Karpatech. – Příroda 1: 185-189.
- Keller B. E. M.** (2000): Plant diversity in Lythrum, Phragmites, and Typha marshes, Massachusetts, U. S. A. – Wetlands Ecology and Management 8: 391-401.
- Kohák E.** (2002): Zelená svatozář. – Slon, Praha.
- Kopecká L. et Zárubová-Prausová R.** (2000): Floristický průzkum cévnatých rostlin NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka u Lázní Bohdaneč (Východní Čechy). – Východočeský sborník přírodovědecký. Práce a studie 8:129-157.
- Koppitz H. et Kühn H.** (2000): To the importance of genetic diversity of *Phragmites australis* in the development of reed stands. – Wetlands Ecology and Management 8:403-414.
- Květ J. et Husák Š.** (1984): Biologická a ekologická charakteristika rákosu obecného (*Phragmites australis*). – Zprávy Československé Botanické Společnosti 4:29-32.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtek J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. et Štěpánek J.** (2002): Klíč ke květeně České republiky. – Academia, Praha.
- Lenssen J. P. M., Menting F. B. J., Van der Puten W. H.** (2000): Variation in species composition and species richness within *Phragmites australis* dominated riparian zone. – Plant Ecology 147: 137-146.
- Louault F., Pillar V. D., Aufrère J., Garnier E. et Soussana J. F.** (2005): Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. – Journal of Vegetation Science 16: 151-160.
- McIntyre N. E., Lavorel S., Landsberg J. et Forbes T. D. A.** (1999): Disturbance response in vegetation: towards global perspective on functional traits. – Journal of Vegetation Science 10: 621-630.
- McKee J. et Richards A. J.** (1996): Variation in seed production and germinability in common reed (*Phragmites australis*) in Britain and France with respect to climate. – New Phytologist 133: 233-243.
- Meyerson L. A., Saltonstall K., Windham L., Kiviat E. et Findlay S.** (2000): A comparison of *Phragmites australis* in freshwater and brackish marsh environments in North America. – Wetlands Ecology and Management 8: 89-103.
- Minchinton T. E. et Bertness M. D.** (2003): Disturbance-mediated competition and the spread of *Phragmites australis* in a coastal marsh. – Ecological Applications 13: 1400-1416.
- Monteiro A., Moreira I. et Sousa E.** (1999): Effect of prior common reed (*Phragmites australis*) cutting on herbicide efficiency. – Hydrobiologia 415: 305-308.

- Moreira I., Monteiro A. et Sousa E.** (1999): Chemical control of common reed (*Phragmites australis*) by foliar herbicides under different spray conditions. – *Hydrobiologia* 415: 299-304.
- Nichols S. A. et Lathrop R. C.** (1994): Cultural impacts on macrophytes in the Yahara lakes since the late 1800s. – *Aquatic Botany* 47: 225-247.
- Ostendorp W.** (1989): Die-back of reeds in Europe - a critical review of literature. – *Aquatic Botany* 35: 5-26.
- Ostendorp W.** (1991): Damage by episodic flooding to *Phragmites* reeds in a prealpine lake: proposal of a model. – *Oecologia* 86:119-124.
- Ostendorp W., Dienst M. et Schmieder K.** (2003): Disturbance and rehabilitation of lakeside *Phragmites* reeds following an extreme flood in Lake Constance (Germany). – *Hydrobiologia* 506-609: 687-695.
- Pagter M., Bragato C. et Brix H.** (2005): Tolerance and physiological responses of *Phragmites australis* to water deficit. – *Aquatic Botany* 81: 285-289.
- Prausová R.** (2005): Změny biologické rozmanitosti v souvislosti s řízenými zásahy v NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka. – *Ochrana přírody* 60: 137-140.
- Procházka F.** (1972): Inventarizační průzkum SPR Bohdanečský rybník a rybník Matka. – Ms. [Dipl. Pr., depon. in AOPK ČR, Pardubice].
- Skuhřavý V.** (1978): Invertebrates: destroyers of the common reed, pp. 376-388. – In D. Dykyjová and J. Květ [eds.]: *Pond Littoral Ecosystems Structure and Functioning*. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg.
- Teplý F.** (1937): Příspěvky k dějinám českého rybníkářství. – Novina, Brno, 244pp.
- Tscharntke T.** (1989): Attack by a stem-boring moth increases susceptibility of *Phragmites australis* to gall-making by a midge: mechanism and effects of midge population dynamics. – *Oikos* 55: 93-100.
- Van der Putten W. H.** (1997): Die-back of *Phragmites australis* in European wetlands: an overview of the European research programme on reed die-back and progression (1993-1994). – *Aquatic Botany* 59: 263-275.
- Westoby M., Leishman M. R., Lord J. M.** (1995): On misinterpreting the phylogenetic correction. – *Journal of Ecology* 83: 531-534.
- White S. D. et Ganf G.G.** (2002): A comparison of the morphology, gas space anatomy and potential for internal aeration in *Phragmites australis* under variable and static water regime. – *Aquatic Botany* 73: 115-127.
- Williams N. S. G., Morgan J. W., McDonnell M. J. et McCarthy M. A.** Plant traits and local extinctions in natural grasslands along an urban-rural gradient. – *Journal of Ecology* 93: 1203-1213.
- Zárubová-Prausová R.** : (2000): Průzkum vegetace a studium jejích změn v souvislosti s řízenými zásahy v NPR Bohdanečský rybník a rybník Matka. – *Východočeský sborník přírodovědecký. Práce a studie* 8:159-182.

Příloha č. 1 : přehled průkazných znaků rostlin s nejvíce procentuálně zastoupenými typy chování.

ZNAMKY ROSTLIN	KATEGORIE DRUHŮ		zmizely	objevily se	náhodné
	stálých				
<i>floristický původ</i>	původní druhy	původní druhy	původní druhy	neofyta	archoefyta
<i>životní strategie</i>	pseudofanerofyta	hemifanerofyta	hemifanerofyta	nanofanerofyta	terofyta
<i>ekologické strategie</i>	kompetitoři	kompetitoři/ strestolerátoři/ruderálové strestolerátoři	kompetitoři/ strestolerátoři/ruderálové strestolerátoři	kompetitoři, ruderálové a strestolerátoři	strestolerátoři
<i>vytrvalost rostliny</i>	polykarpické trvalky	dvouletky a monokarpické trvalky	dvouletky a monokarpické trvalky	jednoletky, dvouletky, polykarpické trvalky	monokarpické trvalky
<i>vegetativní rozmnožování</i>	obnovovací pupen se zásobními kořeny a stonková hlíza	obnovovací pupeny s kořenovou hlízou a turiony	obnovovací pupeny s kořenovou hlízou a turiony	hypogeogenní oddenek se stonkovou hlízou na svém vrcholu a cibule	cibule
<i>anatomie listů</i>	helomorfní listy	helomorfní listy	helomorfní listy	hygromorfní listy	sukulentní listy
<i>způsob reprodukce</i>	rozšiřování semeny	rozšiřování semeny	vegetativně	vegetativní rozšiřování a rozšiřování semeny	semena
<i>symfelogické skupiny</i>	začátek časného jara	začátek časného jara	konec poloviny jara	časný podzim	předjaří
<i>formy nenáhodného oplození</i>	inbrední deprese	inbrední deprese	heteromorfní inkompatibilita	heteromorfní inkompatibilita	sporofytická inkompatibilita
<i>dichogamie</i>	výrazná protogynie	výrazná protogynie	protogynie	protandrie a homogamie	homogamie
<i>metamorfózy prýtu</i>	pseudoviviparie	pseudoviviparie	sukulentní stoněk a turion	pacibulky	sukulentní stoněk a cibule
<i>způsob sprášení</i>	allogamie	allogamie	fakultativní allogamie	fakultativní autogamie	autogamie
<i>oceanita</i>	euoceanické	euoceanické	slabě subkontinentální, suboceanické a slabě suboceanické	suboceanický	subkontinentální
<i>urbanita</i>	urbanoneutrální	urbanoneutrální	urbanofóbní a urbanofilní	mírně urbanofóbní a mírně urbanofilní	urbanofilní
<i>typ plodu</i>	souplodí oříšků	souplodí oříšků	souplodí bobulí	bobule a malvice	bobule a malvice
<i>typ diasporu</i>	šíška	šíška	část plodu	synkarpní plody	část plodenství

*ve více kategorie více vada!  
a vada se digitálně zpracoval*

## Příloha č. 2: upřesnění komplikovaných pojmů vlastností rostlin

*+ ušace (obě ušáky!)*

### Životní formy

**A-** hydrofyt (dormantní pupen umístěn pod vodou), **C-** chamaefyt (dormantní pupeny několik cm těsně nad povrchem země), **H-** hemikryptofyt (dormantní pupeny těsně nad povrchem země), **G-** geofyt (obnovovací pupeny v podzemí), **M-** makrofanerofyt (dormantní pupeny na dřevnatých výhonech - střední a apikální větvení tvoří korunu), **N-** nanofanerofyt (dormantní pupeny na dřevnatých výhonech - silné bazální větvení), **P-** pseudofanerofyt (dormantní pupeny na výhonech daného roku s mírnou lignifikací, kvetení v druhém roce), **S-** hemifanerofyt (dormantní pupeny na dřevnatých, bazálně se větvcích výhonech do výšky 50 cm), **T-** terofyt (jednoletky, generativní diaspory)

### Anatomie listů

**a-** hydromorfní (adaptace na výměnu plynů pod vodou), **c-** sukulentní (ztlustlá epidermis a kutikula), **e-** helomorfní (přítomnost aerenchymu), **m-** mesomorfní (charakteristika mezi skleromorfní a hydromorfní), **s-** skleromorfní (pevné listy se ztloustlou epidermis a kutikulou, za vhodných podmínek s podporou transportu vody), **y-** hygromorfní (listy citlivé k stínu a polostínu).

### Formy nenáhodného oplození

**GSI-** gametofytická inkompatibilita (veškerý pyl klíčí na blizně, ale pylová láčka zastaví růst, pokud obsahuje sestavu alel stejného typu jako opylovaná rostlina), **HIS-** heteromorfní inkompatibilita (neslučitelnost, jež je geneticky vázána na heterostylii), **ID-** inbrední deprese (při opylení dvou více či méně příbuzných jedinců dochází k expresi škodlivých alel), **LA-** letální alely (velké množství letálních alel vede k značné mortalitě jedinců), **PSI-** postzygotická inkompatibilita (k projevu inkompatibility dochází krátce před oplozením nebo při vývoji embrya), **SSI-** sporofytická inkompatibilita (klíčení pylu je zabráněno již na blizně pokud je jedna alela pylu shodná s alelami expimovanými na blizně)

### Dichogamie

**a1-** mírně protandrický (květy nejprve samčí, později samičí, dočasný překryv pohlaví), **a2-** protandrický (květy nejprve samčí, později samičí, nezřetelný překryv pohlaví), **a3-** výrazně protandrický (květy nejprve samčí, později samičí, není překryv pohlaví), **g1-** mírně protogynický (květy nejprve samičí, později samčí, dočasný překryv pohlaví), **g2-** protogynický (květy nejprve samičí, později samčí, nezřetelný překryv pohlaví), **g3-** výrazně protogynický (květy nejprve samičí, později samčí, není překryv pohlaví), **h-** homogamický (vývoj samčích i samičích květů ve stejnou dobu)

### Způsob sprášení

**AF-** fakultativní autogamie (především samoopylení, vzácně mezidruhé křížení), **AFXF-** smíšené opylování, **AO-** autogamie (samoopylení, gamety pochází ze stejného sporofytu), **I-** automixe (gamety pochází ze stejného gametofytu), **X-** allogamie (opylení pylem z jiného jedince), **XF-** fakultativní allogamie (opylení pylem z jiného jedince, samoopylení je možné)

### Oceanita

**ks-** slabě kontinentální (druhy kontinentálního klimatu zasahující svým rozšířením až k oceanickému klimatu), **li-** litorální (druhy pobřeží), **o-** oceanický (druhy oceanického klimatu), **oe-** euoceanický (druhy extrémního oceanického klimatu), **os-** slabě oceanický (druhy oceanického klimatu zasahující svým rozšířením až ke kontinentálnímu klimatu), **sk-** subkontinentální (druhy chybící v oblasti extrémního kontinentálního a oceanického klimatu), **sks-** slabě subkontinentální (druhy kontinentálního klimatu, chybí v extrémně kontinentálním a oceanickém klimatu), **so-** suboceanický (druhy chybící v oblastech extrémně kontinentálního a oceanického klimatu), **sos-** slabě suboceanický (druhy oceanického klimatu, chybí v extrémně oceanickém a extrémně kontinentálním klimatu)

### Urbanita

**1-** urbanofóbní (druhy omezené na neurbanizované oblasti), **2-** mírně urbanofóbní (druhy převládající v neurbanizovaných oblastech), **3-** urbanoneutrální (druhy bez preference), **4-** mírně urbanofilní (druhy převládající v urbanizovaných oblastech), **5-** urbanofilní (druhy omezené na urbanizované oblasti)

### Typ diaspory

**F-** plod (část rostliny vyvinuté z vajíčka, obsahující zralá semena), **Fch-** plůdek (část plodu vyvinutého z jednoho plodolisu a obsahující endokarp, exokarp, mezokarp), **Fcht-** část plodu (dřevitý endokarp s jedním semenem), **FZb-** plod s přívěškem (plod spojený s částí rostliny, např. s kalychem), **S-** semeno, **SaF-** synkarpní plod, **Sp-** spora, **TF-** perikarp, **TFSt-** část plodenství, **v-** vegetativní, **Za-** šiška