

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Charakteristické znaky rostlin
jako indikátory různých způsobů obhospodařování
trvalých travních porostů

Vendula Křivánková

Diplomová práce
předložená jako součást požadavků
na získání titulu Mgr.
v oboru
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: Mgr. Jan Mládek

Olomouc 2010

Křivánková, V.: Charakteristické znaky rostlin jako indikátory různých způsobů obhospodařování trvalých travních porostů.

Abstrakt

Velká část evropských polopřirozených travních porostů ztratila v posledních desetiletích produkční význam a je udržována zejména pro zachování biodiverzity. V podmínkách České republiky však dosud existuje málo studií, které by porovnály vliv různých managementových zásahů na funkční charakteristiky vegetace. Otázka zní: Kterými charakteristickými znaky se vyznačují druhy, jimž prospívají nebo naopak neprospívají různé typy managementu? Pro experimentální výzkum byly vybrány tři lokality s různou pastevní historií v Bílých Karpatech, na kterých byly v roce 2004 založeny trvalé plochy. Na nich byl po dobu pěti let sledován vliv pastvy, pastvy spojené s jarním vypalováním sařiny jednou za čtyři roky, sečení v polovině července a ponechání ladem. Každoročně během května a června byla na trvalých plochách velikosti 1 m² rozdělených do devíti podploh zjištěna frekvence druhů. Charakteristické znaky byly extrahovány z databází BiolFlor a LEDA Traitbase. Mnohorozměrné analýzy frekvencí charakteristických znaků ukázaly, že ponechání porostu ladem podporovalo vysoké rostliny, trávy, C-strategii, vysoký obsah sušiny v listech, pozdější počátek kvetení a vegetativní rozmnožování. Naopak pastva zvyšovala frekvenci uspořádání listů v přízemní růžici, leguminóz, R-strategie, vysoké specifické listové plochy a generativního rozmnožování. Kombinace pastvy a vypalování prospívala druhům s podobnými znaky jako pastva samotná, navíc podporovala dvouděložné a vysokou krmnou hodnotu. Pod vlivem sečení žádný znak konzistentně neubýval ani nepřibýval na všech lokalitách, nejčastěji byly podporovány R- a S-strategie, generativní rozmnožování, uspořádání listů v přízemní růžici, ostřice a biky. Po pěti letech experimentu došlo k největšímu poklesu druhové bohatosti na plochách ponechaných ladem, zatímco největší nárůst počtu druhů byl zaznamenán pod vlivem pastvy.

Klíčová slova: analýza RDA, charakteristické znaky rostlin, pastva, ponechání ladem, sečení, vypalování, změna managementu travních porostů

Abstract

Most of European semi-natural grasslands have lost their productive importance in recent decades and are maintained due to biodiversity conservation. In the Czech Republic only few studies comparing the impact of different management types on the functional properties of vegetation exist. This work addresses a question: What functional traits distinguish species that increase or decrease under different types of management? Three localities with different grazing history were studied in the White Carpathians, where permanent plots were established in 2004. Effect of grazing, combination of grazing and spring burning once in four years, mowing in mid-July and abandonment was monitored during five years. Species frequency in 1 m² plots divided into nine subplots was recorded annually during May and June. Functional traits were extracted from BiolFlor and LEDA Traitbase databases. Multivariate analyses of frequencies of functional traits showed that abandonment supported high plants, grasses, C-strategy, high leaf dry matter content, late beginning of flowering and vegetative reproduction. Grazing increased frequency of leaf rosettes, legumes, R-strategy, high specific leaf area and generative reproduction. Grazing and burning in combination facilitated species with similar traits as grazing itself, in addition it supported forbs and high forage value. Mowing did not consistently neither increase nor decrease any trait at all localities, the most often supported traits were R- and S-strategy, generative reproduction, leaf rosettes and sedges. After five years of experiment the highest decline in species richness was recorded in the abandoned plots, whereas the highest species increase was detected in grazed plots.

Key words: abandonment, burning, grazing, grassland management change, mowing, plant functional traits, RDA analysis

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracovala samostatně s použitím citovaných literárních pramenů.

V Olomouci 26. dubna 2010

.....

Obsah

Poděkování.....	vii
Seznam tabulek	viii
Seznam obrázků	ix
Seznam zkratk	x
1 Úvod	1
2 Cíle práce.....	5
3 Metodika.....	6
3.1 Lokality.....	6
3.2 Uspořádání trvalých ploch a snímkování v terénu	7
3.3 Statistické analýzy	9
3.3.1 Počty druhů.....	11
3.3.2 Druhová data	11
3.3.3 Charakteristické znaky (plant traits).....	12
4 Výsledky.....	14
4.1 Změna počtu druhů pod vlivem různých typů managementu	14
4.2 Zhodnocení na úrovni druhové.....	15
4.3 Zhodnocení na úrovni charakteristických znaků.....	22
5 Diskuse.....	29
6 Závěr.....	37
7 Souhrn	39
8 Literatura	41
9 Přílohy	49
Příloha A: Seznam druhů zapsaných na trvalých plochách	50
Příloha B: Fotodokumentace.....	54
Příloha C: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů a charakteristických znaků v plochách 1 m ×1 m a 33 cm × 33 cm.....	59

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala všem, kteří mi byli při psaní diplomové práce nápomocni. Především děkuji svému školiteli Mgr. Janu Mládkovi za svědomité vedení práce a poskytování cenných rad a připomínek. Děkuji svým rodičům za trpělivost a všestrannou podporu mého studia a také první oponenturu této práce. Také bych ráda poděkovala svému příteli Vojtovi Jansovi za pomoc při potížích s počítačovou technikou a za trpělivé zapisování dat v terénu. Velký dík patří i Aleně Jírové, Lence Šafářové, Tomášovi Berkovi, Miroslavu Dvorskému, Kateřině Jenešové, Petře Špačkové, Kateřině Čihákové, Zuzaně Münzbergové, Petrovi Pavelčíkovi, Lukášovi Chrástovi, Janě Richterové, Martinovi Dančákovi a Janě Gajdové - odečítatelům a zapisovatelům, kteří se podíleli na sběru dat z trvalých ploch a bez nichž by tato práce nemohla vzniknout.

Realizace práce by rovněž nebyla možná bez finanční podpory terénního experimentu. V letech 2003–2005 probíhalo odečítání a vyhodnocování druhového složení trvalých ploch v rámci projektu „Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO“ (MŽP VaV/620/11/03). V letech 2006–2008 byl pokus podpořen z projektu „Zachování biologické rozmanitosti trvalých travních porostů v pohoří Karpat v ČR“ UNDP-GEF Nadačního fondu pro ekologické zemědělství (FOA). V letech 2008–2009 byl experiment podpořen projektem: „Funkční typy rostlin a jejich diverzita jako indikátory různých způsobů obhospodařování trvalých travních porostů“ (MŽP RPV SP/2D3/179/07).

Seznam tabulek

Tab. 1: Vybrané půdní charakteristiky lokalit získané jako průměrné hodnoty z 20 vzorků odebraných na každé lokalitě	6
Tab. 2: Seznam charakteristických znaků a jejich stavů z databází použitých pro analýzy	12
Tab. 3: Výsledky parciálních RDA analýz v Canoco, Monte-Carlo test s 999 permutacemi. Vstupní data ve formě frekvencí druhů v ploše 1 m × 1 m.	15
Tab. 4: Výsledky parciálních RDA analýz v Canoco, Monte-Carlo test s 999 permutacemi. Vstupní data ve formě frekvencí hodnot charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m.	22

Seznam obrázků

Obr. 1: Blokové uspořádání experimentálních ploch na příkladu lokality Brumov	8
Obr. 2: Rozložení bloků (1-10) na lokalitě Brumov a umístění trvalé monitorovací plochy	9
Obr. 3: Změna počtu druhů na ploše 1 m ² na všech lokalitách pod vlivem různých typů managementu	14
Obr. 4: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada A	16
Obr. 5: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada B	17
Obr. 6: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada A	18
Obr. 7: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada B	19
Obr. 8: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada A	20
Obr. 9: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada B	21
Obr. 10: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada A	23
Obr. 11: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada B ...	24
Obr. 12: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada A	25
Obr. 13: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada B	26
Obr. 14: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada A	27
Obr. 15: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada B	28

Seznam zkratk

% vysv. variabiliy	procento vysvětlené variability
ANOVA	analýza variance
depon.	uloženo
ed.	editor
eds.	editoři
et al.	a další
GPS	Global Position System, Globální triangulační systém
CHKO	chráněná krajinná oblast
kan. osy	kanonické osy
LDMC	leaf dry matter content, obsah sušiny v listech
n. s.	non significant, statisticky neprůkazný výsledek
např.	například
Obr.	obrázek
RDA	Redundancy Detrended Analysis, redundanční analýza
SLA	specific leaf area, specifická listová plocha
Tab.	tabulka

Zkratky pro charakteristické znaky v grafech – viz Tab. 2: Seznam charakteristických znaků a jejich stavů z databází použitých pro analýzy, strana 12

Zkratky pro druhy v grafech – viz Příloha A: Seznam druhů zapsaných na trvalých plochách, strana 50

1 Úvod

Většina trvalých travních porostů ve střední Evropě byla vytvořena činností člověka a jejich struktura, funkce a druhová bohatost silně závisí na způsobech obhospodařování, které brání návratu původních lesních společenstev (Špačková & Lepš 2004). Přírozené travinobylinné formace se v podmínkách České republiky nacházejí jen v omezeném rozsahu nad horní hranicí lesa, na rašeliništích, v močálech, v aluviích a ve fragmentech lesostepních a xerothermních společenstev. Všechny ostatní travní porosty jsou druhotná náhradní společenstva lesů, která by bez udržování člověkem postupnou sukcesí dospěla do lesních vegetačních typů (Rychnovská et al. 1985). V průběhu 20. století došlo vlivem společensko-hospodářských změn k postupnému útlumu tradičního hospodaření na trvalých travních porostech. I přes svou nevhodnost v důsledku velkého sklonu svahu byly v období intenzifikace zemědělské výroby (70. a 80. léta) některé louky obhospodařovány intenzivně s využitím hnojení, meliorací, těžké mechanizace či pozemkových úprav (Pavlů & Hejcman 2003). Mnoho přírozených i polopřírozených travních porostů bylo zničeno nebo pozměněno kultivací, introdukcí nepůvodních druhů rostlin nebo pastvou domácího dobytka. Tlak na zvýšení živočišné produkce vedl k intenzifikaci využívání porostů novým osíváním a aplikací herbicidů a hnojiv (Watkinson & Ormerod 2001, Kahmen et al. 2002). Opačným pólem k intenzivnímu obhospodařování trvalých travních porostů bylo úplné přerušení využívání. Po 2. světové válce byly opuštěny téměř všechny nízkoproduktivní a těžko přístupné travní porosty v příhraničních oblastech, které se nehodily pro hospodaření zakládáných jednotných zemědělských družstev a státních statků (Krahulec et al. 2001, Pavlů & Hejcman 2003). K zanedbání řady travních porostů přispěla i ochrana přírody zákazem kosení a pastvy v některých chráněných územích v domnění, že poškozují vzácné druhy rostlin (Krahulec et al. 1996). Poslední velká vlna opouštění travních porostů nastala po roce 1989, kdy byly opuštěny a po řadu let nekoseny některé vysoce produktivní louky, které byly předtím obhospodařovány intenzivně (Pavlů et al. 2005). Mnohá druhově bohatá luční společenstva degradovala nebo i zcela zanikla. Původní důvod vzniku a udržování luk (tedy zisk píče pro dobytek) v současné době nahradila potřeba udržování druhové skladby a struktury porostu, z důvodu jejich významné krajínotvorné funkce a také

využití pro rekreaci (Lexa & Krahulec 2000). Z ekonomických důvodů (nižší nákladnost oproti sečení) se v mnoha chráněných územích začíná používat jako hlavní způsob obhospodařování pastva skotu a ovcí (Mládek et al. 2006). V podmínkách střední Evropy však existuje málo poznatků o jejím vlivu na společenstva obhospodařovaná tradičně sečením nebo kombinovaně s přepásáním otav, a tudíž přesně nevíme, jak se tato změna obhospodařování projeví na skladbě vegetace, respektive jak zajistit, aby pastva neměla negativní vliv na biodiverzitu chráněných území (Hejcman et al. 2002).

Předpověď reakce vegetace na změny prostředí a hospodářského využití území se stala jedním z hlavních zájmů současných teoretických i aplikovaných ekologických výzkumů. Druhy přítomné v trvalých travních porostech jsou často místně specifické, a tudíž je těžké odhadnout obecné trendy efektu změny managementu (Louault et al. 2005). Na regionální úrovni jsou užitečným nástrojem predikce druhových odpovědí na pastvu charakteristické znaky rostlin – *plant functional traits* (de Bello et al. 2005). Charakteristický znak rostliny má funkční (tj. strategickou nebo adaptivní) důležitost, takže činí rostlinu funkčně adaptovanou k určitým charakteristikám (omezením) prostředí (Semenova & van der Maarel 2000). To znamená, že charakteristicky reaguje na změnu podmínek prostředí. Znak může měnit velikost, množství nebo se může vyskytovat v různých vyjádřeních či stavech – *trait states* (McIntyre et al. 1999, Pillar 1999). Výzkum založený na analýze charakteristických znaků je využíván pro zkoumání odpovědí na změny globálního klimatu (Box 1996), využívání zdrojů životního prostředí (Wilson & Watkins 1994) a také zlepšení odhadu citlivosti ekosystému vůči změnám prostředí a k identifikaci druhů náchylných ke změně využití území (McIntyre et al. 1999a) pro účely ochrany přírody. Hledáním klasifikací založených na charakteristických znacích se ekologové a přírodní filosofové zabývají již od dob Theophrasta, který již 300 let př. n. l. rozdělil rostliny na stromy, keře a byliny (Weiher et al. 1999). Raunkierův systém životních forem využívající umístění obnovovacích pupenů, je používán jako jeden z charakteristických znaků a citují jej autoři mnoha současných prací (např. Dupré & Diekman 2001, Kahmen et al. 2002).

Moderní studie ukázaly, že shodné charakteristické znaky rostlin byly v různých flórách spojeny se specifickou odpovědí na pastvu (McIntyre et al. 1999; Pillar 1999; Díaz et al. 2001; Louault et al. 2005). Dle Díaz et al. (2001) je možné generalizovat vztahy mezi charakteristickými znaky rostlin a odpověďmi na pastvu napříč kontinenty

ve společenstvech se srovnatelným vegetačním typem a pastevním systémem, které mají podobnou produktivitu, historii pastvy a současný pastevní management. Konkrétní stavy charakteristických znaků mohou být na rostlinách přímo měřeny nebo získány z databází těchto znaků. První možnost prezentovali například Kahmen & Poschlod (2004) v pokusu sledujícím vývoj sukcese na trvalých plochách - původně využívané jako louky nebo pastviny, které byly 25 let ponechány ladem nebo Louault et al. (2005), kteří se v průběhu 12letého pokusu zabývali reakcí vegetace na různé intenzity pastevního využití porostu (vysoká, střední, nízká). Druhou možnost, podle znaků z databází souvisejících s pastvou, využili Dupré & Diekman (2001), kteří srovnávají lokality opuštěné a pasené s různou intenzitou pastvy. Kahmen et al. (2002) použili pro zhodnocení reakcí porostu na různé typy managementu (kontinuální pastva ovcí, sečení, mulčování, vypalování a ponechání ladem) v dlouhodobém pokusu (25 let) znaky s předpokládanou senzitivitou k těmto typům obhospodařování. Charakteristické znaky z databází použil i Pykälä (2004) pro porovnání efektu pastvy skotu na třech polopřirozených pastvinách využívaných k tomuto účelu různě dlouhou dobu. Ve všech případech použití znaků z databází hraje roli také dostupnost konkrétních znaků pro většinu nalezených druhů.

Na třech lokalitách na území CHKO Bílé Karpaty byly v roce 2004 založeny trvalé plochy z důvodu porovnání reakcí vegetace na různé způsoby obhospodařování, kterými jsou pastva, pastva spojená s jarním vypalováním stařiny, sečení a ponechání ladem. Autoři porovnávající výše zmíněné typy managementu trvalých travních porostů zpravidla uvádí pokles druhové bohatosti porostů ponechaných ladem (např. Güsewell et al. 1998, Klimeš et al. 2000, Pykälä 2004). S poklesem druhové bohatosti je spojeno i vypalování z důvodu zvyšování produktivity uvolněním živin z biomasy (Willems 1985; Kahmen et al. 2002). Pastva naopak dle McIntyre et al. (1995) zvyšuje druhovou bohatost, protože umožňuje koexistenci druhů s různými znaky, snižuje konkurenční sílu dominant okusem a sešlapem, čímž zvýhodňuje méně kompetitivní druhy rostlin (Noy-Meir 1995). Vliv sečení na druhovou skladbu je variabilní a odpověď závisí kromě frekvence a doby sečení na produktivitě a počáteční druhové bohatosti společenstva (Ryser et al. 1995). Pro porozumění reakcím vegetace na pastvu je důležité dlouhodobé sledování experimentálních porostů (Bullock et al. 2001). Změny mohou probíhat velice pomalu, protože management ovlivňuje dynamiku vegetace dlouhodobě. Dle Kahmen et al. (2002) se mohou některé významné změny druhového složení pod

vlivem odlišných zásahů projevít i po 20 letech, Köhler et al. (2005) zaznamenali pokračování změn i po 22 letech sledování. Tato práce přináší výsledky zhodnocení pokusu po pěti letech provádění managementových zásahů. Pro zhodnocení na úrovni charakteristických znaků byla použita data získaná z internetových databází BioFlor (Klotz et al. 2002) a LEDA Traitbase (Kleyer et al. 2008). Znaky nebyly přímo měřeny na rostlinách zkoumaných trvalých ploch.

2 Cíle práce

Současný management velké části polopřirozených trvalých travních porostů je ovlivňován dotační politikou státu prostřednictvím agro-environmentálních programů. Aby podmínky těchto programů skutečně zajistily udržení struktury a druhové bohatosti travních porostů, je třeba znát reakce vegetace na jednotlivé typy managementu. Tedy znát odpověď na otázku, jak se bude lišit vývoj druhového složení porostů pod vlivem různých typů obhospodařování.

Pro porovnatelnost výsledků s experimentálními managementovými pokusy v širším geografickém měřítku je v diplomové práci především řešena otázka: Kterými charakteristickými znaky se vyznačují druhy, jimž prospívají či naopak neprospívají různé typy managementu (pastva, pastva spojená s jarním vypalováním stařiny jednou za čtyři roky, každoroční sečení v polovině července, ponechání ladem)? Na základě zhodnocení terénního experimentu jsou vybrány znaky, které nejlépe předpovídají reakci druhů na jednotlivé typy managementu v podmínkách lokalit v Bílých Karpatech.

Aby mohl být vyhodnocen vliv jednotlivých typů managementu na druhovou bohatost, je dále řešena otázka: Dojde v průběhu sledování experimentu k výrazné změně počtu druhů (zvýšení, snížení) pod vlivem některého z managementů?

3 Metodika

3.1 Lokality

Experimentální plochy byly založeny v roce 2004 na třech lokalitách (Brumov, Lopeník, Suchov) v CHKO Bílé Karpaty. Z důvodu rozdílného způsobu probíhající pastvy, různé pastevní historie a odlišných klimatických i půdních (Tab. 1) podmínek jsou jednotlivé lokality analyzovány samostatně.

Brumov

Lokalita se nachází 1 km SSV od obce Brumov (k. ú. Brumov – Bylnice) ve výšce 370 m n. m. Průměrná roční teplota je 7,9°C a průměrný roční úhrn srážek činí 760 mm. Jedná se o širokolistý suchý trávník náležící k vegetaci svazu *Bromion erecti*. Travní porost byl v roce 2003 vyčištěn od náletu dřevin a ve stejném roce byla zahájena rotační pastva ovcí plemene Romney-Marsh s 2 – 3 pastevními cykly ročně. Předtím ležela lokalita 13 let ladem. GPS lokalizace 49°05'58"N / 18°01'59"E.

Tab. 1: Vybrané půdní charakteristiky lokalit získané jako průměrné hodnoty z 20 vzorků odebraných na každé lokalitě (Hejduk S. & Mládek 2008)

Půdní charakteristika	Jednotky	Lokalita		
		Brumov	Lopeník	Suchov
pH		5.40	4.99	4.60
P	mg.kg ⁻¹	7.3	8.2	10.3
K	mg.kg ⁻¹	348.7	227.2	95.4
Ca	mg.kg ⁻¹	3573.4	1906.0	1107.6
Mg	mg.kg ⁻¹	220.4	201.1	68.0
C _{ox}	%	4.12	3.94	2.99
N _t	%	0.42	0.40	0.27
C/N _t		9.72	9.90	11.18
T	mmol/100g	31.2	19.8	13.6
V	%	64.1	31.1	32.7

pH – půdní reakce; P, K, Ca, Mg – obsah přijatelných živin fosforu, draslíku, vápníku, hořčíku; C_{ox} – obsah uhlíku; N_t – obsah dusíku; T – sorpční kapacita půdy; V – nasycenost sorpčního komplexu bázemi

Lopeník

Lokalita se nachází přímo na SV svahu Lopenického sedla (k. ú. Lopeník) ve výšce 720 m n. m. Průměrná roční teplota 6,0°C, průměrný roční úhrn srážek činí 850 mm. Vegetace náleží do svazu *Cynosurion cristati* (poháňková pastvina). Jedná se o dlouhodobou pastvinu (cca 20 let) masného skotu (kříženci plemene Český červenostrakatý skot a Hereford) a probíhá zde rotační pastva s 2 – 3 pastevními cykly ročně. GPS lokalizace 48°56'20"N / 17°48'00"E.

Suchov

Lokalita se nachází na terénním hřebenu východně nad osadou Trnovský Mlýn (k. ú. Suchov) ve výšce 450 m n. m. Průměrná roční teplota je 8,0°C, průměrný roční úhrn srážek činí 669 mm. Vegetace náleží do svazu *Violion caninae* (podhorský smilkový trávník). Jedná se o dlouhodobou ovčí pastvinu (cca 50 let) s kontinuální pastvou ovcí plemene Východofrieská. GPS lokalizace 48°53'47"N / 17°34'44"E.

3.2 Uspořádání trvalých ploch a snímkování v terénu

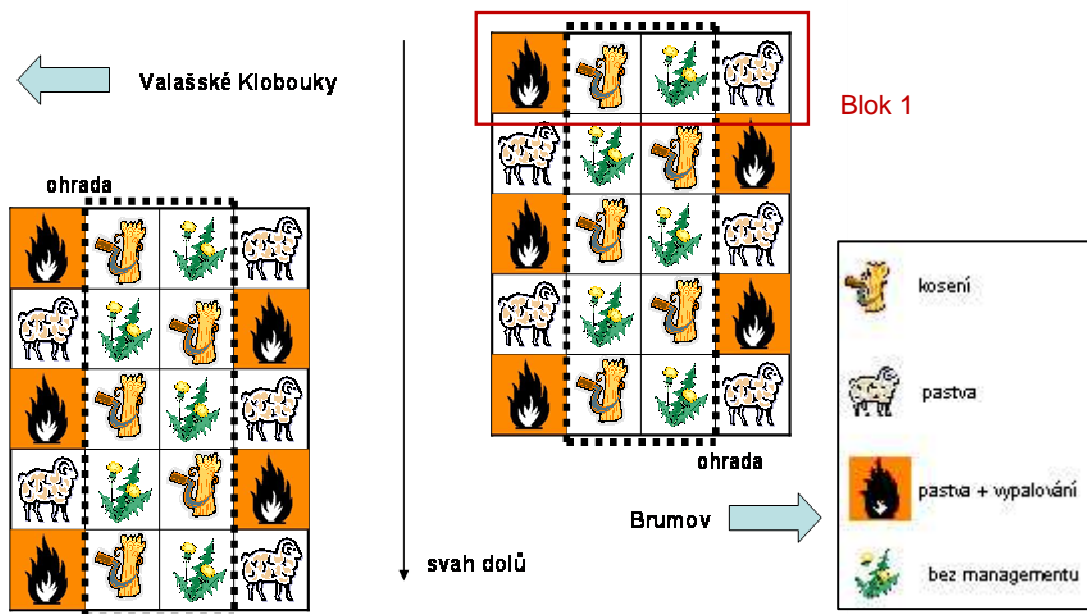
Pro vyhodnocení vlivu různých typů managementu na druhové složení vegetace na lokalitách byla zvolena metoda opakovaného sledování trvalých ploch. Tento přístup byl badateli již několikrát úspěšně využit pro podchycení změn travinobylinné vegetace v závislosti na různém typu obhospodařování (např. Ryser et al. 1995; Pavlů et al. 2003; Kahmen & Poschlod 2004). Použití trvalých ploch pro dlouhodobá sledování vegetační dynamiky doporučují také Bakker et al. (1996). Byly vybrány 4 varianty managementu: pastva, pastva spojená s vypalováním (časně zjara jednou za 4 roky), sečení (jedenkrát ročně, v první polovině července) a ponechání ladem. Pastva spojená s vypalováním porostu byla zvolena jako tradiční forma obhospodařování travních porostů používaná na Kopanicích a Valašsku.

Na každé lokalitě bylo založeno 40 experimentálních ploch o velikosti 5 m × 5 m v blokovém uspořádání. Tyto bloky byly v terénu umístěny tak, aby hlavní gradient prostředí (sklon svahu) procházel mezi bloky nikoli napříč jednotlivými typy managementu (Mládek et al. 2004). Z technických důvodů bylo vždy 5 bloků sdruženo

tak, aby kolem nepasených ploch mohla být vybudována ohrada zabraňující přístupu dobytka. Tedy vždy dvě ohrady na lokalitě (Obr. 1).

Do středu ploch byla umístěna trvalá snímkovaná plocha o velikosti 1 m × 1 m, která byla pro přesné dohledání v dalších letech fixována v každém rohu železnou trubičkou zapuštěnou na úroveň povrchu půdy (Obr. 2). Při snímkování se plocha dohledává detektorem kovů. Pro zpřesnění výzkumu byla při snímkování každá trvalá plocha rozdělena pomocí železného rámu do devíti podploch (33 cm × 33 cm), na jejichž úrovni byl prováděn botanický monitoring změn prevalence a dominance cévnatých druhů rostlin. V každé podploše bylo při jednotlivých odečtech sepsáno kompletní druhové složení cévnatých rostlin a odhadnuta pokryvnost přítomných taxonů na procentuální škále. Odečet se na všech lokalitách prováděl jednou ročně v rozmezí od poloviny května do konce června – ve všech letech na každé lokalitě přibližně ve stejném fenologickém stádiu.

Vzhledem k faktu, že každoroční odečet trvalých ploch byl prováděn širší skupinou botaniků a obtížnost determinace řady sterilních druhů rostlin (zejména trav) vedla k jejich občasné záměně, bylo nutno sloučit některé druhy do jedné kategorie. Jedná se konkrétně o: úzkolisté trávy rodu kostřava (*Festuca rubra*, *F. rupicola*, *F.*

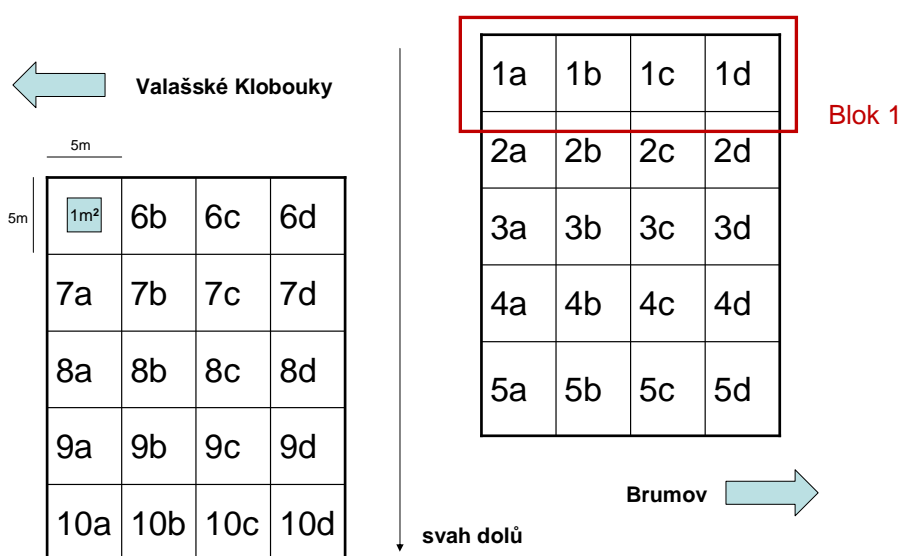


Obr. 1: Blokové uspořádání experimentálních ploch na příkladu lokality Brumov

filiformis), lipnice (*Poa angustifolia*, *P. pratensis*), ostřice (*Carex flacca*, *C. panicea*, *C. tomentosa*), kontryhele (*Alchemilla* sp.), hlohy (*Crataegus* sp.), chrastavce (*Knautia arvensis*, *K. kitaibelii*), jahodníky (*Fragaria vesca*, *F. viridis*), máchelky (*Leontodon autumnalis*, *L. hispidus*), prvosenky (*Primula elatior*, *P. veris*), pryskyřníky (*Ranunculus acris*, *R. polyanthemos*), vikve (*Vicia cracca*, *V. tetrasperma*), vítody (*Polygala comosa*, *P. multicaulis*, *P. vulgaris*). Na lokalitě Suchov byly dále sloučeny pampelišky (*Taraxacum* sect. *Ruderalia* a *T.* sect. *Erythrosperma*), a z důvodu záměny v jednotlivých letech i trojice miřkovitých (*Carum carvi*, *Daucus carota* a *Seseli annuum*). V práci byla použita nomenklatura dle Kubát et al. (2002).

3.3 Statistické analýzy

V programu MS Excel byla v jednotlivých letech vytvářena pro každou skupinu ploch soustředěných kolem a uvnitř jedné ohrady (dále „ohradu“) samostatná databáze změn vegetace, do které byly zapisovány záznamy o pokryvnosti rostlin v jednotlivých podplohách monitorovacích ploch. Z důvodu odlišného druhového složení vegetace v jednotlivých ohradách byly na každé lokalitě hodnoceny zvlášť změny vegetace u 1. – 5. a 6. – 10. bloku ploch (tedy celkem 6 souborů dat: ohrady Brumov A, Brumov B,



Obr. 2: Rozložení bloků (1-10) na lokalitě Brumov a umístění trvalé monitorovací plochy

Lopeník A, Lopeník B, Suchov A, Suchov B).

Za šest let sledování ploch bylo u každé ohrady na úrovni podploch odebráno 1080 záznamů (6 let \times 20 ploch \times 9 podploch) a z nich potom vytvořeno 120 záznamů pro úroveň celých čtverců (6 let \times 20 ploch). Pro většinu analýz (s výjimkou analýzy počtu druhů) nebyly použity všechny zjištěné druhy. Aby nedocházelo ke zkreslení výsledků způsobenému přítomností málo častých nebo jen ojediněle nalezených druhů, byly z analýz vyloučeny druhy vyskytující se na lokalitě pouze na několika málo plochách. Pro analýzy na úrovni celých ploch (1 m \times 1 m) byly použity druhy nalezené alespoň v 6 plochách (5% ze 120) a pro analýzy na úrovni podploch (33 cm \times 33 cm) druhy vyskytující se alespoň v 10 plochách (1% z 1080). Dále byly vyloučeny všechny dřeviny, protože při analýzách charakteristických znaků by způsobovaly nežádoucí zkreslení u znaku *výška rostliny* a také z důvodu chybějících dat v databázích.

Příslušný typ managementu (vypalování – *burning*: B, pastva – *grazing*: G, sečení – *mowing*: M, bez obhospodařování – *unmanaged*: U) prováděný na dané ploše byl okódován pomocí tzv. dummy proměnných (4 sloupce: B, G, M, U; binárně 0 – 1), obdobně také individuální označení každé podplochy u každé ohrady na lokalitě (Subplot ID: dummy proměnné o 180 sloupcích kódovaných binárně 0 – 1) a také rok záznamu (Year ID: dummy proměnné o 6 sloupcích kódovaných binárně 0 – 1). Rok záznamu byl kódován zároveň kvantitativně v jednom sloupci (2004 – 0, 2005 – 1, 2006 – 2, 2007 – 3, 2008 – 4, 2009 – 5), aby bylo možné testovat interakci managementu s časem (Mládek et al. 2005). Při analýzách bylo nejdříve třeba odstranit vliv nezajímavých proměnných, kovariát (počáteční rozdíly individuálních podploch Subplot ID, rok zápisu Year ID).

Změny variability ve floristických datech, které jsou vysvětlitelné interakcí času s testovanými proměnnými prostředí – tj. způsoby obhospodařování byly hledány pomocí přímé ordinační techniky RDA (*redundancy analysis*) v programu Canoco for windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002). Statistické analýzy dat byly prováděny celkem na 3 úrovních: pro pokryvnosti druhů na úrovni podploch, pro pokryvnosti druhů na úrovni celých ploch a pro frekvence jednotlivých druhů v ploše. Pro všechny úrovně byla provedena nejen analýza druhových dat, ale zároveň i charakteristických znaků. Pro potřeby diplomové práce jsem nakonec vybrala analýzy frekvencí výskytu druhu na ploše 1 m². Důvodem byla především již zmíněná skutečnost, že pokryvnost

druhů na experimentálních plochách byla v jednotlivých letech odhadována různými botaniky. I přes snahy o sladění odhadů jednotlivých odečitatelů mohou být data o pokryvnostech zkreslena subjektivní chybou. Při použití metody frekvencí druhů v ploše se subjektivní chyba minimalizuje. Občasné chyby v determinaci některých druhů trav byly řešeny jejich sloučením. Carlsson et al. (2005) metodu frekvencí upřednostňují pro dlouhodobý monitoring před vizuálním odhadem pokryvnosti, protože méně odráží vliv odečitatele a také období roku, kdy jsou plochy sledovány. Metodu ze stejného důvodu použili pro dlouhodobý pastevní experiment i Wahlman & Milberg (2002). Pavlů et al. (2009) nedoporučují vizuální odhad pokryvností pro porovnávání odlišných managementů pro dlouhodobá sledování.

Pro všechny ohrady dohromady byla analyzována změna počtu druhů v jednotlivých letech pod vlivem různých typů managementu.

3.3.1 Počty druhů

Pro zjištění, zda se různými způsoby obhospodařování významně změní počet druhů, byla analyzována data o počtech druhů v plochách v jednotlivých letech. V programu Statistica (StatSoft Inc. 2009) byla použita metoda Repeated measures ANOVA následovaná Tukey post hoc testem mnohonásobných porovnání na hladině $P=0.05$. Analýza byla provedena dohromady pro všechny sledované plochy.

3.3.2 Druhová data

Pro analýzy *pokryvností druhů na úrovni podploch* bylo vzhledem k uspořádání experimentu s dvojitým split-plot designem vytvořeno pro každou ohradu permutační schéma v programu GenPerm (Herben & Münzbergová <http://botany.natur.cuni.cz/cz/studium/texty.php>), které je načítáno do analýz v programu Canoco for Windows 4.5 (ter Braak & Šmilauer 2002). Schéma bylo vytvořeno tak, že v rámci bloku se 4 úrovněmi managementu byly volně permutovány celé plochy (1m^2), podplochy (v rámci 1 čtverce) nebyly permutovány a čas byl permutován cyklickým posunem. Další možností bylo záznamy o pokryvnosti druhů z podploch sloučit pro celou plochu jednoho čtverce. Takto byly získány dvě odlišné proměnné: *pokryvnost druhu na ploše 1 m²* (průměrná pokryvnost druhu ze všech 9

podploch), a *frekvence výskytu druhu na ploše 1 m²* (součet podploch, kde se druh v daném roce vyskytoval). Typ managementu a čas je kódován stejným způsobem jako u analýz na úrovni podploch, kódování ploch každé ohrady je analogické kódování podploch (Plot ID: dummy proměnné o 20 sloupcích kódovaných binárně 0 – 1). Výsledné grafy zobrazují vždy první a druhou kanonickou osu analýzy frekvencí druhů v ploše. Pro přehlednost nejsou zobrazeny všechny druhy, ale *fit range* zobrazených druhů je 2–100%.

3.3.3 Charakteristické znaky (plant traits)

Pro analýzy dat na úrovni charakteristických znaků byla použita data z internetových databází BiolFlor (Klotz et al. 2002) a LEDA Traibase (Kleyer et al. 2008). Znaky nebyly měřeny přímo v terénu. Databáze BiolFlor zahrnuje téměř 3660 druhů vyšších rostlin flóry Německa a více než 60 biologických a ekologických znaků (Klotz et al. 2002). Tato data byla získána z mnoha projektů vedených Katedrou

Tab. 2: Seznam charakteristických znaků a jejich stavů z databází použitých pro analýzy

Znak (trait)	Stav znaku		Zdroj
	(v grafu)	Stav znaku - popis	
Rosettes	rosette	listy v růžici	BiolFlor
Leaf persistence	leaf per	přezimující listy	BiolFlor
Beginning of flowering	flower	začátek kvetení	BiolFlor
Type of reproduction	seed	reprodukce semeny	BiolFlor
	vegetat	reprodukce vegetativní	
Strategy type	R	R-strategie	BiolFlor
	C	C-strategie	
	S	S-strategie	
Foraging value	forage	krmná hodnota	BiolFlor
Guild	grass	trávy	BiolFlor
	sedge	ostřice, biky	
	legume	bobovité	
	forb	dvouděložné (bez bobovitých)	
Canopy height (m)	canopy	výška rostliny	LEDA
Leaf dry matter content (mg.g ⁻¹)	LDMC	obsah sušiny v listech	LEDA
Specific leaf area (mm ² .mg ⁻¹)	SLA	specifická listová plocha	LEDA

ekologie společenstev německého Centra pro výzkum životního prostředí (Department of Community Ecology (UFZ - Centre for Environmental Research)). Data pochází z již existujících databází, komplexního soupisu literatury i vlastních měření a pozorování. Flóra Německa pokrývá většinu druhů střední Evropy a BiolFlor je nejkompaktnější databází střeoevropských rostlinných znaků (Kühn et al. 2004). Databáze LEDA Traitbase obsahuje přibližně 3000 druhů severozápadní části Evropy od Norska po Loiru ve Francii a od východu Německa po západní pobřeží Irska. Překrytí rostlinných druhů Islandu, Pobaltí, Polska, České republiky, Slovenska a Maďarska s tímto územím je od 50 do 80%, což umožňuje využití databáze i v těchto zemích (Kleyer et al. 2008). Obě databáze jsou postupně doplňovány o další znaky a druhy.

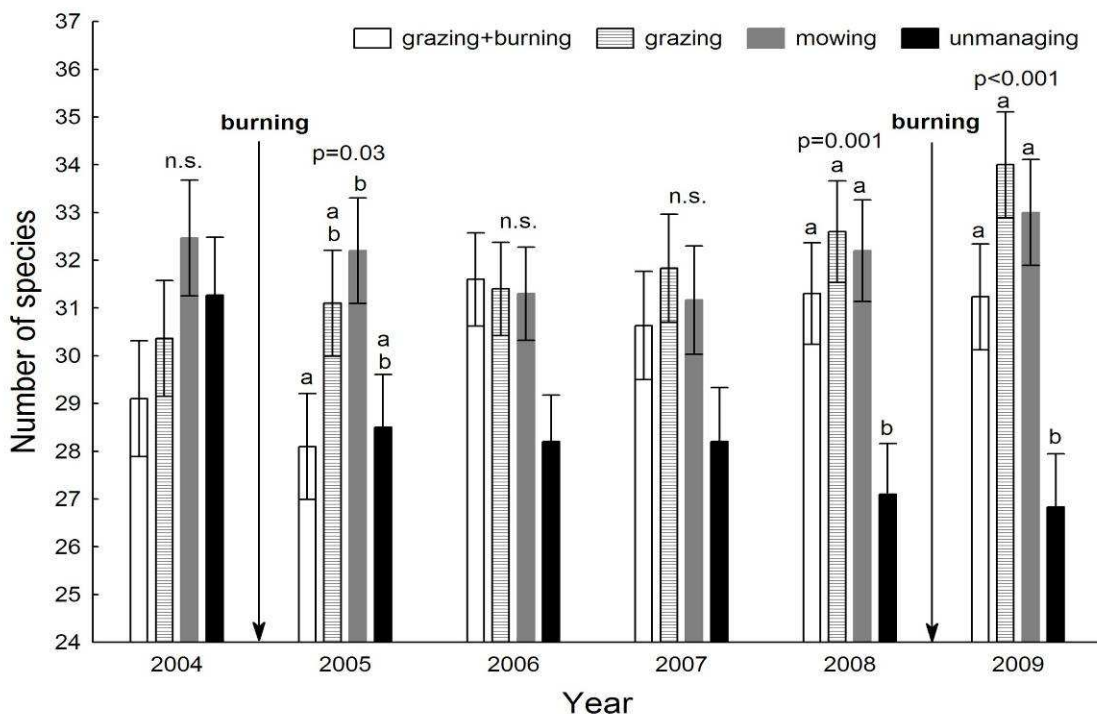
Pro analýzy bylo vybráno celkem 10 znaků (Tab. 2). Jedná se o znaky, u nichž je předpokládána funkční významnost pro pastvu jako faktor ovlivňující složení vegetace. Tyto znaky byly již v minulosti úspěšně využity pro sledování změn vegetace pod vlivem pastvy, sečení či ponechání ladem (Bullock et al. 2001; Díaz et al 2001; Dupré & Diekman 2001; Kahmen & Poschlod 2004; Pykälä 2004). Znaky *výška rostliny*, *specifická listová plocha* a *obsah sušiny v listech* byly kódovány jako kvantitativní proměnné v uvedených jednotkách (Tab. 2). Jako kategoriální proměnná byla kódována *krmná hodnota* (kategorie od jedné do devíti od nejhorší po nejlepší) a *počátek kvetení* (kategorie označeny číslem měsíce). Ostatní znaky byly jako nominální kódovány pomocí dummy proměnných. Pro *C-S-R strategie* a *způsob reprodukce* bylo použito fuzzy kódování v případě kombinovaných strategií (např. CR, SR) respektive způsobů reprodukce. V průběhu analýzy byla data standardizována z důvodu odlišných jednotek znaků.

V matici pro každou ohradu a typ analýzy byla druhová data přepočítána a nahrazena údaji pro charakteristické znaky tak, aby původní hodnota pokryvnosti nebo frekvence druhu zůstala zohledněna. Hodnota pokryvnosti (resp. frekvence) druhu v určité ploše byla vynásobena hodnotou určitého znaku pro tento druh. Sečtením takto získaných hodnot pro všechny druhy určité plochy a vydělením sumou pokryvností (resp. frekvencí) všech druhů v této ploše byla získána průměrná hodnota znaku pro každou plochu. Na maticích takto získaných hodnot byly poté v programu Canoco provedeny RDA analýzy obdobným způsobem jako u druhových dat.

4 Výsledky

4.1 Změna počtu druhů pod vlivem různých typů managementu

Při společném zhodnocení údajů o počtu druhů ze všech lokalit v průběhu celého pokusu (Obr. 3) se projevil významný rozdíl v počtu druhů způsobený odlišným managementem ve třech letech z celkových šesti sledovaných. Poprvé můžeme pozorovat tuto změnu v roce 2005, tj. těsně po vypálení, kdy se odlišovaly právě vypálené plochy od ploch kosených. Další významné rozdíly byly pozorovány až v letech 2008 a 2009. V obou případech se odlišovaly plochy neobhospodařované od všech ostatních zásahů. Na plochách neobhospodařovaných docházelo k postupnému snižování počtu druhů v průběhu celého experimentu. Statisticky významně nižší počet druhů oproti ostatním zásahům byl pozorován poprvé po čtyřech letech provádění



Obr. 3: Změna počtu druhů na ploše 1 m² na všech lokalitách pod vlivem různých typů managementu. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru. Odlišná písmena^{a,b} indikují statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými managementy, $p < 0,05$; ^{n.s.} rozdíl neprůkazný.

zásahů, i když vizuálně byl rozdíl od ploch obhospodařovaných patrný již o dva roky dříve. Naopak u ploch pasených byl zaznamenán postupný nárůst počtu druhů v průběhu celého experimentu. Na plochách kosených počet druhů po mírném poklesu v prvních dvou letech začal postupně znovu stoupat.

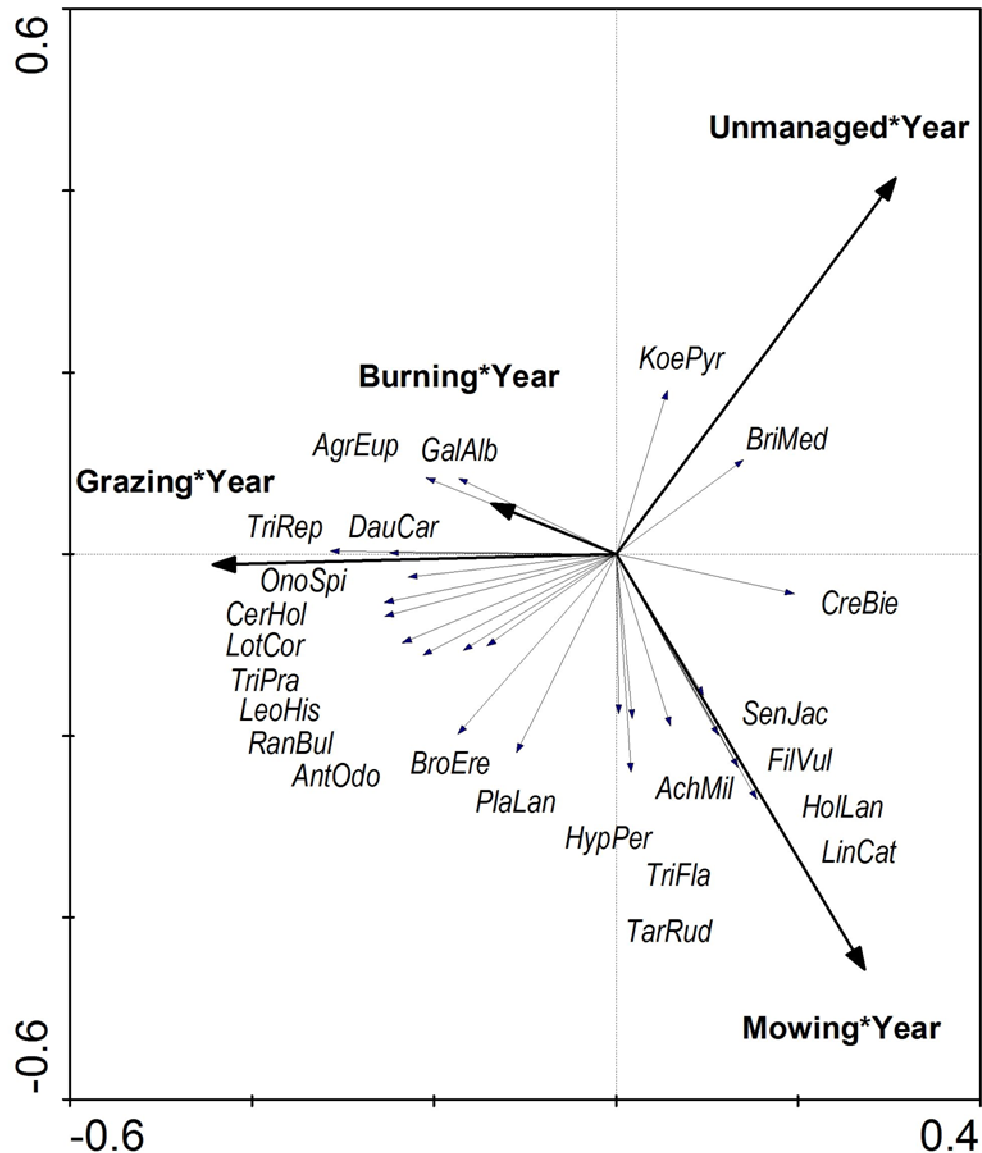
4.2 Zhodnocení na úrovni druhové

Po pěti letech odlišného managementu experimentálních ploch byly zjištěny statisticky průkazné rozdíly mezi jednotlivými zásahy na všech ohradách (Tab. 3). Očekávaným výsledkem je podobnost druhového složení ploch pasených a pasených zároveň s vypalováním. Na všech lokalitách byl společným znakem výrazný úbytek druhů na plochách neobhospodařovaných ve srovnání s ostatními typy managementu. Nedá se říci, že by některé druhy na neobhospodařovaných plochách shodně přibývaly u více ohrad. Přibývání druhů na neobhospodařovaných plochách bylo způsobeno spíše rozrůstáním a zvyšováním pokryvnosti dominantních matricových druhů než šířením druhů nových.

U ohrady Brumov A (Obr. 4) byly ponecháním porostu ladem podporovány především trávy *Koeleria pyramidata*, *Briza media* a vysoká bylina s olistěným stonkem a částí listů v přízemní růžici *Crepis biennis*. *Crepis biennis* byla zároveň pozitivně ovlivněna kosením porostu. Na kosených plochách dále přibývaly také trávy *Holcus lanatus*,

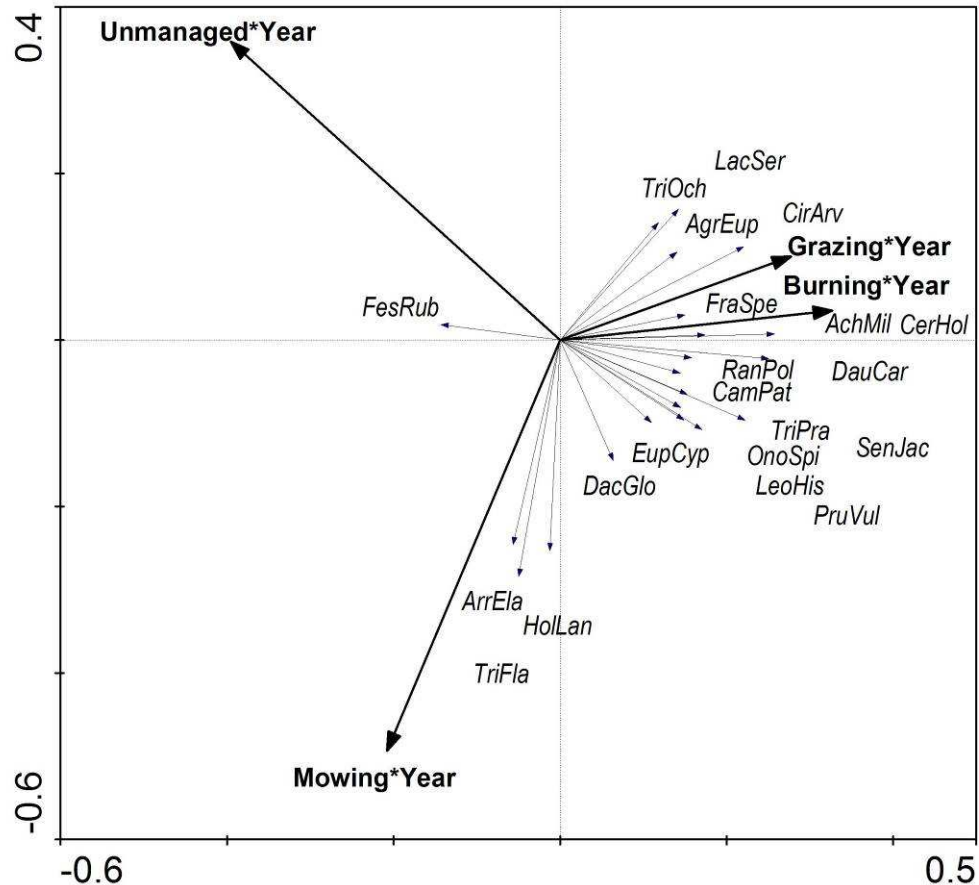
Tab. 3: Výsledky parciálních RDA analýz v Canoco, Monte-Carlo test s 999 permutacemi. Vstupní data ve formě frekvencí druhů v ploše 1 m × 1 m.

Ohrada	První kanonická osa			Všechny kanonické osy		
	% vysv. variability	F-ratio	P-value	% vysv. variability	F-ratio	P-value
Brumov A	4.1	3.894	0.0020	9.5	3.227	0.0010
Brumov B	4.4	4.220	0.0010	9.2	3.100	0.0010
Lopeník A	6.3	6.145	0.0010	9.4	3.175	0.0010
Lopeník B	5.7	5.598	0.0010	9.7	3.295	0.0010
Suchov A	3.8	3.665	0.0010	7.2	2.389	0.0010
Suchov B	6.1	6.015	0.0010	9.5	3.215	0.0010



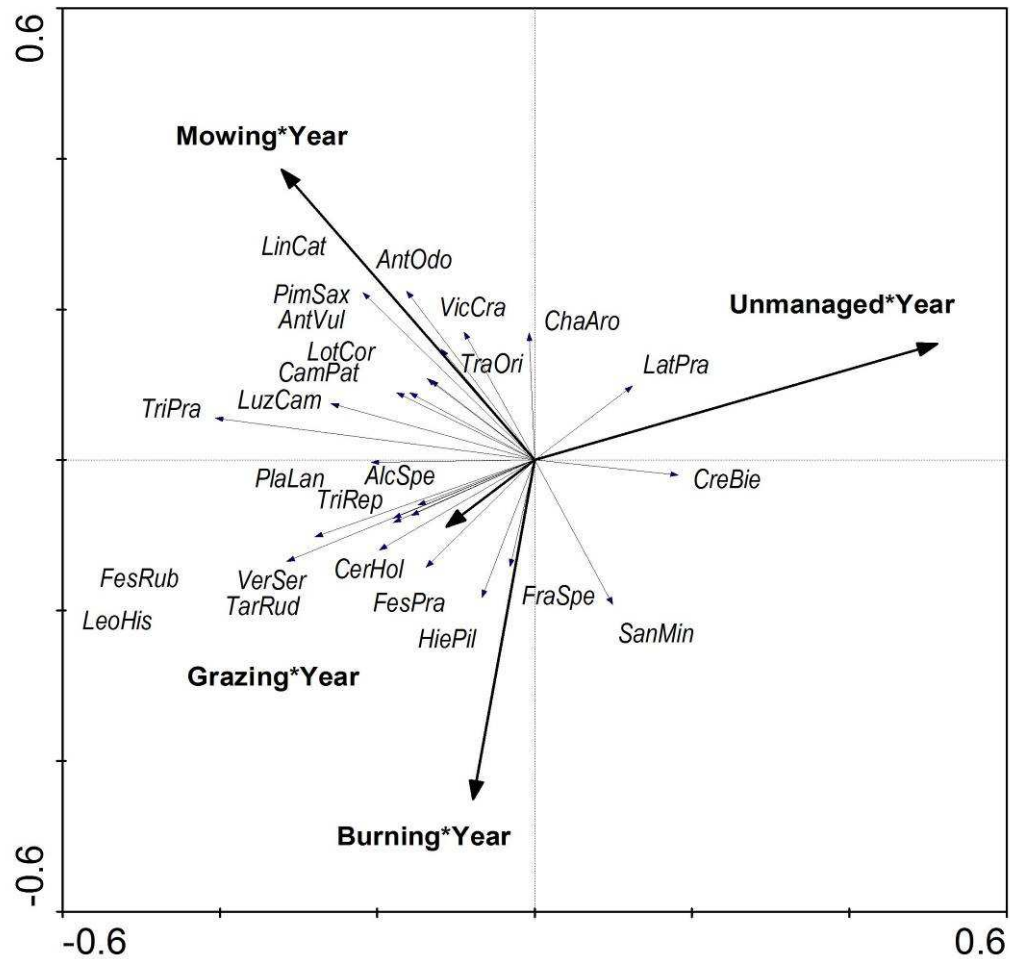
Obr. 4: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše $1\text{m} \times 1\text{m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada A

Trisetum flavescens, vysoké druhy s alespoň částečně olistěným stonkem *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum*, *Filipendula vulgaris*, druhy s přízemní růžicí *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Senecio jacobaea* a *Plantago lanceolata* a drobný ruderální druh *Linum catharticum*. Podobné druhové složení podporovala pastva a pastva spojená s vypalováním porostu. Pod vlivem těchto dvou typů managementu přibývaly druhy s listy alespoň částečně soustředěnými v přízemní růžicí *Leontodon hispidus* a *Agrimonia eupatoria*, leguminózy *Trifolium pratense*, *T. repens*, *Lotus corniculatus* a trnitá *Ononis spinosa*, trávy *Bromus erectus* a *Anthoxanthum odoratum* a drobné druhy *Cerastium holosteoides*, *Daucus carota*, a *Galium album*. U ohrady B na lokalitě



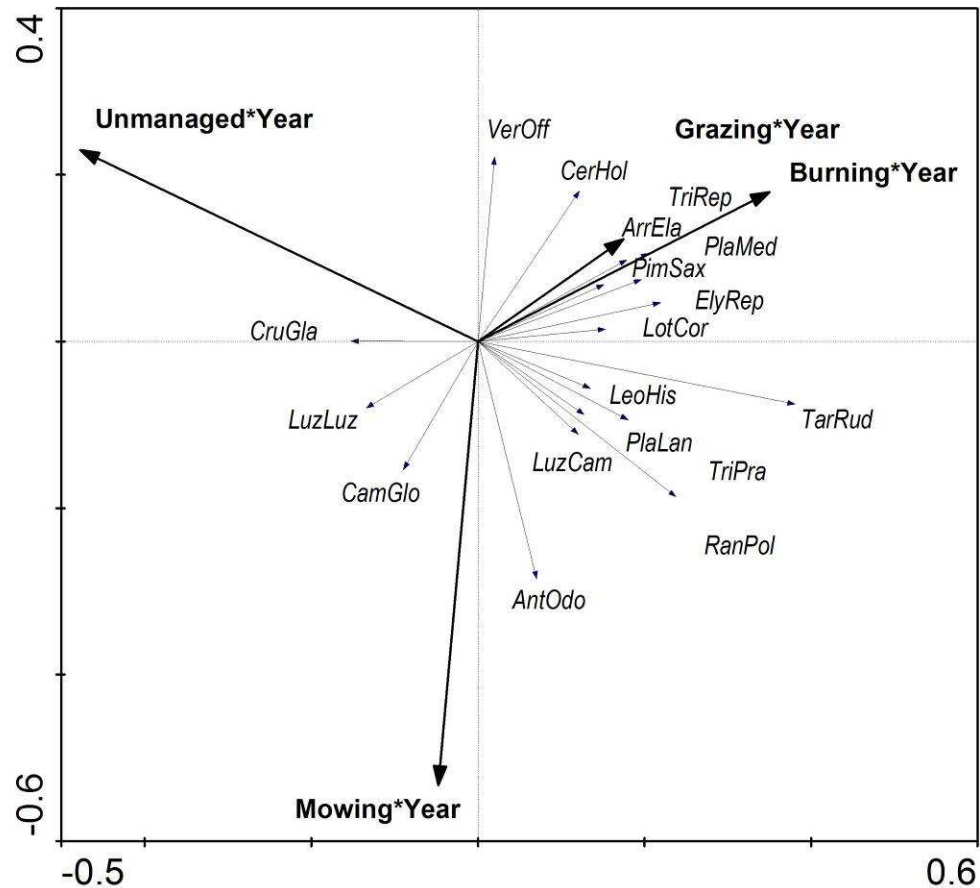
Obr. 5: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada B

Brumov (Obr. 5) opět nejvíce druhů přibývalo pod vlivem pastvy (s vypalováním i bez něj). Těmito způsoby managementu byly příznivě ovlivněny leguminózy *Trifolium pratense*, *T. ochroleucon*, druhy s listy v přízemní růžici *Campanula patula*, *Agrimonia eupatoria*, *Senecio jacobaea*, *Leontodon hispidus*, nechutné a trnité *Ononis spinosa*, *Euphorbia cyparissias* a *Cirsium arvense* a druhy drobné jako *Cerastium holosteoides*, *Daucus carota* nebo *Prunela vulgaris*. Přibývaly i vysoké druhy s velkou krmnou hodnotou *Achillea millefolium* nebo *Dactylis glomerata*. Pod vlivem kosení porostu přibývaly trávy *Trisetum flavescens*, *Holcus lanatus* a *Arrhenatherum elatius*. Ponechání ladem výrazněji prospívalo pouze druhu *Festuca rubra*, zároveň podporovanému i kosením. I u ploch ohrady Lopeník A (Obr. 6) se od všech ostatních typů managementu nejvíce odlišovaly plochy ponechané ladem. Přibývaly na nich generativně se rozmnožující vysoká bylina *Crepis biennis* s listy v přízemní růžici, leguminóza *Lathyrus pratensis*, méně potom také druhy



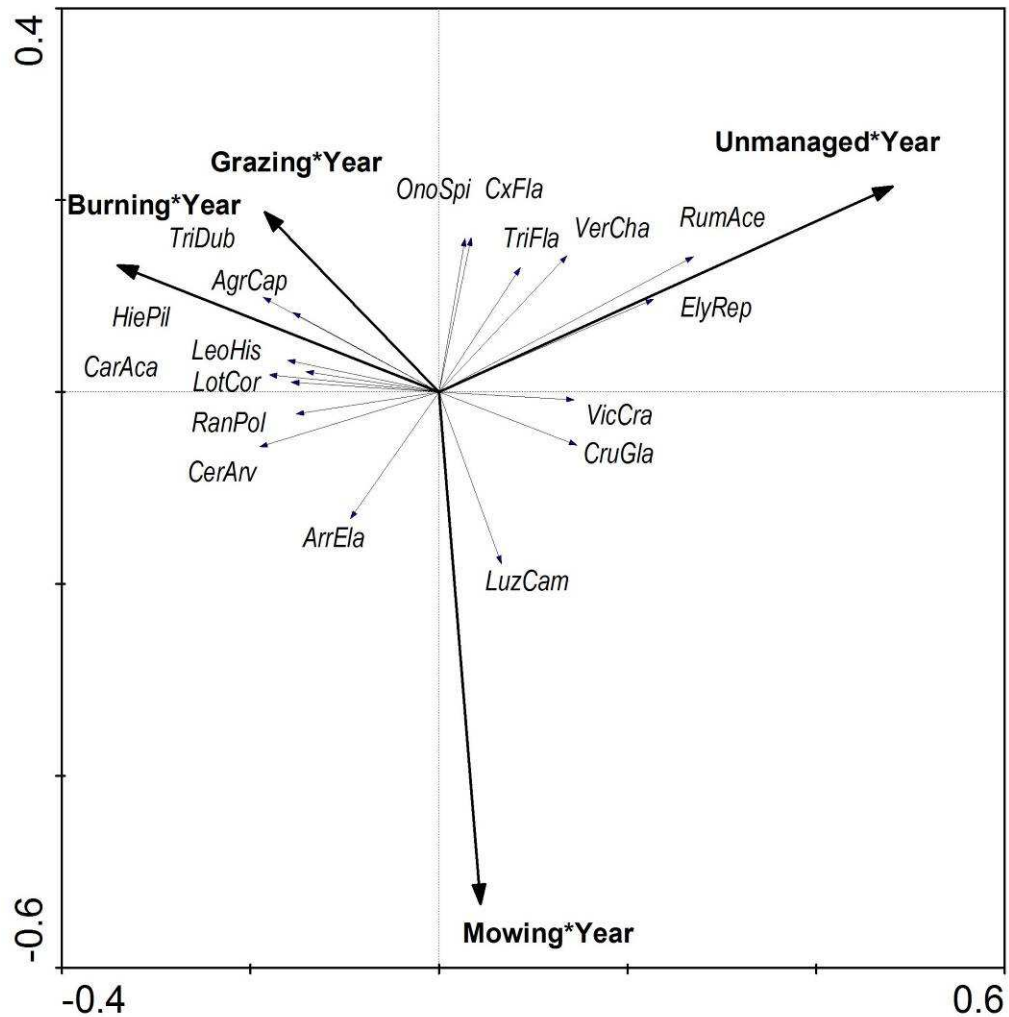
Obr. 6: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše $1\text{m} \times 1\text{m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada A

Chaerophyllum aromaticum a *Sanguisorba minor*. Více druhů zde bylo podporováno kosením porostu: leguminózy *Lotus corniculatus*, *Anthyllis vulneraria*, *Vicia cracca* a *Trifolium pratense*, druhy plazivé nebo s listy v přízemní růžici *Pimpinella saxifraga*, *Campanula patula*, *Plantago lanceolata*, tráva *Anthoxanthum odoratum* a bika *Luzula campestris*, drobné ruderální *Linum catharticum* a nechutné druhy *Tragopogon orientalis* a *Chaerophyllum aromaticum*. Na pasených a zároveň vypalovaných plochách přibývaly opět druhy trsnaté nebo s listovou růžicí *Hieracium pilosella*, *Fragaria* sp., *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, *Leontodon hispidus*, *Alchemilla* sp. a *Plantago lanceolata*, leguminóza *Trifolium repens*, trávy *Festuca pratensis* a *F. rubra* a drobné dvouděložné *Sanguisorba minor*, *Cerastium holosteoides* a *Veronica serpyllifolia*. Stejně druhy přibývaly i na plochách pasených bez vypalování navíc spolu s dalšími leguminózami jako *Trifolium pratense*, *Anthyllis vulneraria* a *Lotus*



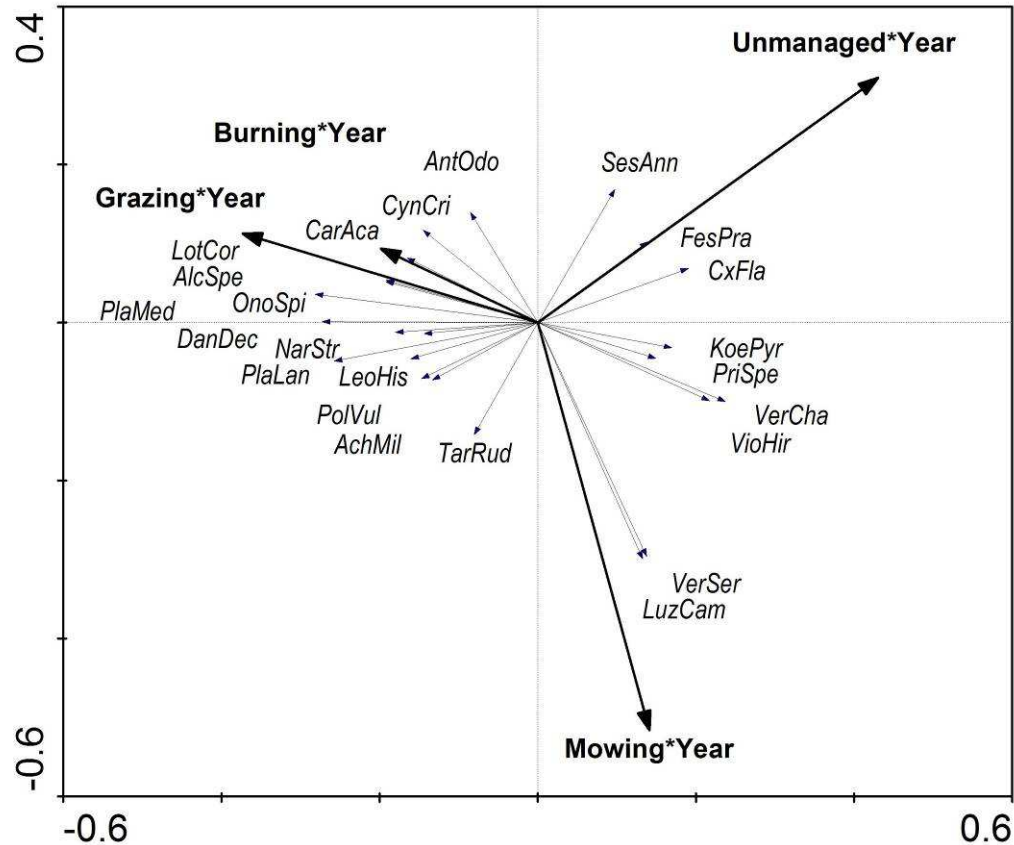
Obr. 7: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada B

corniculatus a s druhy s listy v přízemní růžici *Campanula patula* a *Pimpinella saxifraga*. Také přibývala bika *Luzula campestris*. U ohrady B na Lopeníku (Obr. 7) přibýval na neobhospodařovaných plochách významně jen drobný druh *Cruciata glabra* a bika *Luzula luzuloides*. Kosením byly podporovány druhy s listovou růžicí *Leontodon hispidus*, *Plantago lanceolata*, *Campanula glomerata*, leguminózy *Trifolium pratense*, a jednoděložné (trávy a biky) *Anthoxanthum odoratum*, *Luzula campestris*, a *L. luzuloides*. Pastvou (s vypalováním i bez) byly podporovány leguminózy *Trifolium pratense*, *T. repens* a *Lotus corniculatus*, druhy s listovou růžicí *Taraxacum* sec. *Ruderalia*, *Leontodon hispidus*, *P. lanceolata*, *P. media*, *Ranunculus polyanthemos*, *Pimpinella saxifraga*, drobné druhy s listy rozmístěnými rovnoměrně po celém stonku *Cerastium holosteoides* a *Veronica officinalis*, jednoděložné *Arrhenatherum elatius*, *Elytrigia repens* a *Luzula campestris*. U ohrady A na lokalitě Suchov (Obr. 8) ponechání ladem podporovalo jednoděložné *Elytrigia repens*, *Carex flacca*, a *Trisetum*



Obr. 8: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada A

flavescens, druhy s olistěným stonkem *Rumex acetosa* a *Veronica chamaedrys*. Přibývaly také leguminózy *Vicia cracca* a trnitá *Ononis spinosa*. Jednoděložné *Luzula campestris*, *Arrhenatherum elatius* a drobné druhy *Cruciata glabra*, *Vicia cracca* a *Cerastium arvense* reagovaly pozitivně na kosení. Pod vlivem pastvy přibývaly opět leguminózy *Trifolium dubium* a *Lotus corniculatus*, druhy s přízemní růžicí *Hieracium pilosella*, *Leontodon hispidus*, trnité druhy jako *Ononis spinosa* nebo *Carlina acaulis*, drobné druhy s olistěným stonkem *Cerastium arvense* a *Veronica chamaedrys*, ale i trávy *Agrostis capillaris* a *Trisetum flavescens* nebo ostřice *Carex flacca*. Stejně druhy jako na plochách pasených přibývaly i na vypalovaných navíc s trávou *Arrhenatherum elatius*. U ohrady B na lokalitě Suchov (Obr. 9) přibývaly při ponechání ladem jednoděložné *Festuca pratensis*, *Koeleria pyramidata* a *Carex flacca*, brzy zjara kvetoucí druhy *Primula* sp., a *Viola hirta* a drobné dvouděložné s olistěným stonkem



Obr. 9: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu druhů v ploše $1\text{m} \times 1\text{m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada B

Veronica chamaedrys a *Seseli annuum*. Pod vlivem kosení přibývaly opět jednoděložné *Koeleria pyramidata* a *Luzula campestris*, druhy s přízemní růžicí *Primula* sp. a *Taraxacum* sect. *Ruderalia* a dále drobné byliny s olistěným stonkem *Veronica chamaedrys*, *V. serpyllifolia* a *Viola hirta*. Management pastvy shodně s vypalováním i bez něj podporoval leguminózy *Lotus corniculatus* a *Ononis spinosa*, druhy s přízemní růžicí *Alchemilla* sp., *Plantago media*, *P. lanceolata*, *Leontodon hispidus* a *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, dále trávy *Anthoxanthum odoratum*, *Cynosurus cristatus*, *Dantonía decumbens* a *Nardus stricta*. Přibývala také *Achillea millefolium* a trnitá *Carlina acaulis*.

4.3 Zhodnocení na úrovni charakteristických znaků

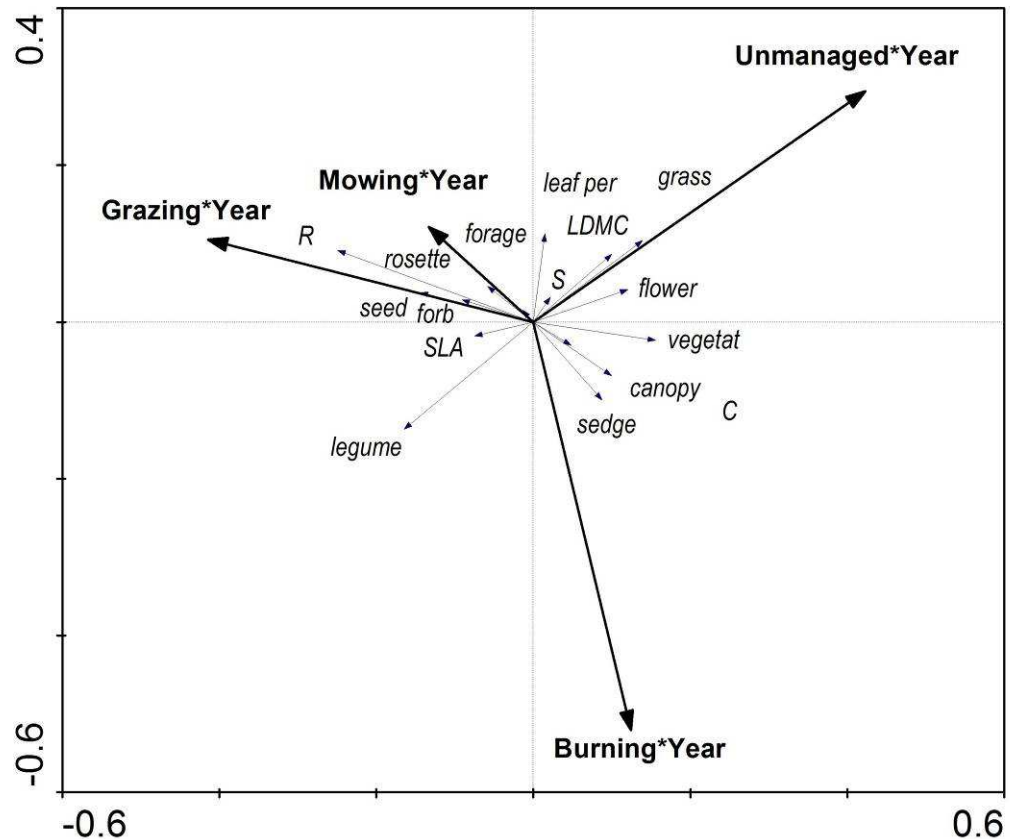
I na úrovni charakteristických znaků byly po pěti letech odlišného managementu zjištěny u všech ohrad statisticky významné rozdíly mezi jednotlivými zásahy (Tab. 4). Ve srovnání s druhovou úrovní experimentu zde již nebyla jednoznačně patrná největší podobnost pasených ploch s vypalovanými. U ohrad Brumov A, Lopeník A a Suchov A si byly z pohledu charakteristických znaků více podobné plochy pasené a kosené. Na úrovni charakteristických znaků se plochy neobhospodařované nejvýrazněji odlišovaly od ostatních typů managementu na lokalitách Lopeník a Suchov. Pastva podporovala druhy s listy v přízemní růžici, leguminózy a R-strategii. Ze všech typů managementu také nejvíce prospívala druhům rozmnožujícím se pomocí semen, a to i ve srovnání s plochami zároveň vypalovanými. Neobhospodařování porostu podporovalo druhy s vysokým obsahem sušiny v listech, s pozdějším počátkem kvetení a vegetativním rozmnožováním a také trávy. Dalšími znaky spojenými se zásahem neobhospodařování byly C-strategie a velká výška porostu. Významně naopak ubývaly druhy s přízemní růžicí.

Na plochách ohrady Brumov A (Obr. 10) je vidět podobnost ploch pasených a kosených, které se liší od ploch vypalovaných a ponechaných ladem. Ponechání ladem zde nejvíce prospívá trávám, druhům s velkým obsahem sušiny v listech, s vytrvalými listy a pozdějším počátkem kvetení. Podporuje také S-strategii a vegetativní

Tab. 4: Výsledky parciálních RDA analýz v Canoco, Monte-Carlo test s 999 permutacemi.

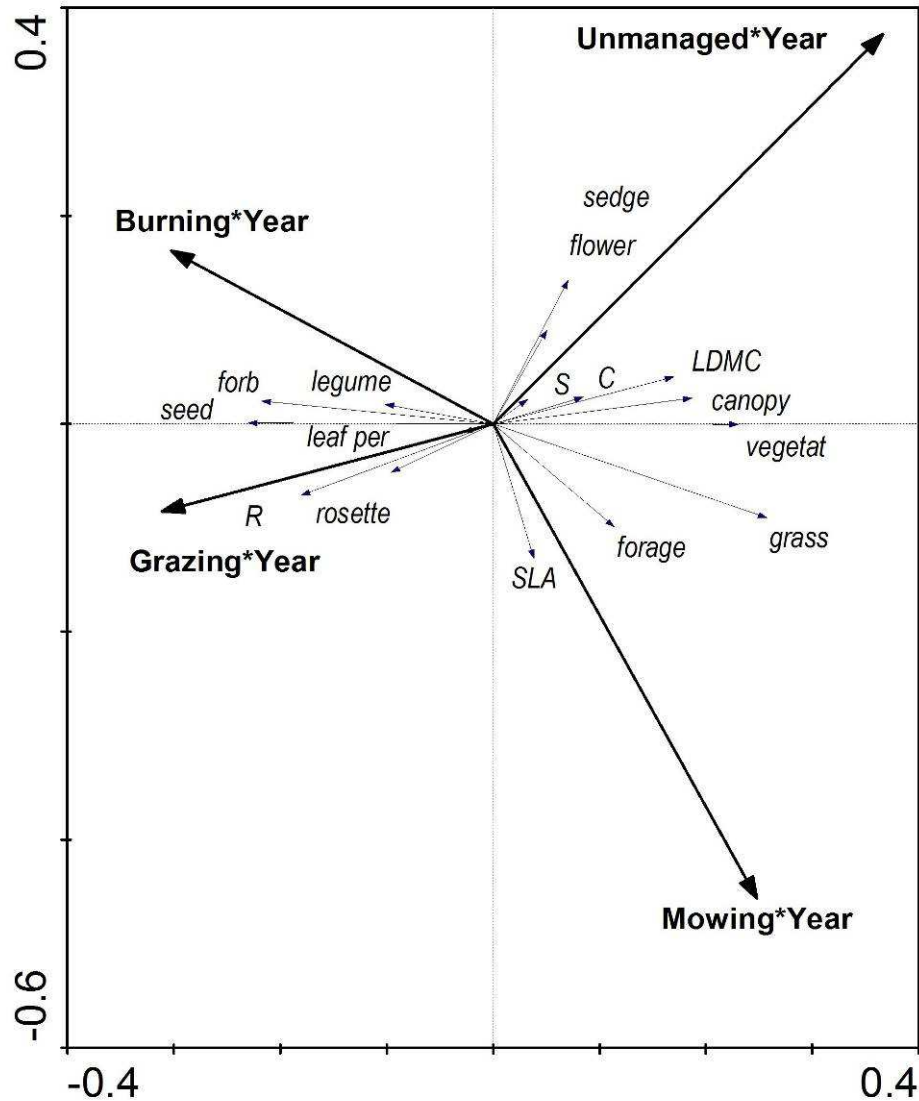
Vstupní data ve formě frekvencí hodnot charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m.

Ohrada	První kanonická osa			Všechny kanonické osy		
	% vysv. variability	F-ratio	P-value	% vysv. variability	F-ratio	P-value
Brumov A	6.0	5.867	0.0040	9.8	3.347	0.0020
Brumov B	9.3	9.466	0.0010	12.5	4.374	0.0010
Lopeník A	10.1	10.371	0.0010	13.6	4.811	0.0010
Lopeník B	6.3	6.221	0.0030	9.0	3.051	0.0030
Suchov A	5.3	5.166	0.0050	9.4	3.193	0.0030
Suchov B	7.9	7.938	0.0020	14.1	5.044	0.0010



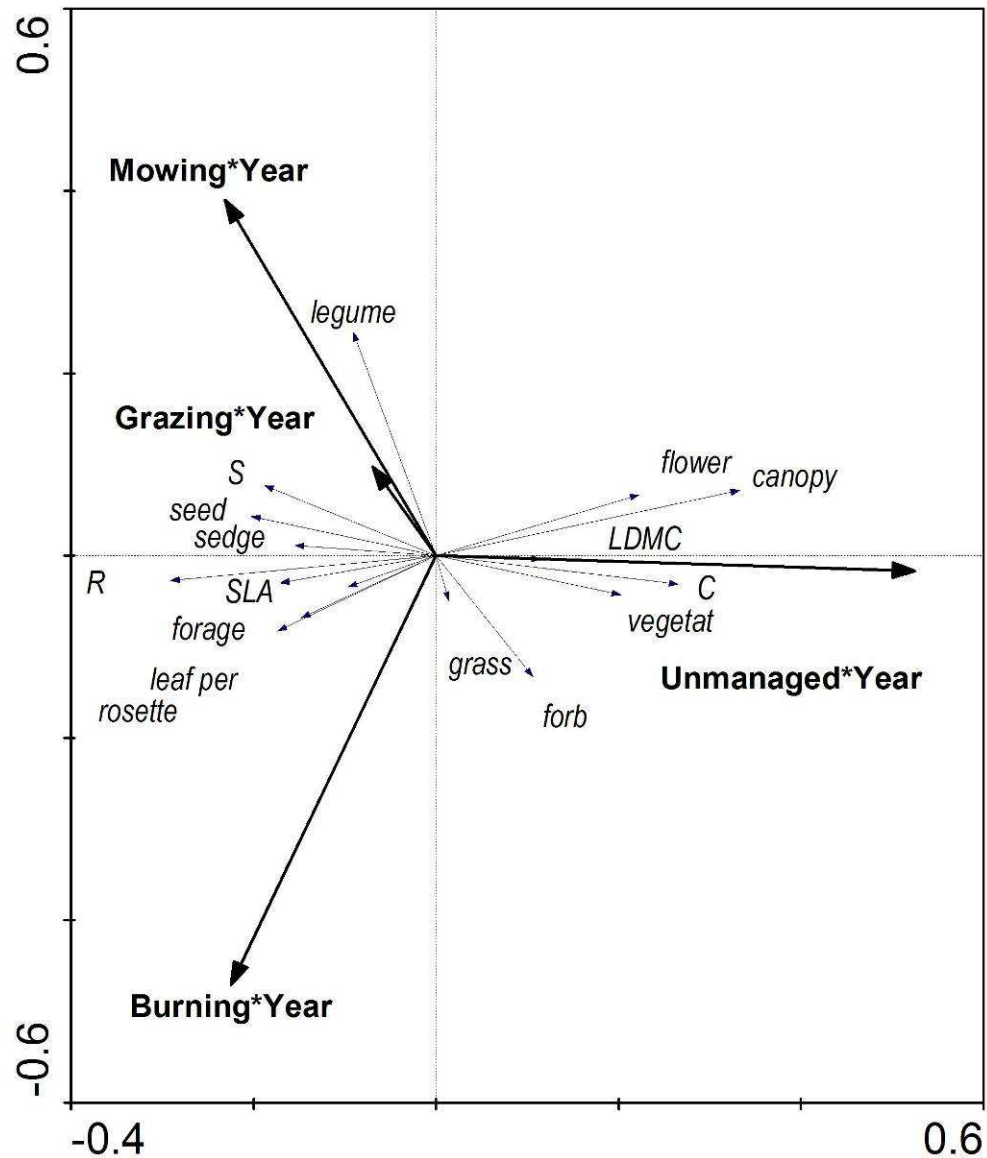
Obr. 10: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše $1\text{m} \times 1\text{m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada A

rozmnožování, naopak neprospívá leguminózám. Vypalování nejvíce prospívalo ostřicím a druhům s C-strategií a podporovalo také větší výšku porostu a vegetativní rozmnožování. Pastva a kosení podporovalo nejvíce R-strategii a rozmnožování pomocí semen. Pod vlivem těchto dvou typů managementu se nejvíce dařilo také bylinám a druhům s přízemní růžicí a vysokou specifickou listovou plochou. Druhy s vysokou krmnou hodnotou byly nejvíce podporovány kosením. U ohrady Brumov B (Obr. 11) byly podobné znaky podporovány pastvou a zároveň pastvou spojenou s vypalováním. Jednalo se o R-strategii, vytrvalost listů a jejich uspořádání v přízemní růžici a generativní rozmnožování. Tyto dva typy managementu také prospívají leguminózám a dvouděložným. Kosení na této ohradě podporovalo trávy, druhy s vysokou krmnou hodnotou a také velkou specifickou listovou plochu. Částečně prospívalo i druhům s vegetativním rozmnožováním, kterým zároveň prospívalo i ponechání porostu ladem. Neobhospodařování podporovalo dále vysoký obsah sušiny v listech, S- a C-strategii a velkou výšku porostu, a prospívalo i ostřicím a druhům s pozdějším začátkem kvetení.



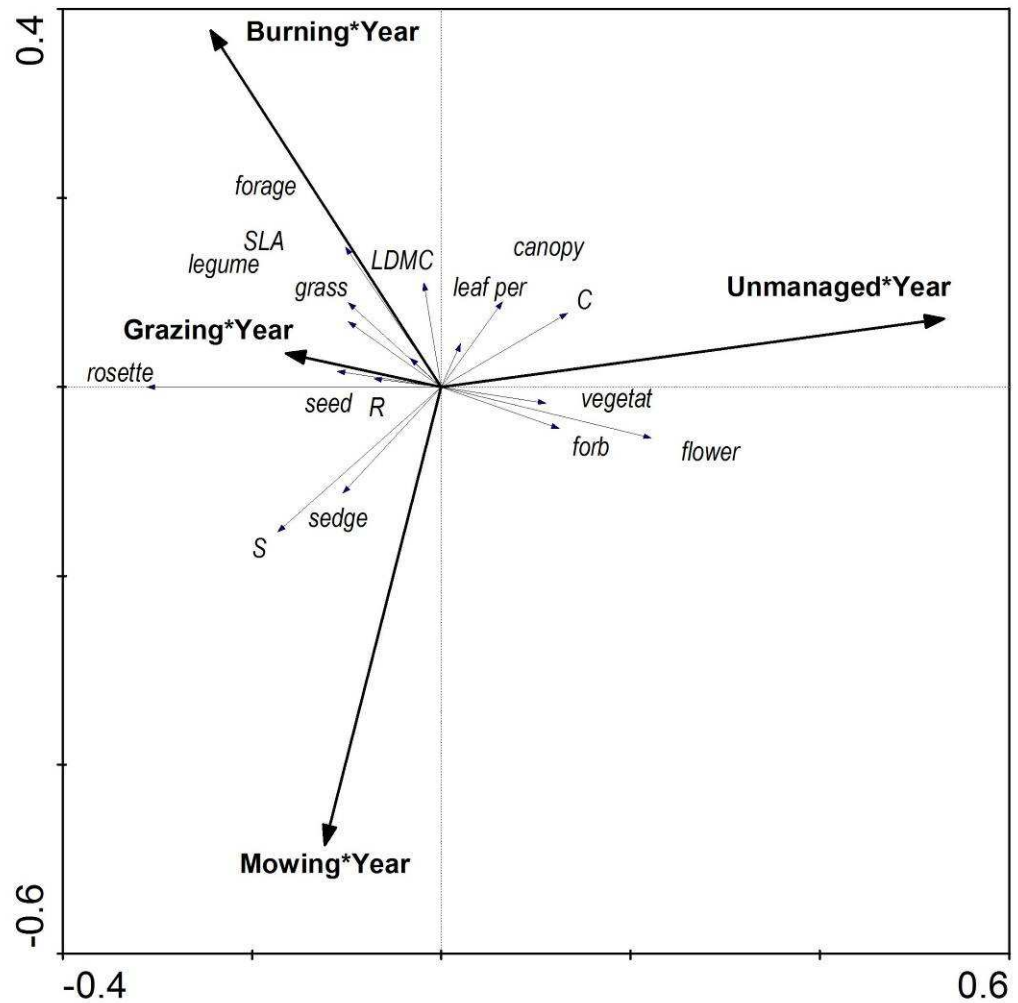
Obr. 11: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Brumov, ohrada B

Na celé lokalitě Lopeník se od všech ostatních typů managementu nejvíce odlišovaly plochy ponechané ladem. U ohrady Lopeník A (Obr. 12) jsou plochy pasené více podobné koseným než paseným a zároveň vypalovaným. Vypalování zde prospívá trávám, bylinám, ostřicím, druhům s vytrvalými listy a s přízemní růžicí. Podporuje také velkou specifickou listovou plochu, krmnou hodnotu a R-strategii. Managementy pastva a kosení podporují leguminózy a také ostřice, dále druhy s S- a R-strategií a generativním rozmnožováním. Částečně tyto managementy prospívají i druhům s velkou specifickou listovou plochou, s vytrvalými listy a listy v přízemní růžici a druhům s vysokou krmnou hodnotou. Na plochách ponechaných ladem se dařilo



Obr. 12: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada A

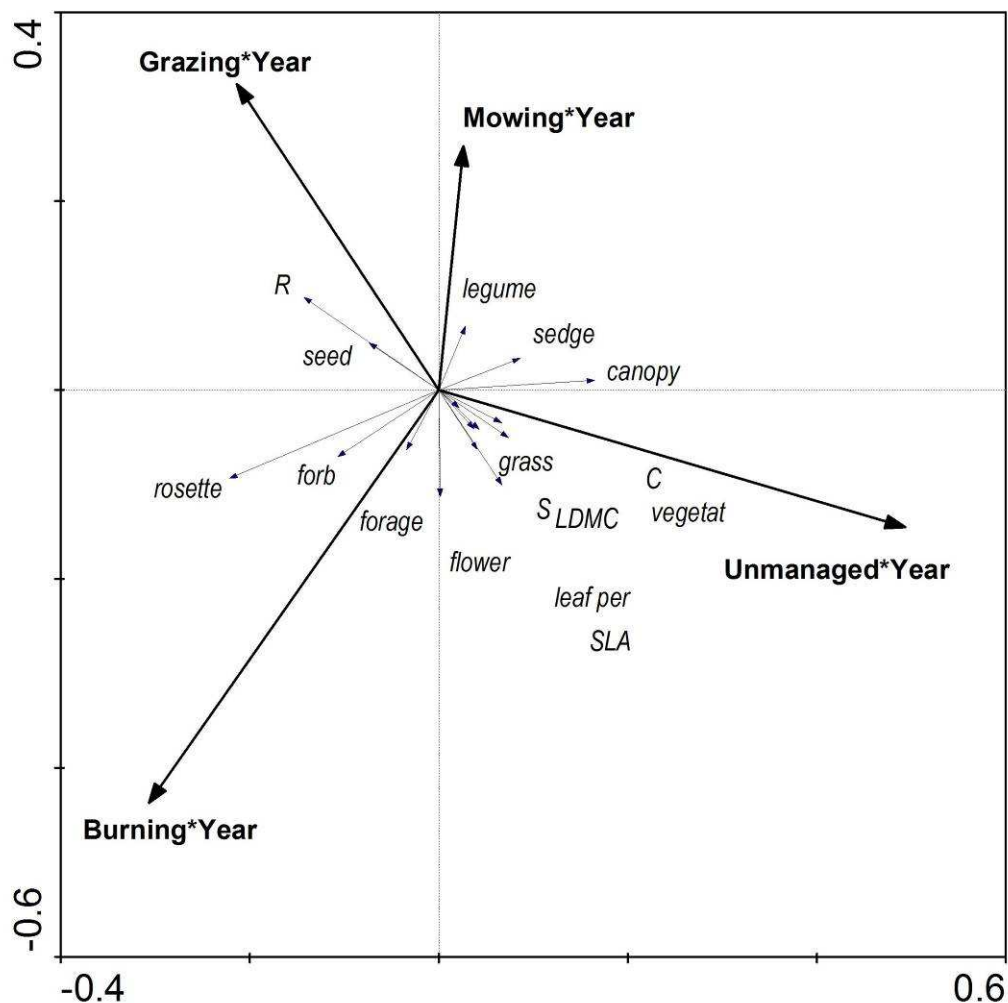
druhům s vysokým obsahem sušiny v listech, s pozdějším začátkem kvetení a s vegetativním rozmnožováním. Dále neobhospodařování podporovalo C-strategii, velkou výšku porostu a také výskyt trav a bylin. U ohrady Lopeník B (Obr. 13) neobhospodařování podporovalo stejné znaky jako u ohrady A na stejné lokalitě s výjimkou skupiny trav a obsahu sušiny v listech, který zde ani nepřibýval ani neubýval. Navíc neobhospodařování prospívalo druhům s vytrvalými listy. Dalším managementem značně odlišným od ostatních bylo kosení podporující ostřice a druhy s S-strategií. Pastva (s vypalováním i bez) podporovala trávy, leguminózy a rostliny



Obr. 13: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Lopeník, ohrada B

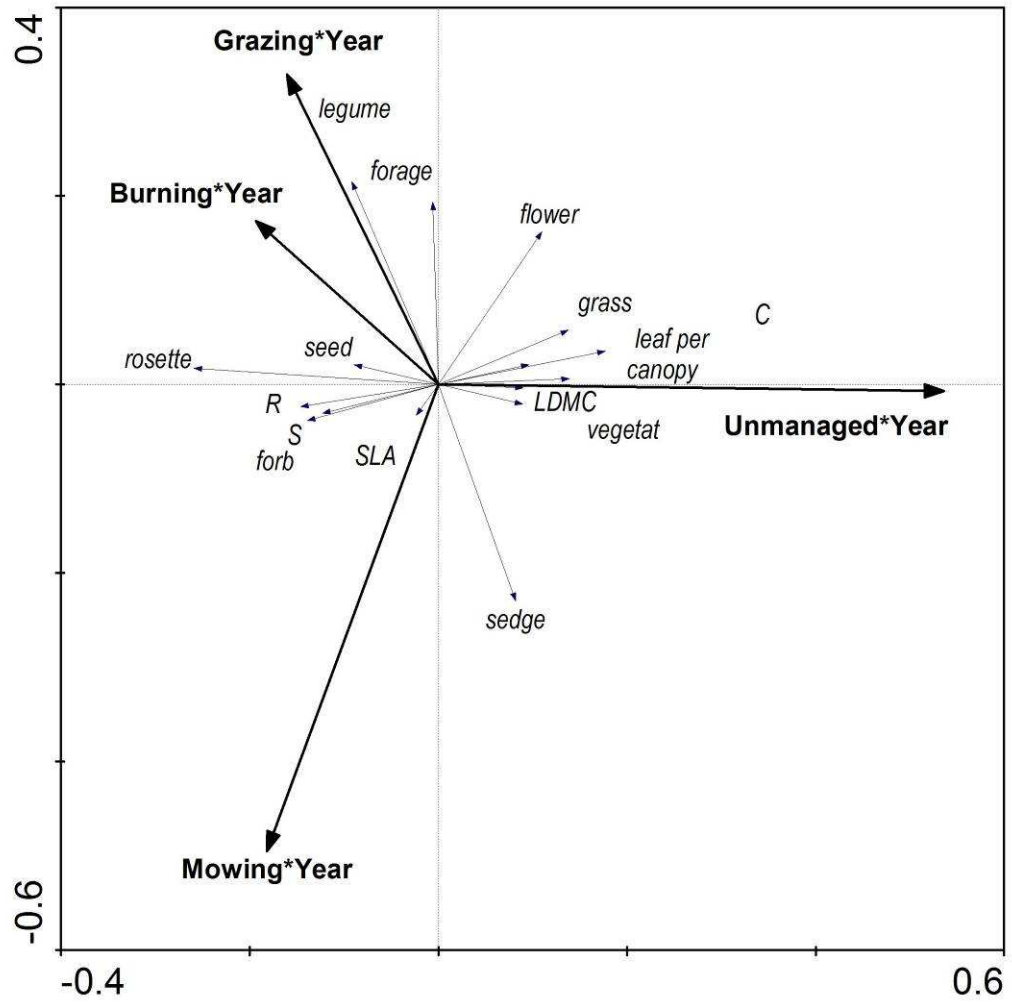
s vysokou krmnou hodnotou, dále druhy s listy v přízemní růžici, s vysokým obsahem sušiny v listech a velkou specifickou listovou plochou, rozmnožování pomocí semen a R-strategií.

Na ohradě Suchov A (Obr. 14) je podobně jako na Lopeníku A patrná odlišnost neobhospodařovaných ploch od ostatních a plochy zároveň vypalované a pasené se zde opět liší od pasených, které jsou podobnější s kosenými. Ponechání ladem zde podporuje druhy s vegetativním rozmnožováním, velkou specifickou listovou plochou, vysokým obsahem sušiny v listech a druhy s vytrvalými listy a pozdějším začátkem kvetení. Tento management podporuje také vysoké rostliny, R- a C-strategii, trávy a ostřice. Kosení na této ohradě podporuje ostřice a leguminózy, generativní



Obr. 14: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada A

rozmnožování a R-strategií. Poslední dva zmíněné znaky zvýhodňovala zároveň i pastva, která dále prospívala i bylinám, leguminózám a druhům s přízemní růžicí. Vypalování podporovalo vysokou krmnou hodnotu, výskyt bylin, druhů pozdě kvetoucích a s přízemní listovou růžicí. Ponechání porostu ladem zvýhodňovalo u ohrady Suchov B (Obr. 15) tytéž znaky jako u ohrady A na stejné lokalitě kromě specifické listové plochy a S-strategie. Ty byly spolu s R-strategií, generativním rozmnožováním a uspořádáním listů do přízemní růžice podporovány managementem kosení. Kosení zvýhodňovalo také byliny a ostřice. Pastva (s vypalováním i bez něj) podporovala na této lokalitě byliny a leguminózy, rostliny později kvetoucí, s přízemní listovou růžicí a generativním rozmnožováním. Na pasených plochách zde přibývaly také druhy pastevně hodnotné a s R- a S-strategií.



Obr. 15: Ordinační diagram RDA změn frekvence výskytu charakteristických znaků v ploše 1m × 1m dle způsobu obhospodařování na lokalitě Suchov, ohrada B

5 Diskuse

Terénním experimentem byl hodnocen vliv prováděného managementu na travní porost. Bylo zjišťováno, zda se vegetace sledovaných trvalých ploch začne v průběhu několika let různého obhospodařování lišit. Byl analyzován počet druhů, frekvence výskytu druhů v plochách a složení porostů z hlediska charakteristických znaků rostlin. Po pěti letech provádění odlišného managementu došlo k významným změnám složení vegetace na všech lokalitách. Nejvíce se začaly od ostatních zásahů lišit plochy neobhospodařované. Na těchto plochách docházelo k postupnému snižování počtu druhů v průběhu celého experimentu. Neobhospodařování porostu podporovalo druhy s vysokým obsahem sušiny v listech, nízkou specifickou listovou plochou, s pozdějším počátkem kvetení a vegetativním rozmnožováním a také trávy. Dalšími znaky přibývajících se zásahem neobhospodařování byly C-strategie a velká výška porostu. Na plochách pasených docházelo naopak v průběhu experimentu k postupnému nárůstu počtu druhů. Z hlediska druhového složení byla potvrzena očekávaná podobnost ploch pasených a pasených zároveň s vypalováním. Pastva podporovala druhy s listy v přízemní růžici, leguminózy a R-strategii. Ze všech typů managementu také nejvíce prospívala druhům rozmnožujícím se pomocí semen, a to i ve srovnání s plochami zároveň vypalovanými. Vypalování spojené s pastvou podporovalo podobné druhové složení vegetace jako pastva samotná. Tato podobnost však již nebyla jednoznačně potvrzena analýzou charakteristických znaků. V tomto případě si byly na třech ohradách ze šesti podobnější plochy pasené a sečené. Kombinace obou faktorů podporovala více než samotná pastva dvouděložné byliny mimo leguminóz a také více zvyšovala krmnou hodnotu porostu. Pod vlivem sečení došlo po mírném poklesu počtu druhů v prvních dvou letech k opětovnému postupnému nárůstu. Sečení podporovalo druhy ruderalní a stres-tolerantní, s generativním rozmnožováním a s listy v přízemní růžici a také skupinu ostříc a bik. Pod vlivem sečení naopak ubývaly druhy kompetitivní a druhy s pozdějším počátkem kvetení.

Neobhospodařování porostu se dle očekávání ukázalo být nejodlišnějším typem managementu. V průběhu celého experimentu docházelo k postupnému snižování počtu druhů na neobhospodařovaných plochách. Snižování druhové bohatosti uvádí jako

důsledek ponechání porostu ladem řada autorů (např. Güsewell et al. 1998; Klimeš et al. 2000; Dupré & Diekmann 2001; Wahlman & Milberg 2002; Pykälä 2004; Niedrist et al. 2009). Na poklesu druhové bohatosti na neobhospodařovaných plochách se podílí inhibující efekt opadu na růst a reprodukci rostlin (Güsewell et al. 1998) a zastínění přízemní vrstvy vegetace (Klimeš et al. 2000). Postupně se zvětšující vrstva opadu byla vizuálně patrná na všech sledovaných experimentálních plochách ponechaných ladem. Zobel et al. (1996) uvádí jako další důvod poklesu druhové bohatosti zvýšení obsahu dusíku v půdě, který ale nebyl v rámci tohoto pokusu měřen. Losvik (1988) uvádí jako jednu z příčin posunu druhového složení omezenou evaporaci způsobenou akumulací odumřelých rostlin. Akumulace opadu na plochách bez disturbance snižuje také šance druhů najít vhodné místo pro uchycení (Ryser et al. 1995; Jensen & Meyer 2001). Ochuzování druhového složení porostů ukázaly i analýzy frekvencí výskytu druhů v plochách. Pod vlivem neobhospodařování přibývalo nejméně druhů na všech lokalitách. Nejčastěji se jednalo o trávy (*Briza media*, *Festuca rubra* a *Koeleria pyramidata* na Brumově, *Elytrigia repens* a *Trisetum flavescens* na Suchově), což potvrdila i analýza charakteristických znaků. Dále přibývala skupina ostřice a biky (*Luzula luzuloides* na Lopeníku, *Carex flacca* na Suchově) a drobné dvouděložné (*Cruciata glabra* a *Veronica officinalis* na Lopeníku, *C. glabra*, *V. chamaedrys*, *Seseli annuum* a *Vicia cracca* na Suchově). Nejvíce byl trend druhového ochuzení vegetace patrný na lokalitě Brumov, nejméně na Suchově. Tento rozdíl může být způsoben rozdílnou pastevní historií lokalit. Zatímco lokalita Brumov je využívána jako pastvina teprve od počátku experimentu, u zbývajících dvou se jedná o dlouhodobé pastviny. Na dlouhodobých pastvinách může být větší počet přibývajících druhů důsledkem přerušování pastvy, která limitovala růst některých druhů. Příkladem takového druhu je i *Botrychium lunaria* zaznamenané na jedné z neobhospodařovaných ploch lokality Suchov (z důvodu nízké četnosti nezařazeno do analýz). Z pohledu reprodukčních strategií dle Dupré & Diekmann (2001) zvyhodňuje zanechání hospodaření vegetativně se množící druhy. McIntyre et al. (1995) toto vysvětlují závislostí na nízké míře disturbance. Právě nedostatečná disturbance a s ní spojený nedostatek plošek volné půdy totiž limituje vzcházení semenáčků a generativní reprodukci. Rostliny se tudíž šíří více vegetativně. Tomu odpovídají i naše výsledky. Na všech lokalitách shodně přibývaly druhy s vegetativním rozmnožováním. Co se týče generativního rozmnožování, šířily se na plochy neobhospodařované druhy s pozdějším počátkem

kvetení. Nárůst později kvetoucích druhů a druhů s krátkou dobou kvetení, který je důsledkem ukončení prováděného limitujícího managementu, uvádějí během sukcese i Kahmen & Poschlod (2004). Na všech sledovaných lokalitách došlo pod vlivem neobhospodařování ke zvýšení výšky porostu rozvojem vysokých druhů, významně naopak ubývaly druhy s listy v přízemní růžici. Vysoké rostliny s olistěným stonkem jsou na těchto plochách zvýhodněny v konkurenci o světlo oproti drobným druhům s přízemní růžicí (Kahmen & Poschlod 2004). Zanedbání podmiňuje strukturu zápoje porostu s listy rovnoměrně rozloženými po celé délce stonku (Dupré & Diekman 2001). Dalším znakem přibývajícím se zásahem neobhospodařování se ukázala být C-strategie. Několik málo kompetitivnějších druhů převládne v porostu ponechaném ladem především díky zvýhodnění v boji o světlo (Marini et al. 2007), zatímco stres-tolerantní druhy (S-strategické) z porostu postupně mizí. Výrazný úbytek stres-tolerantních druhů byl zaznamenán pod vlivem zanedbání porostu na třech ohradách ze šesti, na zbývajících ohradách docházelo k mírnému nárůstu. Dalšími dvěma znaky spojenými s ponecháním porostu ladem jsou zvyšující se LDMC a klesající SLA. Stejně výsledky uvádí při neobhospodařování i Louault et al. (2005). Dle Garnier et al. (2001) odráží tyto dva znaky základní trade-off rostlin mezi rychlou produkcí biomasy (vysoká SLA, nízký LDMC) a efektivním ukládáním živin (nízká SLA, vysoký LDMC). Dokud je porost pasen, mají domestikovaní herbivoři tendenci maximalizovat stravitelnost přijímané vegetace (Garcia et al. 2003), rostliny pasených porostů jsou nuceny investovat energii do obrůstání (rychlá produkce biomasy). Po přerušení pastvy a tudíž snížení intenzity disturbancí začínají rostliny více ukládat živiny. Dochází tím ke snižování stravitelnosti a kvality rostlinných částí, což je zároveň obrana rostlin proti případné pastvě v budoucnu (Louault et al. 2005).

Pod vlivem *pastvy* docházelo v Bílých Karpatech k pozvolnému, ale stálému nárůstu počtu druhů. Pastva tedy zvyšovala druhovou bohatost. Na tomto závěru se shodují i autoři řady dalších prací (např. Dupré & Diekmann 2001; Wahlman & Milberg 2002; Pykälä 2004). Záleží ovšem na její intenzitě. Příliš nízká nebo naopak příliš vysoká intenzita pastvy může mít negativní vliv na druhovou bohatost (Matějková et al. 2003). Příliš vysoká intenzita může způsobovat degradaci území a ztrátu biodiverzity, zatímco příliš nízká může vést k sukcesi od travních k lesním územím a ke ztrátě biotopu travního porostu (Watkinson & Ormerod 2001) podobně jako při ponechání ladem. McIntyre et al. (1995) uvádí, že společenstva pasených porostů vykazují větší

diverzitu životních forem, strategií šíření i způsobů reprodukce, protože pastva umožňuje koexistenci druhů s různými znaky. Analýza charakteristických znaků ukázala, že pastvou byly zvýhodňovány druhy s R-strategií. Pastva je vysoce komplexní disturbance, která působí na rostlinná společenstva přímo (poničením herbivorii a sešlapem) i nepřímo (změny složení společenstva a porušení půdních a vodních režimů) (McIntyre et al. 1999a). Okus i sešlap snižují konkurenční sílu dominant, čímž zvýhodňují především méně kompetitivní druhy rostlin (Noy-Meir 1995). V našem případě se v paseném porostu vyskytovaly spíše druhy s kombinovanou strategií než čistě R-strategické (na Brumově a Lopeníku přibývalo *Cerastium holosteoides* a na Suchově *C. arvense*). Tímto analýza na úrovni druhů spíše naznačuje snížení konkurence dominantních druhů než výrazný nárůst druhů ruderalních a stres-tolerantních. Narušování půdního povrchu kopyty zvířat vytváří volná místa pro světlo milné druhy nesnášející zastínění (Alados 2004). Narušení půdy dále otevírá porost pro snadnější uchycení semenáčků řady různých druhů, které v opuštěném nebo sečeném porostu mají jen velmi malou šanci na přežití (Krahulec et al. 1996, Pátková & Krahulec 1997). Umožňuje také regeneraci druhů ze semenné banky (Dupré & Diekman 2001). Z pohledu rozmnožovacích strategií pastva nejvíce ze všech typů managementu prospívala právě druhům rozmnožujícím se pomocí semen. Na Brumově a Lopeníku přibývalo např. *Trifolium pratense*, na Lopeníku a Suchově *Lotus corniculatus*. Dalšími druhy s převážně generativním rozmnožováním, šířícími se alespoň na dvou ohradách, byly *Agrimonia eupatoria*, *Daucus carota*, *Campanula patula* nebo *Plantago lanceolata*. Na všech ohradách, kde byla zaznamenána, přibývala také *Ononis spinosa*. S výjimkou ohrady Suchov B všude ubývaly později kvetoucí druhy rostlin. Zvýhodnění časně kvetoucích druhů v pasených porostech uvádí například Hadar et al. (1999). Časně nastupující perioda kvetení, která končí před začátkem pastvy, zvyšuje šance druhů na vysemenění před spasením generativních orgánů. Na všech sledovaných ohradách pastva dále podporovala druhy s listy v přízemní růžici. Nejčastěji se šířily *Leontodon hispidus* a *Plantago lanceolata*. Dále přibývaly *Agrimonia eupatoria* (Brumov), *Campanula patula* (Brumov a Lopeník), trnitá *Carlina acaulis* (Suchov) a na Lopeníku a Suchově *Hieracium pilosella* a *Taraxacum* sect. *Ruderalia*. Zvýhodňování růžicovitě a plazivé formy rostlin, které vede ke vzniku husté přízemní vrstvy biomasy rostlin s tolerancí k pastvě, uvádí i další autoři (Losvik 1988, Hadar et al. 1999, Huhta et al. 2001). Lokalizace vegetativních orgánů co nejbližší povrchu země je jednou

z možností, jak se rostliny brání okusu herbivory. Pod vlivem pastvy dále přibývaly druhy patřící mezi leguminózy (čeleď *Fabaceae*). S výjimkou ohrady B na Brumově všude přibýval *Lotus corniculatus*, na Brumově a Suchově *Ononis spinosa*. Pastva také podporovala všechny druhy rodu *Trifolium*. Pasené plochy mají obecně vyšší zastoupení leguminóz (McIntyre et al. 1995, Dupré & Diekman 2001). Leguminózy jsou často zvýhodňované pastvou díky rozšiřování semen exkrementy skotu, intenzivní pastva se pro ně ale může stávat naopak nevýhodnou díky jejich chutnosti a selektivnímu vypásání. Mnohem selektivnějším spásačem je oproti skotu ovce, která se při pastvě staršího porostu vyhýbá metajícím travám a je schopna vypásat leguminózy i z nižších pater porostu (Grant et al. 1985). Rozdíl mezi porosty pasenými skotem (Lopeník) a ovce (Brumov a Suchov) však v průběhu experimentu nebyl zaznamenán, leguminózy přibývaly na všech sledovaných ohradách. Jedinou konkrétní výjimku ukázala analýza frekvencí druhů u ohrady A na Lopeníku. *Lathyrus pratensis* pod vlivem pastvy ubýval, zatímco jeho frekvence se zvyšovala na plochách ponechaných ladem. Důvodem je zřejmě velká výška rostliny a tudíž její přednostní vypásání paseným skotem.

V porovnání pastvy se sečením byla před začátkem pokusu a po provedení prvního zásahu zaznamenána větší druhová bohatost na plochách sečených, zatímco v dalším roce se poměr změnil a zůstal opačný až do konce sledování. Nikdy však nebyl rozdíl v počtu druhů mezi těmito managementy statisticky průkazný. Hejzman et al. (2005) uvádí podobně neprůkazný rozdíl z pastevního experimentu se skotským náhorním skotem v Krkonoších. Podobně jako v našem pokusu se v tomto případě jedná o relativně krátkodobé sledování a není vyloučeno, že při pokračování v provádění zásahů se změny neprojeví později. Pastva je více selektivní disturbance než sečení (Wahlman & Milberg 2002). Zatímco při posečení porostu jsou všechny rostliny zkráceny ve stejné výšce, pastvou dochází k výškovému rozrůznění rostlin v porostu, protože některé druhy jsou dobyt看kem preferovány a jiné opomíjeny. Větší diverzitu druhů z porostů pasených než sečených uvádí Austrheim et al. (1999). Wahlman & Milberg (2002) ale naopak zaznamenali jednoznačně více druhů na plochách sečených než na pasených.

Počet druhů na plochách *sečených* začal po mírném poklesu v prvních dvou letech postupně znovu stoupat. Příčinou počátečního poklesu druhové bohatosti mohla být změna managementu. Seč představovala nový zásah jak na neobhospodařovaném

Brumově, tak na Lopeníku a Suchově jakožto dlouhodobých pastvinách. První reakcí porostu na novou disturbanci tak byl úbytek druhů. Na rozdíl od zanedbání nebo pastvy, sečení nepodporovalo konkrétní charakteristický znak shodně na všech ohradách. Větší různorodost vlivu méně selektivního zásahu sečení oproti selektivnější pastvě je překvapivá. Zvláště za předpokladu, že seč byla prováděna na všech lokalitách se stejnou frekvencí a v přibližně stejnou dobu. Pravděpodobně se zde projevil vliv odlišné produktivity vegetace a pastevní historie jednotlivých lokalit, které uvádí Ryser et al. (1995) jako jedny z příčin variabilního vlivu sečení na druhovou skladbu. Sečením se neselektivně odstraňuje biomasa z porostu a více či méně se potlačují dominantní druhy (Rychnovská et al. 1985). Úbytek konkurenčně silnějších druhů potvrdily i výsledky našeho experimentu. Na všech ohradách (s výjimkou Brumova B, kde byl zaznamenán mírný nárůst) ubývaly druhy s C-strategií. Jelikož zásah postihuje všechny rostliny současně, jsou při následném obrůstání ve výhodě druhy schopné rychlé regenerace. Sečením se snižuje konkurenceschopnost druhů, které se vyvíjí pomalu a dozrávají později (Rychnovská et al. 1985). Naopak byl zaznamenán nárůst R-strategů (např. *Crepis biennis* na Brumově nebo *Linum catharticum* na Brumově a Lopeníku). Sečení podporovalo také druhy stres-tolerantní (např. *Pimpinella saxifraga* na Lopeníku nebo *Ranunculus polyanthemos* na Lopeníku a Suchově). Zároveň s biomasou se z porostu exportují živiny, takže dochází k pomalému ochuzování stanoviště (Krahulec et al. 1996), které může začít zvýhodňovat druhy S-strategické. Nárůst R-strategů s dobrou kolonizační schopností na sečených plochách ukazuje, že sečení a odklizení biomasy hrabáním vytváří v přízemní vrstvě „safe sites“ pro uchycení nových druhů (Huhta et al. 2001). To potvrzovalo i přibývání rostlin s generativním rozmnožováním na sečených plochách všech ohrad s výjimkou Brumova B. Dle Losvik (1988) naopak sečení nevytváří plošky volné půdy a z pastvin, které začnou být obhospodařovány sečením, postupně mizí druhy s růžicí nebo plazivou formou růstu. V konkurenci o zdroje jsou potom efektivnější vysoké přímé rostliny. V našem experimentu sečení podporovalo vyšší rostliny jen na dvou ohradách (Brumov B a Suchov A), zatímco růžicovitá forma růstu přibývala na čtyřech ohradách. Výsledky v těchto charakteristických znacích korespondovaly spíše se studiemi, které provedli Ryser et al. (1995) a Huhta et al. (2001). Podle nich seč zvyšuje počet druhů v přízemní vrstvě a zjednodušuje vzcházení semenáčků mnoha druhů. Co se týče doby kvetení, uvádí Losvik (1988) nárůst později kvetoucích rostlin v porostech sečených zjara. Tyto druhy vykvétají až poté, co porost

znovu obroste. V našem experimentu byly plochy sečeny v polovině července a byl zaznamenán pokles počtu druhů s pozdějším kvetením. Tyto druhy již po letním posečení pravděpodobně neměly dostatek času k vytvoření semen. Převážně vegetativně se šířící druhy přibývaly jen na ohradě B na Brumově. Zde také sečení podporovalo šíření trav. Indukci odnožování trav uvádí pod vlivem sečení Rychnovská et al. (1985). Z jednoděložných ale sečení podporovalo jinou sledovanou skupinu, a to ostřice a biky. Konkrétně na lokalitách Lopeník a Suchov přibývaly druhy *Luzula campestris* a *L. luzuloides*.

Pravidelné *vypalování* je i v současnosti používáno při péči o některá společenstva travních porostů (např. suchých trávníků a zejména vřesovišť), protože významně odstraňuje stařinu, urychluje mineralizaci humusu (a tedy i koloběh živin), omezuje výskyt houbových patogenů a zlepšuje světelné podmínky, což následně umožňuje klíčení semen řady druhů a podporuje vegetativní rozrůstání (Háková et al. 2004, Mládek et al. 2006). Mnoho autorů zabývajících se studiem vlivu vypalování na travní porosty však tento management nedoporučuje. Vypalování travního porostu sice zabránilo akumulaci opadu (Adams & Anderson 1987), ale nezvyšuje druhovou bohatost (Ryser et al. 1995). Zvýšení produktivity porostu uvolněním živin v biomase je korelováno s poklesem druhové bohatosti (Willems 1985). Dle Kahmen et al. (2002) vede pravidelné vypalování k posunu druhového složení vegetace k variantě, která se hodně podobá složení ploch ponechaných ladem. Druhovou skladbu podobnou neobhospodařování nebo sečení s nízkou frekvencí uvádí při každoročním vypalování i Ryser et al. (1995).

V našem případě se nejedná o sledování vlivu vypalování jako takového, ale o kombinaci s pastvou, a proto je třeba vzít v úvahu interakci obou zásahů. Dle Collins (1987) vypalování významně snižuje diverzitu druhů na nepasených plochách a pastva významně zvyšuje diverzitu na plochách vypalovaných. Design pokusu v Bílých Karpatech neumožňuje srovnání se zmiňovanými výsledky, protože varianta vypalování + nepaseno nebyla sledována. Počet druhů na plochách pasených a vypalovaných v průběhu sledování kolísal, kromě roku 2006 však byl vždy nižší než na plochách pouze pasených. Dalo by se tak říci, že vypalování snižovalo druhovou diverzitu na pasených plochách. Počet druhů byl ale na vypalovaných plochách nižší i na počátku pokusu a rozdíl v počtu druhů u variant paseno a paseno + vypalování nebyl nikdy statisticky průkazný. Collins (1987) naopak uvádí právě z ploch současně

pasených a vypalovaných diverzitu vyšší. Bezprostředně po obou vypáleních (v letech 2005 a 2009) poklesl na sledovaných plochách počet druhů. V roce 2005 se vypálené plochy statisticky významně lišily od sečených, ale nikoli od pasených. Po druhém vypálení nebyl rozdíl signifikantní vzhledem k žádnému zásahu ani přes mírný pokles druhové bohatosti oproti předchozímu roku. Vegetace by opakováním zásahu mohla postupně získat rezistenci k vypalování a postupem času by mohl počet druhů na plochách vypalovaných vzrůstat. Na vytvoření takového závěru je však třeba dlouhodobější sledování a provedení více zásahů na vypalovaných plochách. Významný vliv pastvy na druhovou skladbu vegetace na plochách současně vypalovaných ukázala analýza frekvencí druhů i charakteristických znaků v plochách. U všech ohrad přibývaly pod vlivem těchto zásahů alespoň částečně shodné druhy. Podobně jako pastva samotná zvyšovala i kombinace pastvy s vypalováním frekvenci R-strategických druhů, leguminóz, druhů s generativním rozmnožováním a s listy v přízemní růžici. U všech těchto znaků byl zaznamenán nárůst frekvence, který byl ovšem nižší než v případě samotné pastvy. Srovnatelně přibývaly druhy s velkou specifickou listovou plochou (na třech ohradách). Na rozdíl od pastvy samotné při současném vypalování méně ubývaly druhy s pozdějším kvetením (u dvou ohrad oproti pěti v případě pastvy). U ostatních ohrad později kvetoucí druhy buď přibývaly, nebo neměnily svoji frekvenci. Collins & Wallace (1990) uvádí ve vypalovaných porostech pokles časně kvetoucích druhů trav. Gibson & Hulbert (1987) uvádí z porostů, kde bylo zavedeno vypalování, nárůst bylin. Kombinace obou faktorů i na našich pokusných plochách podporovala více než samotná pastva dvouděložné byliny mimo leguminóz. Collins & Wallace (1990) však uvádí jak soustavný nárůst či pokles různých druhů bylin, tak druhy s odlišnou reakcí v závislosti na sledované lokalitě. Také se pod vlivem zavedení tohoto managementu více zvyšovala krmná hodnota porostu. Dle Collins & Wallace (1990) působí obzvláště jarní vypalování jako stimul produkce travních porostů, jehož vliv však po roce až dvou vymizí, pokud není vypálení zopakováno.

6 Závěr

Po pěti sezónách odlišných managementových zásahů došlo k největšímu posunu druhového složení vegetace pod vlivem ponechání porostu ladem na všech třech studovaných lokalitách. Na neobhospodařovaných plochách je patrný největší úbytek druhů, frekvenci zde zvyšovaly převážně dominanty porostu, které se šířily v podplochách v rámci plochy. Jen výjimečně se objevovaly nové druhy v důsledku ukončení pastvy jakožto limitujícího faktoru. Příkladem takového druhu je *Botrychium lunaria* na Suchově. Objevení tohoto silně ohroženého druhu kapradiny (Procházka et al. 2001) na neobhospodařované ploše ovšem neznamena, že je ponechání ladem vhodným typem managementu pro jeho dlouhodobou existenci na lokalitě. Drobné plošky ponechané několik let bez managementu ale mohou obohatit porost o nové druhy. Nezanedbatelný je i význam neobhospodařovaných plošek jako stanovišť hmyzu a dalších živočichů (Rychnovská 1985, Háková et al. 2004). Vysemenění druhů s pozdější dobou dozrávání semen umožňuje například *fázové sečení*, při kterém je každoročně část porostu ponechána ladem (Blažková 1999, Háková et al. 2004). Plošky nespasené vegetace se objevují i na pastvinách zejména v okolí trnitých keřů. Pod vlivem neobhospodařování se ale šířily především druhy zastihující přízemní vrstvu a nedovolující šíření nových druhů. Klíčení semenáčků znemožňovala také silná vrstva opadu. Soustavný pokles druhové bohatosti v průběhu experimentu je jasným signálem, že pro udržení druhové bohatosti travních porostů se jako plošný typ managementu nehodí.

U všech ostatních zásahů docházelo v posledních letech experimentu k nárůstu počtu druhů. Co se týče druhové bohatosti, nebyl při společném zhodnocení lokalit prokázán významný rozdíl s výjimkou ponechání ladem. Pro management travních porostů v časovém horizontu pěti let je tedy možné použít všechny testované zásahy s výjimkou zanedbání. V prvních letech po zavedení sečení může dojít k dočasnému poklesu druhové bohatosti porostů v minulosti neobhospodařovaných nebo dlouhodobě pasených. Největší nárůst počtu druhů byl zaznamenán pod vlivem pastvy na lokalitě Brumov, která ležela před založením experimentu ladem. Na ostatních lokalitách nebyl nárůst počtu druhů pod vlivem pastvy tak výrazný (spíše kolísal). Rostoucí druhová

bohatost pod vlivem pastvy na dlouhodobých pastvinách nebyla pravděpodobně výsledkem samotného zásahu, ale spolupodílel se na ní i fakt, že determinace druhů, které byly na pasených plochách často ve sterilním stavu, byla velmi obtížná a v prvních letech monitoringu tak nemusely být zejména některé druhy trav rozpoznávány.

Celkově lze shrnout, že pastva i sečení podporují vysokou druhovou bohatost porostů, protože zamezují kumulaci stařiny a potlačují dominantní konkurenčně zdatné druhy. Vypalování nebývá jako samostatný management travních porostů doporučováno (Ryser et al. 1995; Kahmen et al. 2002), ale v kombinaci s pastvou a při frekvenci jednou za čtyři roky podporovalo podobný typ vegetace jako pastva samotná. Nižší pokles druhové bohatosti po druhém vypálení oproti prvnímu naznačuje možnost postupné adaptace porostu k nové disturbanci. Není vyloučeno, že po více opakováních nebude počet druhů dále stoupat. Pro potvrzení tohoto trendu by však bylo třeba provedení více zásahů a dlouhodobější sledování.

Pět let experimentálních zásahů je pro travní porosty krátká doba. Významné změny druhového složení pod vlivem odlišného obhospodařování se mohou projevit i po 20 letech (Kahmen et al. 2002, Köhler et al. 2005). Bylo by tedy vhodné pokračovat v provádění zásahů a monitoringu trvalých ploch i nadále. Také z důvodu ojedinělosti dlouhodobého pastevního pokusu v podmínkách České republiky.

7 Souhrn

Na třech experimentálních lokalitách v Bílých Karpatech byl po dobu pěti let sledován vliv pastvy, pastvy spojené s jarním vypalováním stařiny jednou za čtyři roky, sečení v polovině července a ponechání ladem na druhové složení respektive skladbu charakteristických znaků rostlin polopřirozených trvalých travních porostů. Mnohorozměrnými analýzami frekvencí druhů a charakteristických znaků rostlin získaných z databází BiolFlor a LEDA Traitbase bylo dosaženo následujících výsledků:

1. Na neobhospodařovaných plochách dochází k největšímu poklesu počtu druhů a zároveň k největšímu posunu složení vegetace z pohledu druhů i charakteristických znaků.
2. Na neobhospodařovaných plochách se mohou pod vlivem ukončení pastvy dočasně objevit nové vzácné druhy, které byly pastvou limitovány (silně ohrožený druh kapradiny - *Botrychium lunaria* na lokalitě Suchov).
3. Pod vlivem neobhospodařování porostu přibývají trávy, vysoké a konkurenčně zdatné druhy, druhy s vysokým obsahem sušiny v listech a nízkou specifickou listovou plochou, s převládajícím vegetativním rozmnožováním a pozdějším počátkem kvetení. Naopak ubývajícími znaky jsou uspořádání listů v přízemní růžici, generativní rozmnožování a příslušnost ke skupině leguminóz.
4. Pastva podporuje druhy s listy v přízemní růžici, leguminózy, R-strategii, vysokou specifickou listovou plochu a generativní rozmnožování. Pod vlivem pastvy ubývají druhy s vegetativním rozmnožováním, pozdějším začátkem kvetení a snižuje se zastoupení vysokých druhů v porostu.
5. Kombinace pastvy a jarního vypalování stařiny jednou za čtyři roky podporuje podobné charakteristické znaky jako pastva samotná. Častěji než samotná pastva podporuje skupinu dvouděložných a také více prospívá druhům s vysokou krmnou hodnotou.
6. Na sečených plochách přibývají druhy R- a S- strategické, s generativním rozmnožováním a s listy v přízemní růžici. Seč naopak potlačuje druhy C- strategické a druhy s pozdějším počátkem kvetení.

7. Pro zachování druhové bohatosti polopřirozených trvalých travních porostů je v časovém horizontu pěti let možné použít všechny testované zásahy s výjimkou ponechání ladem.

8 Literatura

- Adams D. E. & Anderson R. C. (1987). The response of a central Oklahoma grassland to burning. *The Southwestern Naturalist* 23: 623–632.
- Alados C. L., ElAich A., Papanastasis V. P., Ozbek H., Navarro T., Freitas H., Vrahnakis M., Larrosi D. & Cabezudo B. (2004). Change in plant spatial patterns and diversity along the successional gradient of Mediterranean grazing ecosystems. *Ecological Modelling* 180: 523–535.
- Austrheim G., Gunilla E., Olsson A. & Grøntvedt E. (1999). Land-use impact on plant communities in semi-natural sub-alpine grasslands of Budalen, central Norway. *Biological Conservation* 87: 369–379.
- Bakker J. P., Olff H., Willems J. H. & Zobel M. (1996). Why do we need permanent plots in the study of long-term vegetation dynamics? *Journal of Vegetation Science* 7: 147–156.
- Blažková D. (1991). Sukcese na nesečených loukách v SPR Stučica (Bukovské vrchy). *Preslia* 63: 177–188.
- Box E. O. (1996). Plant functional types and climate at the global scale. *Journal of Vegetation Science* 7: 463–468.
- Bullock J. M., Franklin J., Stevenson M. J., Silvetown J., Coulson S. J., Gregory S. J. & Tofts R. (2001). A plant trait analysis of responses to grazing in a long-term experiment. *Journal of Applied Ecology* 38: 253–267.
- Carlsson A. L. M., Bergfur J. & Milberg P. (2005). Comparison of data from two vegetation monitoring methods in semi-natural grasslands. *Environmental Monitoring and Assessment* 100: 235–248.
- Collins S. (1987). Interaction of disturbances in tallgrass prairie: a field experiment. *Ecology* 68: 1243–1250.

- Collins S. L. & Wallace L. L. (1990). *Fire in North American Tallgrass Prairies*. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma 181 pp.
- de Bello F., Lepš J. & Sebastiá M. T. (2005). Predictive value of plant traits to grazing along a climatic gradient in the Mediterranean. *Journal of Applied Ecology* 42: 824–833.
- Díaz S., Noy-Meir I. & Cabido M. (2001). Can grazing response of herbaceous plants be predicted from simple vegetative traits? *Journal of Applied Ecology* 38: 497–508.
- Dupré C. & Diekman M. (2001). Differences in species richness and life-history traits between grazed and abandoned grasslands in southern Sweden. *Ecography* 24: 275–286.
- García F., Carrère P., Soussana J. - F. & Baumont R. (2003). The ability of sheep at different stocking rates to maintain the quality and quantity of their diet during the grazing season. *Journal of Agricultural Science* 140: 113–124.
- Garnier E., Shipley B., Roumet C. & Laurent G. (2001). A standardized protocol for the determination of specific leaf area and leaf dry matter content. *Functional Ecology* 15: 688–695.
- Gibson D. J. & Hulbert L. C. (1987). Effects of fire, topography and year-to-year climatic variation on species composition in tallgrass prairie. *Vegetatio* 72: 175–185.
- Grant S. A., Suckling D. E., Smith H. K., Torvell L., Forbes T. D. A. & Hodgson J. (1985). Comparative studies of diet selection by sheep and cattle: the hill grasslands. *Journal of Ecology* 73: 987–1004.
- Güsewell S., Buttler A. & Klötzli F. (1998). Short-term and long-term effects of mowing on the vegetation of two calcareous fens. *Journal of Vegetation Science* 9: 861–872.

- Hadar L., Noy-Meir I. & Perevolotsky A. (1999). The effect of shrub clearing and grazing on the composition of a Mediterranean plant community: functional groups versus species. *Journal of Vegetation Science* 10: 673–683.
- Háková A., Klauďisová A. & Sádlo J. (2004). Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. Planeta XII. Ministerstvo životního prostředí, Praha, 144 pp.
- Hejcman M., Auf D. & Gaisler J. (2005). Year-round cattle grazing as an alternative management of hay meadows in the Giant Mts (Krkonoše, Karkonosze), the Czech Republic. *Ekológia* 24: 419–429.
- Hejcman M., Pavlů V. & Krahulec F. (2002). Pastva hospodářských zvířat a její využití v ochranné praxi. *Zprávy České Botanické společnosti, Praha*, 37: 203–216.
- Hejduk S. & Mládek J. (2008). Fenologické změny kvality píče druhově bohatých trvalých travních porostů. In: Jongepierová I. [ed.] *Louky Bílých Karpat [Graslands of the White Carpathian Mountains]*, ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, pp 363–367.
- Huhta A. P., Rautio P., Tuomi J. & Laine K. (2001). Restorative mowing on an abandoned semi-natural meadow: short-term and predicted long-term effects. *Journal of Vegetation Science* 12: 677–686.
- Jensen K. & Meyer C. (2001). Effects of light competition and litter on the performance of *Viola palustris* and on species composition and diversity of an abandoned fen meadow. *Plant Ecology* 155: 169–181.
- Kahmen S. & Poschlod P. (2004). Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. *Journal of Vegetation Science* 15: 21–31.
- Kahmen S., Poschlod P. & Schreiber K. F. (2002). Conservation management of calcareous grasslands. Changes in plant species composition and response of functional traits during 25 years. *Biological Conservation* 104: 319–328.
- Kleyer M., Bekker R. M., Knevel I. C., Bakker J. P., Thompson K., Sonnenschein M., Poschlod P., van Groenendael J. M., Klimeš L., Klimešová, J., Klotz S., Rusch

- G. M., Hermy M., Adriaens D., Boedeltje G., Bossuyt B., Dannemann A., Endels P., Götzenberger L., Hodgson J. G., Jackel A-K., Kühn I., Kunzmann D., Ozinga W. A., Römermann C., Stadler M., Schlegelmilch J., Steendam H. J., Tackenberg O., Wilmann B., Cornelissen J. H. C., Eriksson O., Garnier E. & Peco B. (2008). The LEDA Traitbase: A database of life-history traits of Northwest European flora. *Journal of Ecology* 96: 1266–1274. [<http://www.leda-traitbase.org>].
- Klimeš L, Jongepierová I. & Jongepier J. W. (2000). The effect of mowing on a previously abandoned meadow: a ten-year experiment. *Příroda* 17: 7–24.
- Klotz S., Kühn I. & Durka W. (Hrsg.) (2002). BIOLFLOR - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. [<http://www.ufz.de/biolflor>].
- Köhler B., Gigon A., Edwards P. J., Krüsi B., Langenauer R., Lüscher A. & Ryser P. (2005). Changes in the species composition and conservation value of limestone grasslands in Northern Switzerland after 22 years of contrasting managements. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics* 7: 51–67.
- Krahulec F., Blažková D., Balátová-Tuláčková E., Štursa J., Pecháčková S. & Fabšičová M. (1996). Louky Krkonoš: Rostlinná společenstva a jejich dynamika. *Opera Corcontica* 33: 3–250.
- Krahulec F., Skálová H., Herben T., Hadincová V., Wildová R. & Pecháčková S. (2001). Vegetation changes following sheep grazing in abandoned mountain meadows. *Applied Vegetation Science* 4: 497–102.
- Kubát K., Hrouda L., Chrtěk J. jun., Kaplan Z., Kirschner J., Štěpánek J. & Zázvorka, J. [eds.] (2002). Klíč ke květeně České republiky. [Key to the Flora of the Czech Republic.] Academia, Praha, 928 pp.
- Kühn I. Durka W. & Klotz S. (2004). BiolFlor - a new plant-trait database as a tool for plant invasion ecology. *Diversity and Distributions* 10: 363–365.

- Lexa M. & Krahulec F. (2000). Vliv mulčování na rozkladné procesy a druhové složení horských luk v Krkonoších. *Opera Corcontica* 37: 571–577.
- Losvik M. H. (1988). Phytosociology and ecology of old hay meadows in Hornaland, western Norway in relation to management. *Vegetatio* 78: 157–187.
- Louault F., Pillar V. D., Aufrère J., Garnier E. & 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.
- Marini L., Scotton M., Klimek S., Isselstein J. & Pecile A. (2007). Effects of local factors on plant species richness and composition of Alpine meadows. *Agriculture Ecosystems & Environment* 119: 281–288.
- Matějková I., van Diggelen R. & Prach K. (2003). An attempt to restore a central European species-rich mountain grassland through grazing. *Applied Vegetation Science* 6: 161–168.
- McIntyre S., Díaz S., Lavorel S. & Cramer W. (1999a). Plant functional types and disturbance dynamics – Introduction. *Journal of Vegetation Science* 10: 604–608.
- McIntyre S., Lavorel S. & Tremont R. M. (1995). Plant life-history attributes: their relationship to disturbance response in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 83: 31–44.
- McIntyre S., Lavorel S., Landsberg J. & Forbes T. D. A. (1999). Disturbance response in vegetation – towards a global perspective on functional traits. *Journal of Vegetation Science* 10: 621–630.
- Mládek J., Pavlů V., Hejzman M. & Gaisler J. [eds.] (2006). Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha, 104 pp.
- Mládek J., Tajovský K. & Hejduk S. [eds.] (2004). Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO. Průběžná zpráva k projektu VaV/620/11/03. [Depon. in ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou].

- Mládek J., Tajovský K. & Hejduk S. [eds.] (2005). Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v CHKO. Závěrečná zpráva k projektu VaV/620/11/03. [Depon. in ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou].
- Niedrist G., Tasser E., Lüth Ch., Dalla Via J. & Tappeiner U. (2009). Plant diversity declines with recent land use changes in European Alps. *Plant Ecology* 202: 195–210.
- Noy-Meir I. (1995). Interactive effects of fire and grazing on structure and diversity of Mediterranean grasslands. *Journal of Vegetation Science* 6: 701–710.
- Pátková R. & Krahulec F. (1997). Sukcese luční vegetace v Krkonoších po skončení pastvy ovčí. *Opera Corcontica* 34: 91–104.
- Pavlů V. & Hejzman M. (2003). Kvóty hospodářských zvířat a tvář krajiny: Je možné udržet druhově bohaté louky? *Vesmír* 82: 435–436.
- Pavlů V., Hejzman M. & Mikulka J. (2009). Cover estimation versus density counting in species-rich pasture under different grazing intensities. *Environmental monitoring and assessment* 156: 419–424.
- Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L. & Gaisler J. (2003). Effect of rotational and continuous grazing on vegetation of an upland grassland in the Jizerske Hory Mts., Czech Republic. *Folia Geobotanica* 38: 21–34.
- Pavlů V., Hejzman M., Pavlů L., Gaisler J., Nežerková P. & Andaluz M. G. (2005). Vegetation changes after cessation of grazing management in the Jizerské Mountains (Czech Republic). *Annales Botanici Fennici* 42: 343–349.
- Pillar V. D. (1999). On the identification of optimal plant functional traits. *Journal of Vegetation Science* 10: 631–640.
- Procházka F. [ed.] (2001): Černý a Červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Příroda*, Praha, 18: 1–166.
- Pykälä J. (2004). Cattle grazing increases plant species richness of most species trait groups in mesic semi-natural grasslands. *Plant Ecology* 175: 217–226.

- Rychnovská M., Balátová-Tuláčková E., Úlehlová B. & Pelikán J. (1985). *Ekologie lučních porostů*, Academia, Praha, 291 pp.
- Ryser P., Langenauer R. & Gigon A. (1995). Species richness and vegetation structure in a limestone grassland after 15 years management with 6 biomass removal regimes. *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica* 30: 157–167.
- Semenova G. V. & van der Maarel E. (2000). Plant Functional Types: A Strategic Perspective. *Journal of Vegetation Science* 11: 917–922.
- StatSoft Inc. (2009). *STATISTICA* (data analysis software system), version 9.0. [www.statsoft.com].
- Špačková I. & Lepš J. (2004). Variability of seedling recruitment under dominant, moss and litter removal over four years. *Folia Geobotanica* 29: 41–55.
- ter Braak C. J. F. & Šmilauer P. (2002). *Canoco Windows and CanoDraw for Windows* (version 4.5). Microcomputer Power. Ithaca New York, USA.
- Wahlman H. & Milberg P. (2002). Management of semi-natural grassland vegetation: evaluation of a long-term experiment in southern Sweden. *Annales Botanici Fennici* 39: 159–166.
- Watkinson A. R. & Ormerod S. J. (2001). Grasslands, grazing and biodiversity: editors' introduction. *Journal of Applied Ecology* 38: 233–237.
- Weiher E., van der Werf A., Thompson K., Roderick M., Garnier E. & Eriksson O. (1999). Challenging Theophrastus: A common core list of plant traits for functional ecology. *Journal of Vegetation Science* 10: 609–620.
- Willems J. H. (1985). Growth form spectra and species diversity in permanent grassland plots with different management. In: Schreiber K. F. [ed.] *Sukzession auf Grünlandbrachen*. Münstersche Geographische Arbeiten 20, Schöningh, Paderborn, pp 35–43.
- Wilson J. B. & Watkins A. J. (1994). Guilds and assembly rules in lawn communities. *Journal of Vegetation Science* 5: 591–600.

Zobel M., Suurkask M., Rosen E. & Partel M. (1996). The dynamics of species richness in an experimentally restored calcareous grassland. *Journal of Vegetation Science* 7: 203–210.

9 Přílohy

Příloha A: Seznam druhů zapsaných na trvalých plochách

Zkratka	Latinský název	Český název
AceSpe	<i>Acer</i> sp.	javor
AegPod	<i>Aegopodium podagraria</i>	bršlice kozí noha
AgrCap	<i>Agrostis capillaris</i>	psineček obecný
AgrEup	<i>Agrimonia eupatoria</i>	řepík lékařský
AchMil	<i>Achillea millefolium</i>	řebříček obecný
AjuRep	<i>Ajuga reptans</i>	zběhovec plazivý
AlcSpe	<i>Alchemilla</i> sp.	kontryhel
AloPra	<i>Alopecurus pratensis</i>	psárka luční
AntOdo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	tomka vonná
AntSyl	<i>Anthriscus sylvestris</i>	kerblík lesní
AntVul	<i>Anthyllis vulneraria</i>	úročník bolhoj
AraHir	<i>Arabis hirsuta</i>	huseník chlupatý
AreSer	<i>Arenaria serpyllifolia</i>	písečnice douškolistá
ArrEla	<i>Arrhenatherum elatius</i>	ovsík vyvýšený
AspCyn	<i>Asperula cynanchica</i>	mařinka psí
AstDan	<i>Astragalus danicus</i>	kozinec dánský
AvePub	<i>Avenula pubescens</i>	ovsír pýřitý
BarVul	<i>Barbarea vulgaris</i>	barborka obecná
BetOff	<i>Betonica officinalis</i>	bukvice lékařská
BetPen	<i>Betula pendula</i>	bříza bělokorá
BotLun	<i>Botrychium lunaria</i>	vratička měsíční
BraPin	<i>Brachypodium pinnatum</i>	válečka prapořitá
BriMed	<i>Briza media</i>	třeslice prostřední
BroEre	<i>Bromus erectus</i>	sveřep vzpřímený
CalEpi	<i>Calamagrostis epigejos</i>	třtina křovištní
CamGlo	<i>Campanula glomerata</i>	zvonek klubkatý
CamPat	<i>Campanula patula</i>	zvonek rozkladitý
CapBur	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	kokoška pastuší tobolka
CarAca	<i>Carlina acaulis</i>	pupava bezlodyžná
CarBet	<i>Carpinus betulus</i>	habr obecný
Carum	<i>Carum carvi</i>	kmín kořený
CenEry	<i>Centaurium erythraea</i>	zeměžluč okolíkatá
CenJac	<i>Centaurea jacea</i>	chrpa luční
CerHol	<i>Cerastium holosteoides</i>	rožec obecný
CirAca	<i>Cirsium acaule</i>	pcháč bezlodyžný
CirArv	<i>Cirsium arvense</i>	pcháč oset
CirVul	<i>Cirsium vulgare</i>	pcháč obecný
CleVit	<i>Clematis vitalba</i>	plamének plotní
CliVul	<i>Clinopodium vulgare</i>	klinopád obecný
ColAut	<i>Colchicum autumnale</i>	ocún jesenní
ConArv	<i>Convolvulus arvensis</i>	svlačec rolní
CraSpe	<i>Crataegus</i> sp.	hloh
CreBie	<i>Crepis biennis</i>	škarda dvouletá
CruGla	<i>Cruciata glabra</i>	svízelka lysá
CxCar	<i>Carex caryophylla</i>	ostřice jarní
CxFla	<i>Carex flacca</i>	ostřice chabá
CxHir	<i>Carex hirta</i>	ostřice srstnatá
CxMur	<i>Carex muricata</i>	ostřice měkkoostenná

CxPal	<i>Carex pallescens</i>	ostřice bledavá
CxSpi	<i>Carex spicata</i>	klasnatá
CynCri	<i>Cynosurus cristatus</i>	pohánka hřebenitá
DacGlo	<i>Dactylis glomerata</i>	srha laločnatá
DanDec	<i>Danthonia decumbens</i>	trojzubec poléhavý
DauCar	<i>Daucus carota</i>	mrkev obecná
DorGer	<i>Dorycnium germanicum</i>	bílojetel německý
ElyRep	<i>Elytrigia repens</i>	pýr plazivý
EriAnn	<i>Erigeron annuus</i>	turan roční
EupCyp	<i>Euphorbia cyparissias</i>	pryšec chvojka
EupEsu	<i>Euphorbia esula</i>	pryšec obecný
FesPra	<i>Festuca pratensis</i>	kostřava luční
FesRub	<i>Festuca rubra</i>	kostřava červená
FilVul	<i>Filipendula vulgaris</i>	tužebník obecný
FraExc	<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý
FraSpe	<i>Fragaria sp.</i>	jahodník
GalAlb	<i>Galium album</i>	svízel bílý
GalApa	<i>Galium aparine</i>	svízel přítula
GalPum	<i>Galium pumilum</i>	svízel nízký
GalVer	<i>Galium verum</i>	svízel syřišťový
GenTin	<i>Genista tictoria</i>	kručinka barvířská
GerDis	<i>Geranium dissectum</i>	kakost dlanitosečný
GeuUrb	<i>Geum urbanum</i>	kuklík městský
GleHed	<i>Glechoma hederacea</i>	popenec obecný
HelGra	<i>Helianthemum grandiflorum</i>	devaterník velkokvětý
HerSph	<i>Heracleum sphondylium</i>	bolševník obecný
HieLac	<i>Hieracium lachenalii</i>	jestřábník Lachenalův
HiePil	<i>Hieracium pilosella</i>	jestřábník chlupáček
HolLan	<i>Holcus lanatus</i>	medyněk vlnatý
HypMac	<i>Hypericum maculatum</i>	třezalka skvrnitá
HypoMac	<i>Hypochaeris maculata</i>	prasetník plamatý
HypoRad	<i>Hypochaeris radicata</i>	prasetník kořenatý
HypPer	<i>Hypericum perforatum</i>	třezalka tečkovaná
ChaAro	<i>Chaerophyllum aromaticum</i>	krabilice zápašná
ChaVir	<i>Chamaecytisus virescens</i>	čilimník zelenavý
KnaKit	<i>Knautia kitaibelii</i>	chrastavec Kitaibelův
KoePyr	<i>Koeleria pyramidata</i>	smělek jehlancovitý
LacSer	<i>Lactuca serriola</i>	locika kompasová
LatPra	<i>Lathyrus pratensis</i>	hrachor luční
LeoHis	<i>Leontodon hispidus</i>	máchelka srstnatá
LeuVul	<i>Leucanthemum vulgare</i>	kopretina bílá
LigVul	<i>Ligustrum vulgare</i>	ptačí zob obecný
LinCat	<i>Linum catharticum</i>	len počistivý
LolPer	<i>Lolium perenne</i>	jílek vytrvalý
LotCor	<i>Lotus corniculatus</i>	štírovník růžkatý
LuzCam	<i>Luzula campestris</i>	bika ladní
LuzLuz	<i>Luzula luzuloides</i>	bika bělavá (hajní)
LuzPil	<i>Luzula pilosa</i>	bika chlupatá
LycFlo	<i>Lychnis flos-cuculi</i>	kohoutek luční
LysNum	<i>Lysimachia nummularia</i>	vrbina penížková
MalDom	<i>Malus domestica</i>	jabloň domác
MedFal	<i>Medicago falcata</i>	tolice srpovitá
MedLup	<i>Medicago lupulina</i>	tolice dětelová
MenArv	<i>Mentha arvensis</i>	máta rolní

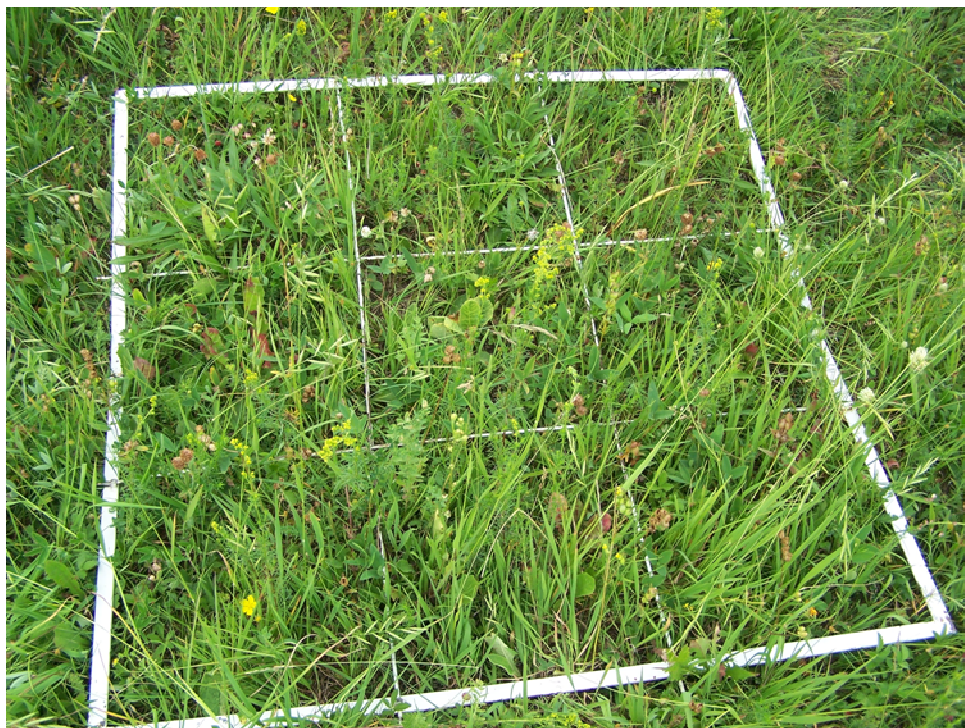
MusCom	<i>Muscari comosum</i>	modřeneček chocholatý
MyoArv	<i>Myosotis arvensis</i>	pomněnka rolní
NarStr	<i>Nardus stricta</i>	smilka tuhá
OnoSpi	<i>Ononis spinosa</i>	jehlice trnitá
OrcUst	<i>Orchis ustulata</i>	vstavač osmahlý
PasSat	<i>Pastinaca sativa</i>	pastinák setý
PhlPra	<i>Phleum pratense</i>	bojínek luční
PhySpi	<i>Phyteuma spicatum</i>	zvonečník klasnatý
PicAbi	<i>Picea abies</i>	smrk ztepilý
PimSax	<i>Pimpinella saxifraga</i>	bedrník obecný
PinSyl	<i>Pinus sylvestris</i>	borovice lesní
PlaLan	<i>Plantago lanceolata</i>	jitrocel kopinatý
PlaMaj	<i>Plantago major</i>	jitrocel větší
PlaMed	<i>Plantago media</i>	jitrocel prostřední
PoaPra	<i>Poa pratensis</i>	lipnice luční
PolVul	<i>Polygala vulgaris</i>	vítod obecný
PotAns	<i>Potentilla anserina</i>	mochna husí
PotEre	<i>Potentilla erecta</i>	mochna nátržník
PotHep	<i>Potentilla heptaphylla</i>	mochna sedmilistá
PotRep	<i>Potentilla reptans</i>	mochna plazivá
PriSpe	<i>Primula</i> sp.	prvosěnka
PruLac	<i>Prunella laciniata</i>	černoohlávek dřipený
PruSpi	<i>Prunus spinosa</i>	trnka obecná
PruVul	<i>Prunella vulgaris</i>	černoohlávek obecný
PulMol	<i>Pulmonaria mollis</i>	plicník měkký
QueSpe	<i>Quercus</i> sp.	dub
RanAur	<i>Ranunculus auricomus</i>	pryskyřník zlatožlutý
RanBul	<i>Ranunculus bulbosus</i>	pryskyřník hlíznatý
RanPol	<i>Ranunculus polyanthemos</i>	pryskyřník mnohokvětý
RanRep	<i>Ranunculus repens</i>	pryskyřník plazivý
RhiMin	<i>Rhinanthus minor</i>	kokrhel menší
RosCan	<i>Rosa canina</i>	růže šípková
RubSpe	<i>Rubus</i> sp.	ostružiník
RumAce	<i>Rumex acetosa</i>	šťovík obecný
RumAcl	<i>Rumex acetosella</i>	šťovík menší
RumCri	<i>Rumex crispus</i>	šťovík kadeřavý
SagPro	<i>Sagina procumbens</i>	úrazník položený
SalPra	<i>Salvia pratensis</i>	šalvěj luční
SalVer	<i>Salvia verticillata</i>	šalvěj přeslenitá
SanMin	<i>Sanguisorba minor</i>	krvavec menší
SecVar	<i>Securigera varia</i>	čičorka pestrá
SedSex	<i>Sedum sexangulare</i>	rozchodník šestiřadý
SenJac	<i>Senecio jacobaea</i>	starček přímětník
SesAnn	<i>Seseli annuum</i>	sesel roční
SinArv	<i>Sinapis arvensis</i>	hořčice polní
SilNut	<i>Silene nutans</i>	silenka nící
SolVir	<i>Solidago virgaurea</i>	zlatobýl obecný
SonSpe	<i>Sonchus</i> sp.	mléč
SteGra	<i>Stellaria graminea</i>	ptačinec trávovitý
SteMed	<i>Stellaria media</i>	ptačinec prostřední
TarRud	<i>Taraxacum</i> sect. <i>Ruderalia</i>	pampeliška

TeuCha	<i>Teucrium chamaedrys</i>	ožanka kalamandra
ThyPul	<i>Thymus pulegioides</i>	mateřídouška vejčitá
ThlPer	<i>Thlaspi perfoliatum</i>	penízek prorostlý
TilCor	<i>Tilia cordata</i>	lípa srdčitá
TraOri	<i>Tragopogon orientalis</i>	kozí brada východní
TriCam	<i>Trifolium campestre</i>	jetel ladní
TriDub	<i>Trifolium dubium</i>	jetel pochybný
TriFla	<i>Trisetum flavescens</i>	trojštět žlutavý
TriMed	<i>Trifolium medium</i>	jetel prostřední
TriMon	<i>Trifolium montanum</i>	jetel horský
TriOch	<i>Trifolium ochroleucon</i>	jetel bledožlutý
TriPra	<i>Trifolium pratense</i>	jetel luční
TriRep	<i>Trifolium repens</i>	jetel plazivý
TusFar	<i>Tussilago farfara</i>	podběl obecný
UrtDio	<i>Urtica dioica</i>	kopřiva dvoudomá
ValOff	<i>Valeriana officinalis</i>	kozlík lékařský
VerArv	<i>Veronica arvensis</i>	rozrazil rolní
VerCha	<i>Veronica chamaedrys</i>	rozrazil rezekvítek
VerOff	<i>Veronica officinalis</i>	rozrazil lékařský
VerSer	<i>Veronica serpyllifolia</i>	rozrazil douškolistý
VibOpu	<i>Viburnum opulus</i>	kalina obecná
VicCra	<i>Vicia cracca</i>	vikev ptačí
VicSep	<i>Vicia sepium</i>	vikev plotní
VioCan	<i>Viola canina</i>	violka psí
VioHir	<i>Viola hirta</i>	violka srstnatá

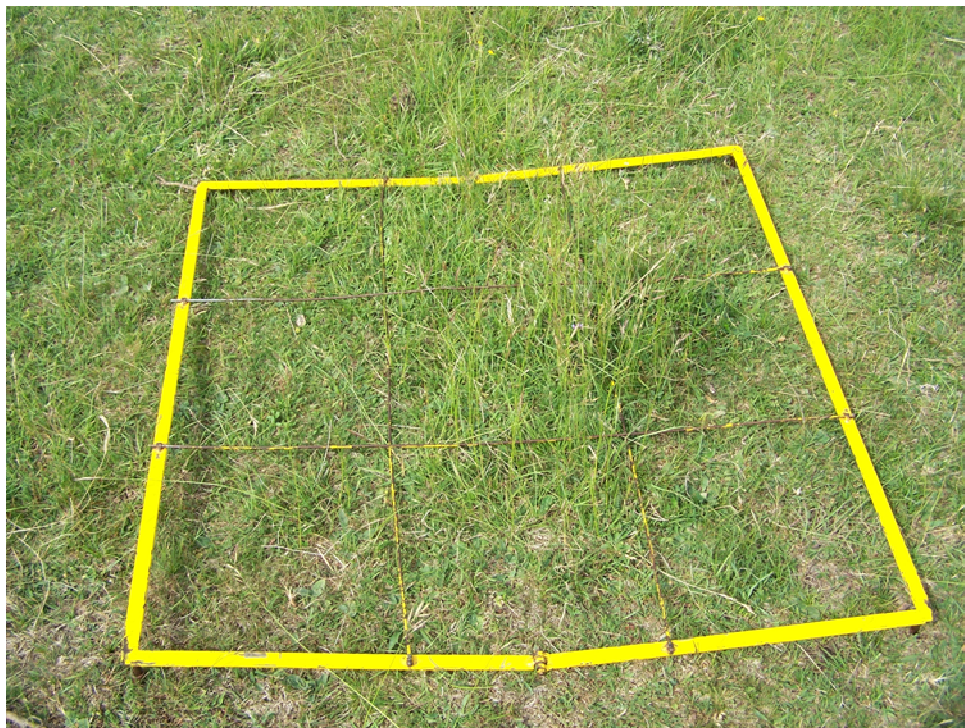
Příloha B: Fotodokumentace



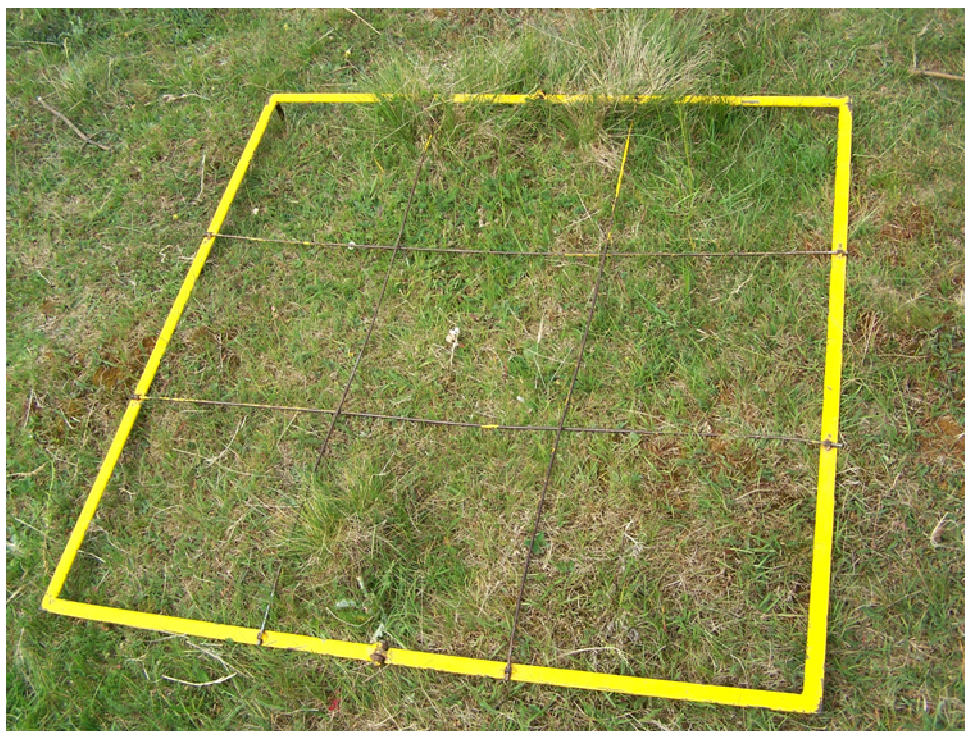
Obr. 1: Plocha ponechaná ladem, lokalita Brumov, červen 2009



Obr. 2: Plocha sečená, lokalita Brumov, červen 2009



Obr. 3: Plocha pasená, lokalita Suchov, květen 2009



Obr. 4: Plocha pasená a vypalovaná, lokalita Suchov, květen 2009



Obr. 5: Pastva ovcí na lokalitě Suchov, květen 2009



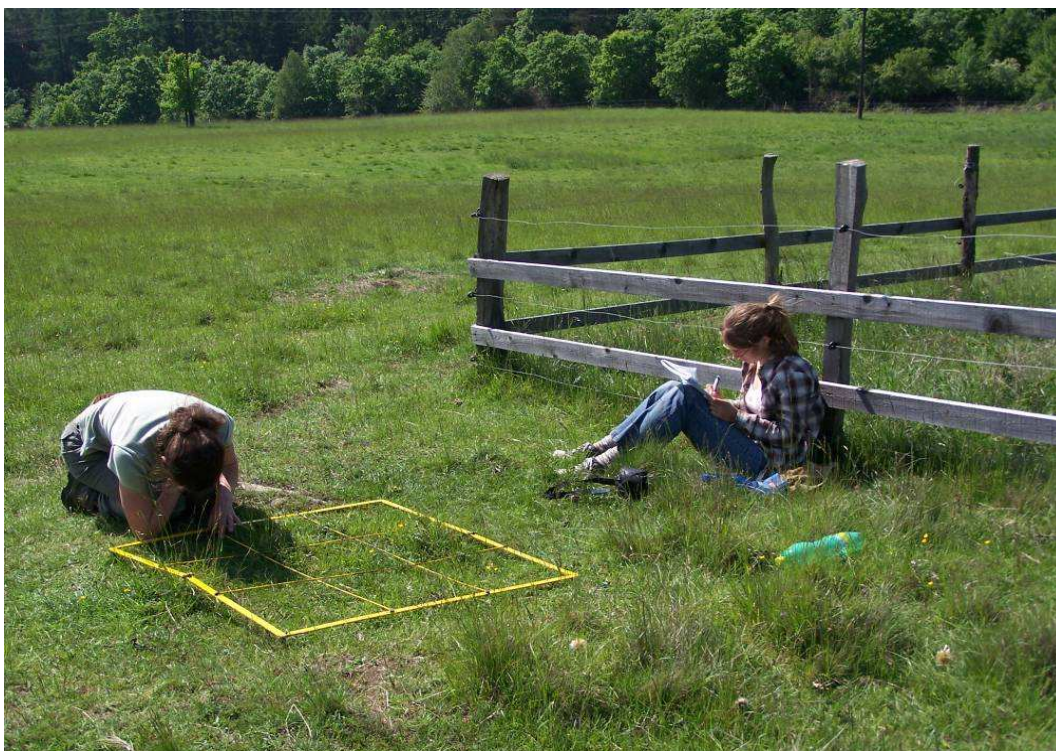
Obr. 6: Pastva skotu na lokalitě Lopeník, květen 2005



Obr. 7: Sečení experimentálních ploch na lokalitě Suchov, červenec 2007



Obr. 16: Vypálené plochy na lokalitě Brumov, duben 2009

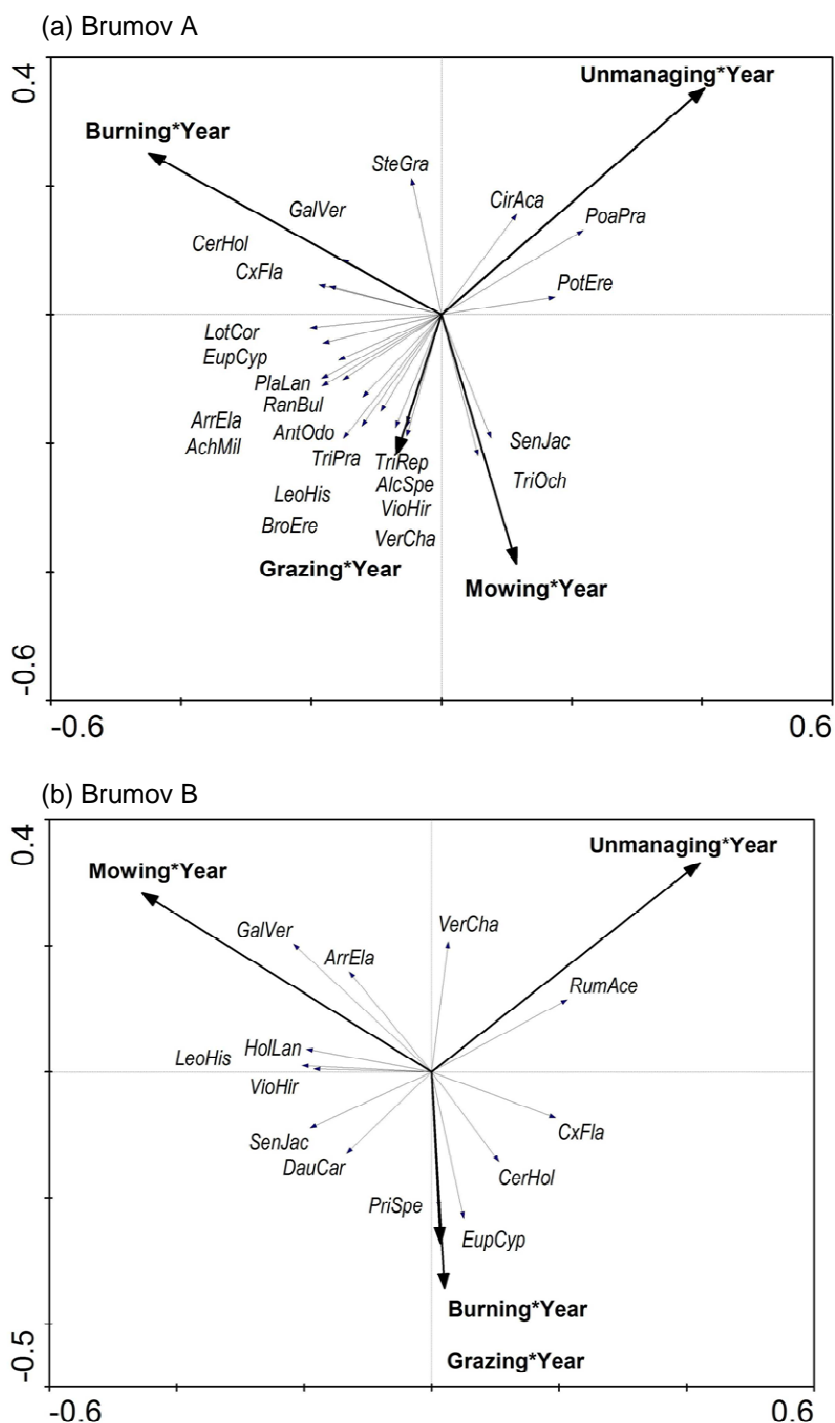


Obr. 9: Zapisování pokryvností druhů v podplochách, Suchov, květen 2008

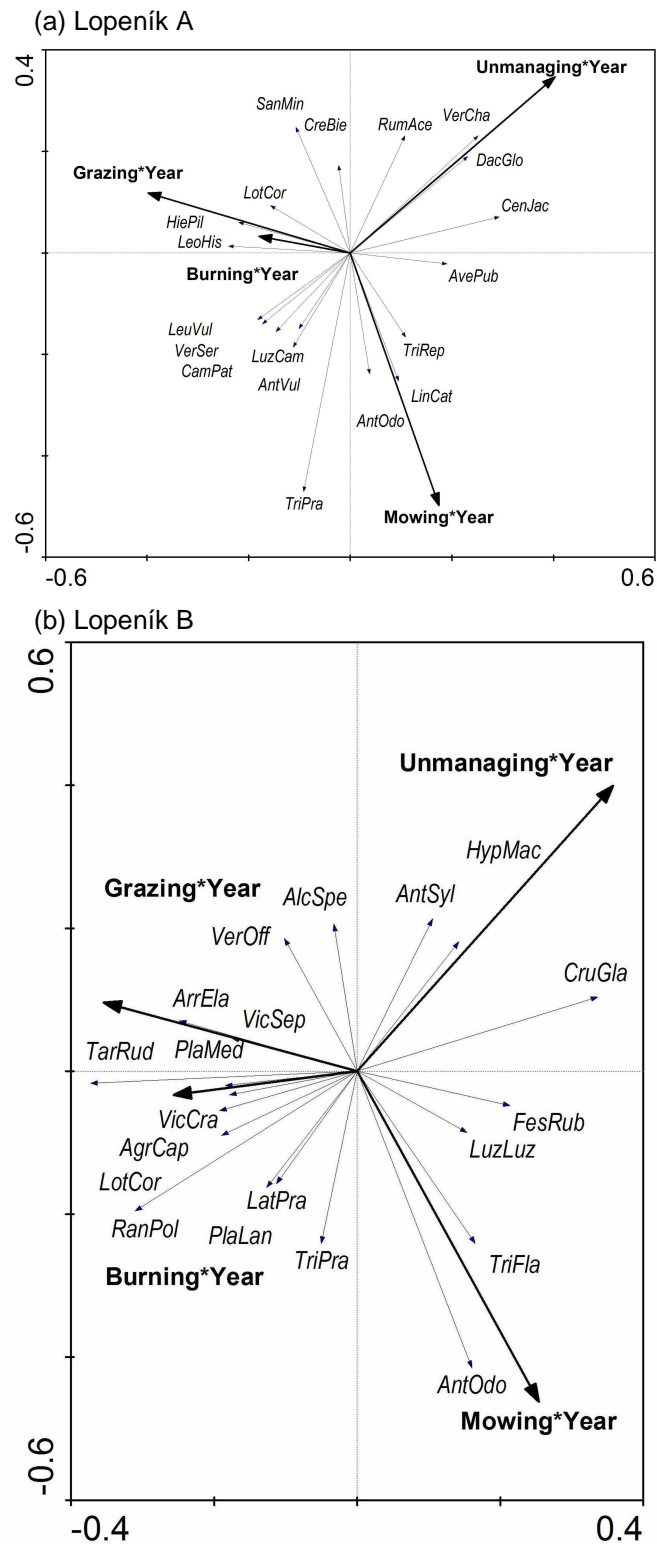


Obr. 10: Ohrada B lokality Brumov na satelitní mapě
[<http://maps.google.cz/maps?hl=cs&tab=w1>]

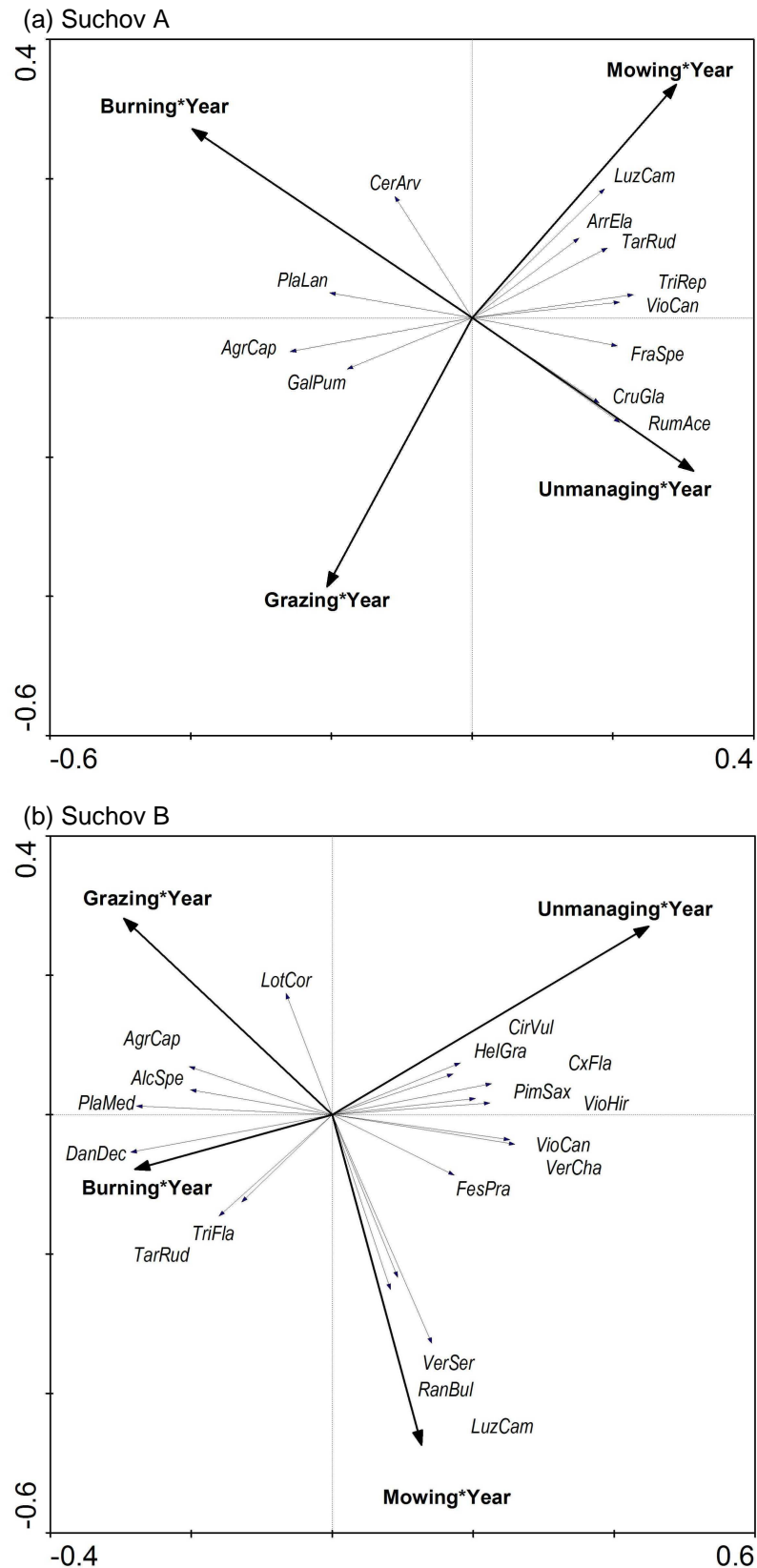
Příloha C: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů a charakteristických znaků v plochách 1 m × 1 m a 33 cm × 33 cm



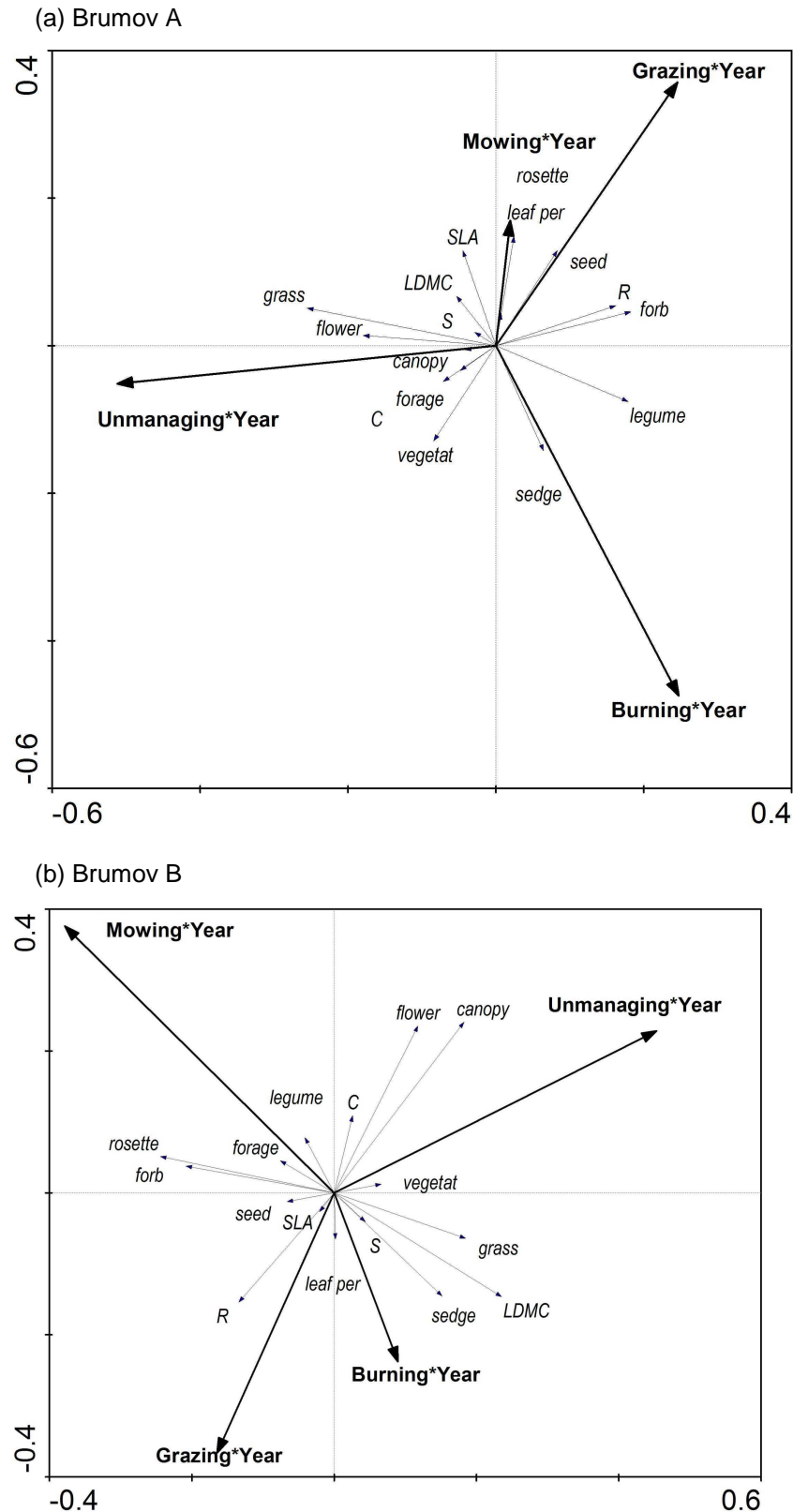
Obr. 1: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Brumov A, všechny kan. osy vysvětlují 9.1% variability, F-ratio = 3.059, P-value = 0.0030; (b) Brumov B, všechny kan. osy vysvětlují 8.5% variability, F-ratio = 2.862, P-value = 0.0100. *Fit Range* druhů 3–100%.



Obr. 2: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Lopeník A, všechny kan. osy vysvětlují 8.8% variability, F-ratio = 2.968, P-value = 0.0090; (b) Lopeník B, všechny kan. osy vysvětlují 12.4% variability, F-ratio = 4.348, P-value = 0.0010. *Fit Range* druhů 3–100%.

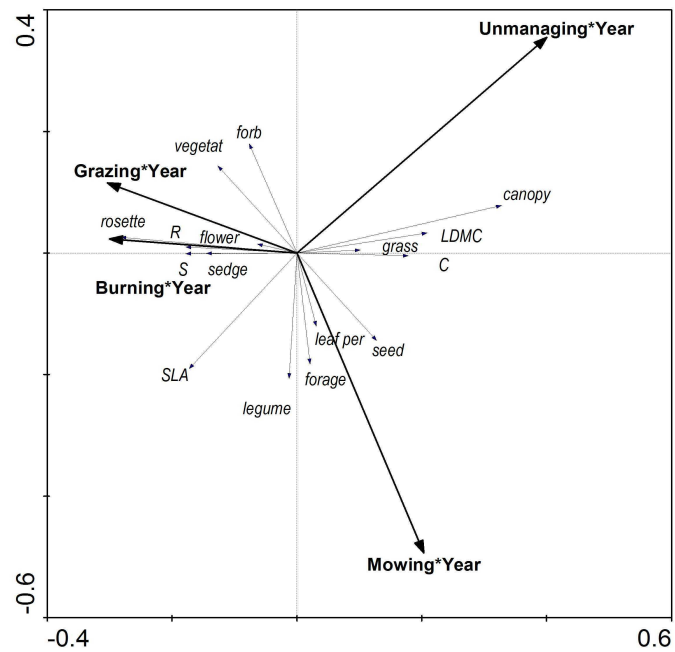


Obr. 3: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Suchov A, všechny kan. osy vysvětlují 9.1% variability, F-ratio = 3.079, P-value = 0.0020; (b) Suchov B všechny kan. osy vysvětlují 7.2% variability, F-ratio = 2.365, P-value = 0.0010. *Fit Range* druhů 3–100%.

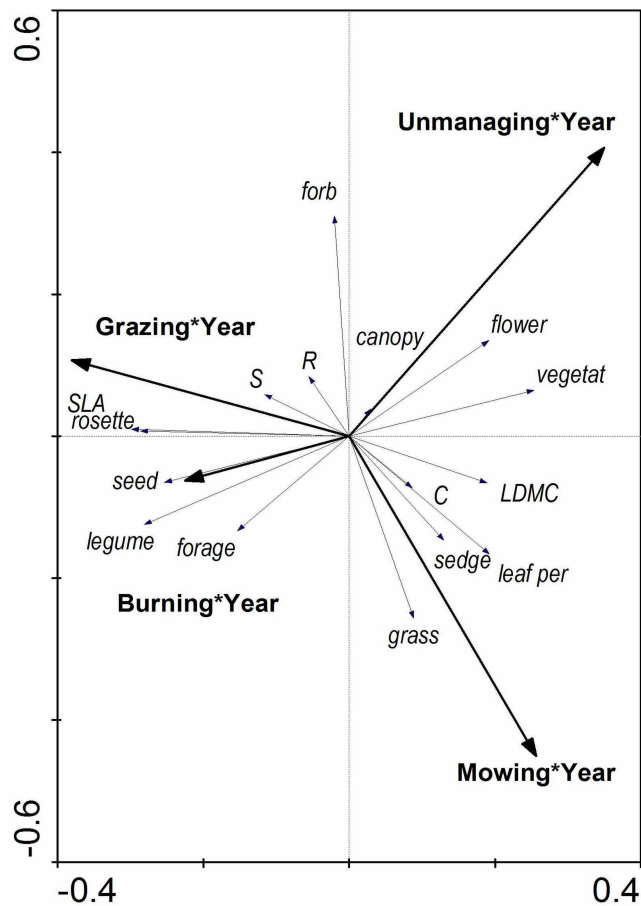


Obr. 4: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše $1 \text{ m} \times 1 \text{ m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Brumov A, všechny kan. osy vysvětlují 9.8% variability, F-ratio = 3.317, P-value = 0.0020; (b) Brumov B, všechny kan. osy vysvětlují 12.6% variability, F-ratio = 4.430, P-value = 0.0010

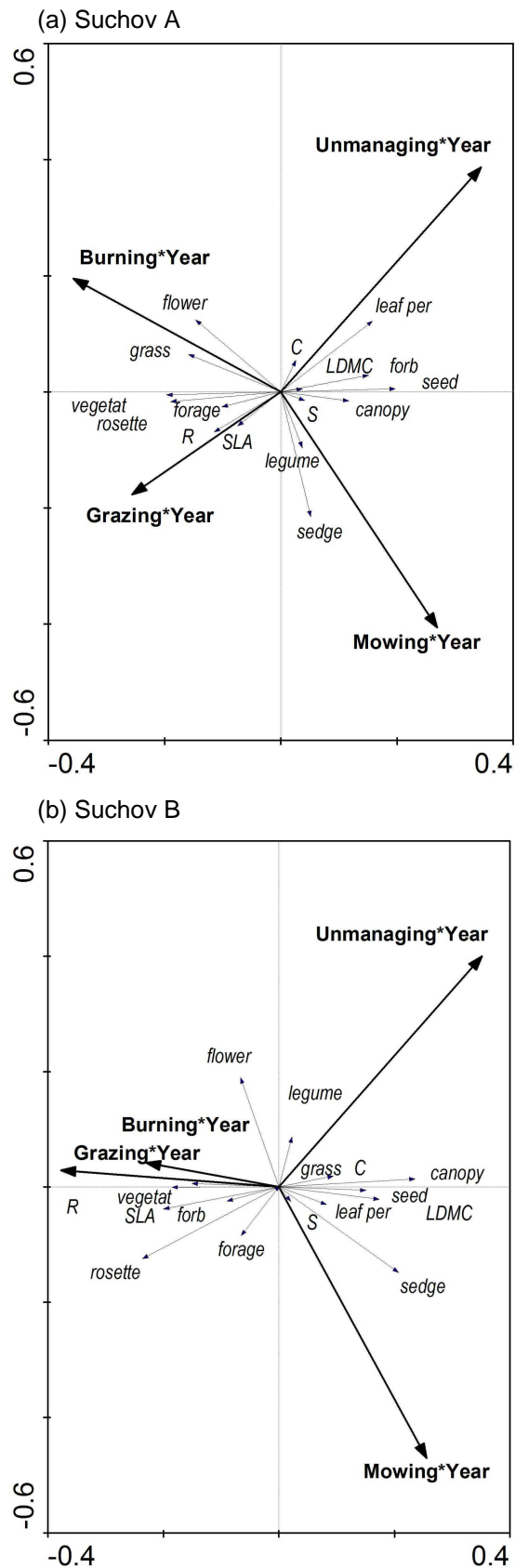
(a) Lopeník A



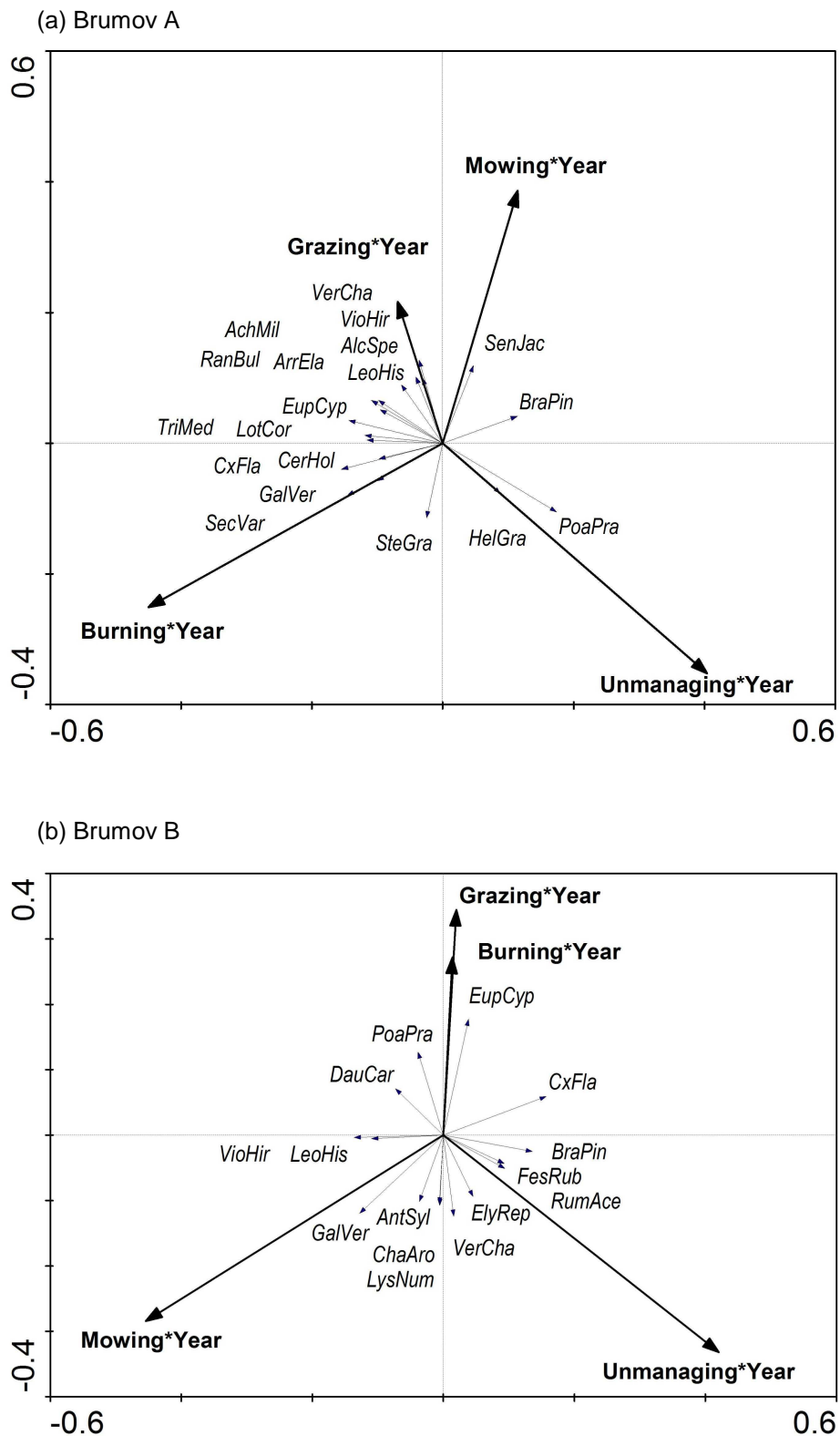
(b) Lopeník B



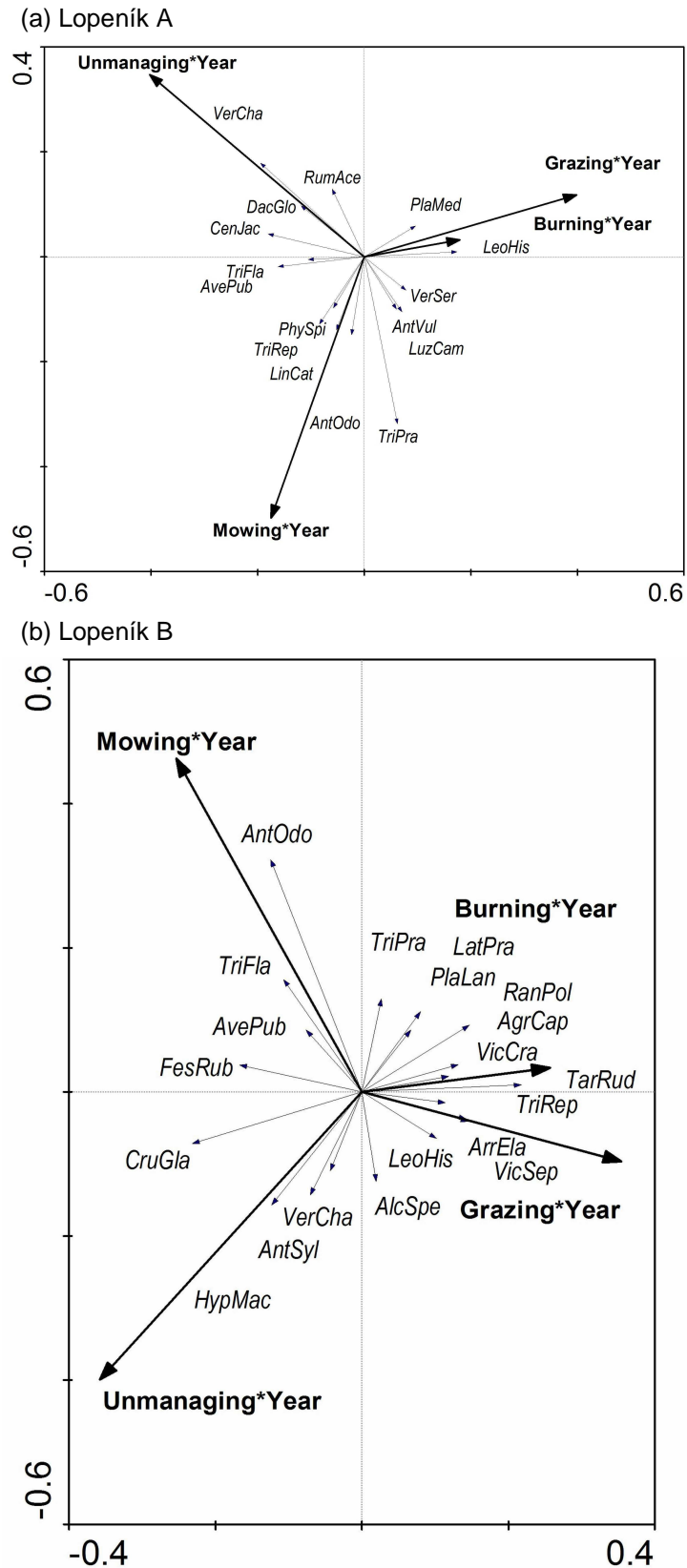
Obr. 5: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše 1 m × 1 m dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Lopeník A, všechny kan. osy vysvětlují 13.3% variability, F-ratio = 4.698, P-value = 0.0010; (b) Lopeník B, všechny kan. osy vysvětlují 16.6% variability, F-ratio = 6.110, P-value = 0.0010



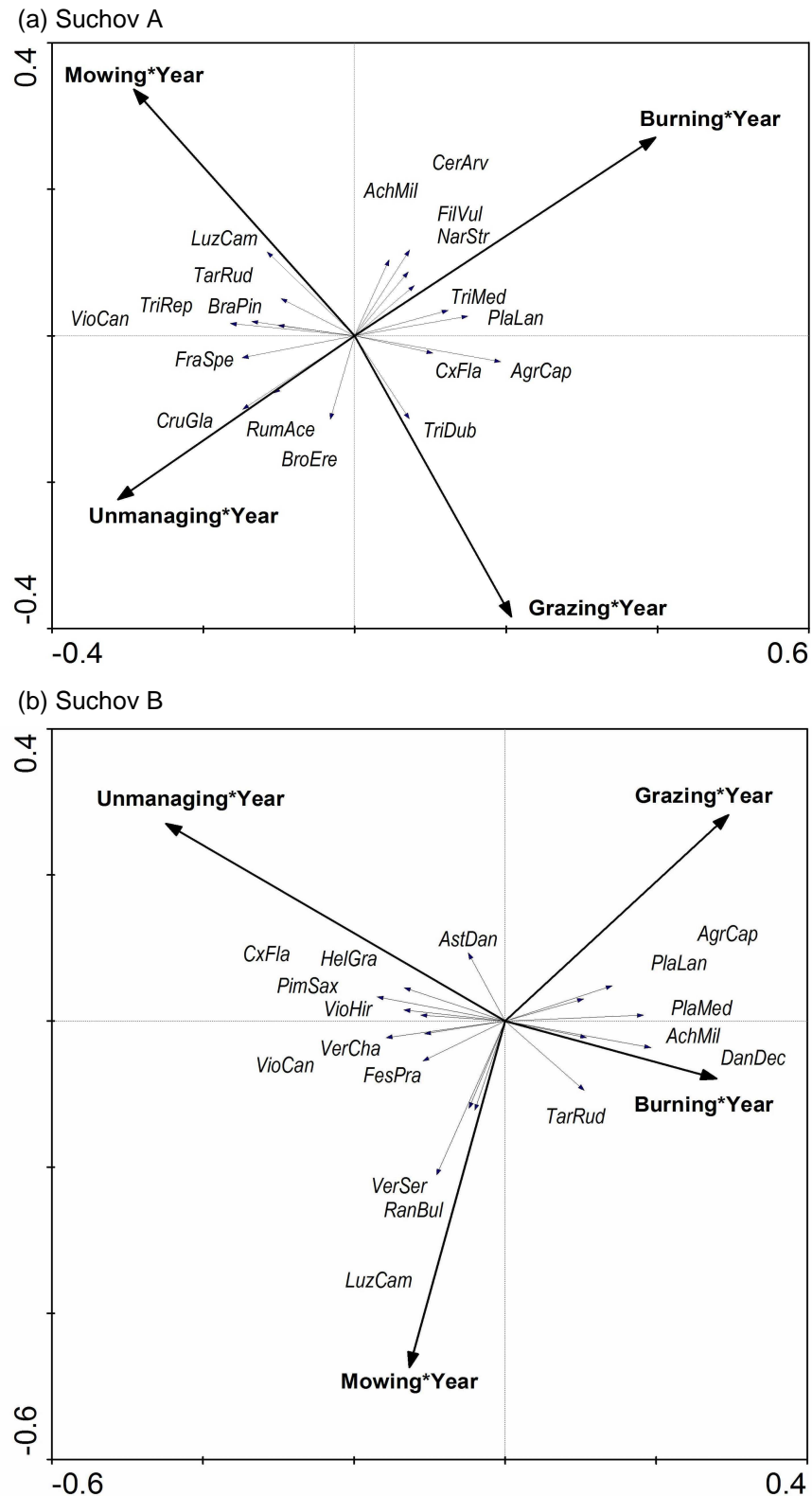
Obr. 6: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Suchov A, všechny kan. osy vysvětlují 9.0% variability, F-ratio = 3.031, P-value = 0.0070; (b) Suchov B všechny kan. osy vysvětlují 10.8% variability, F-ratio = 3.713, P-value = 0.0010



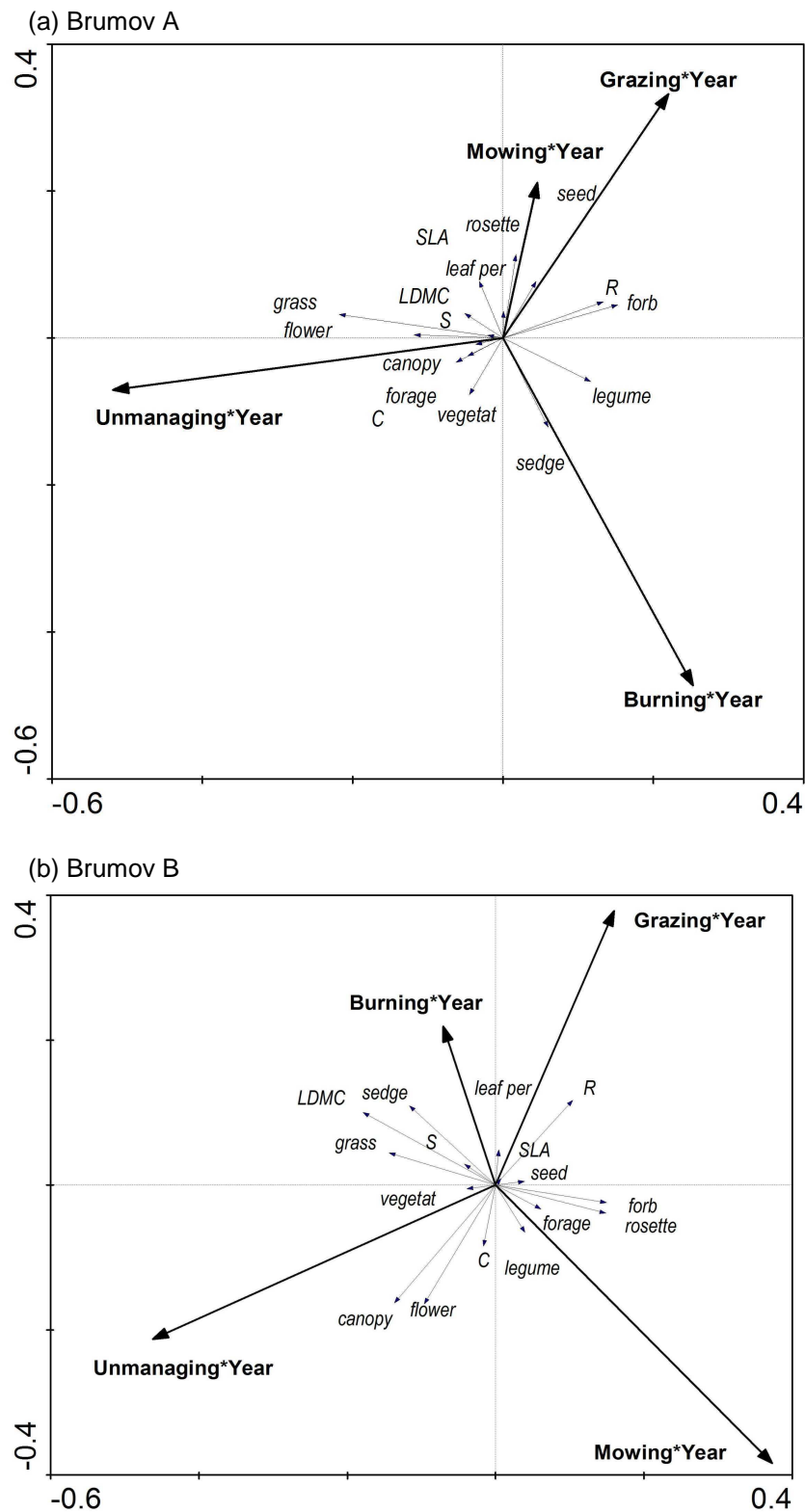
Obr. 7: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Brumov A, všechny kan. osy vysvětlují 3.5% variability, F-ratio = 10.896, P-value = 0.0220; (b) Brumov B, všechny kan. osy vysvětlují 3.6% variability, F-ratio = 11.129, P-value = 0.0340. *Fit Range* druhů 1–100 %.



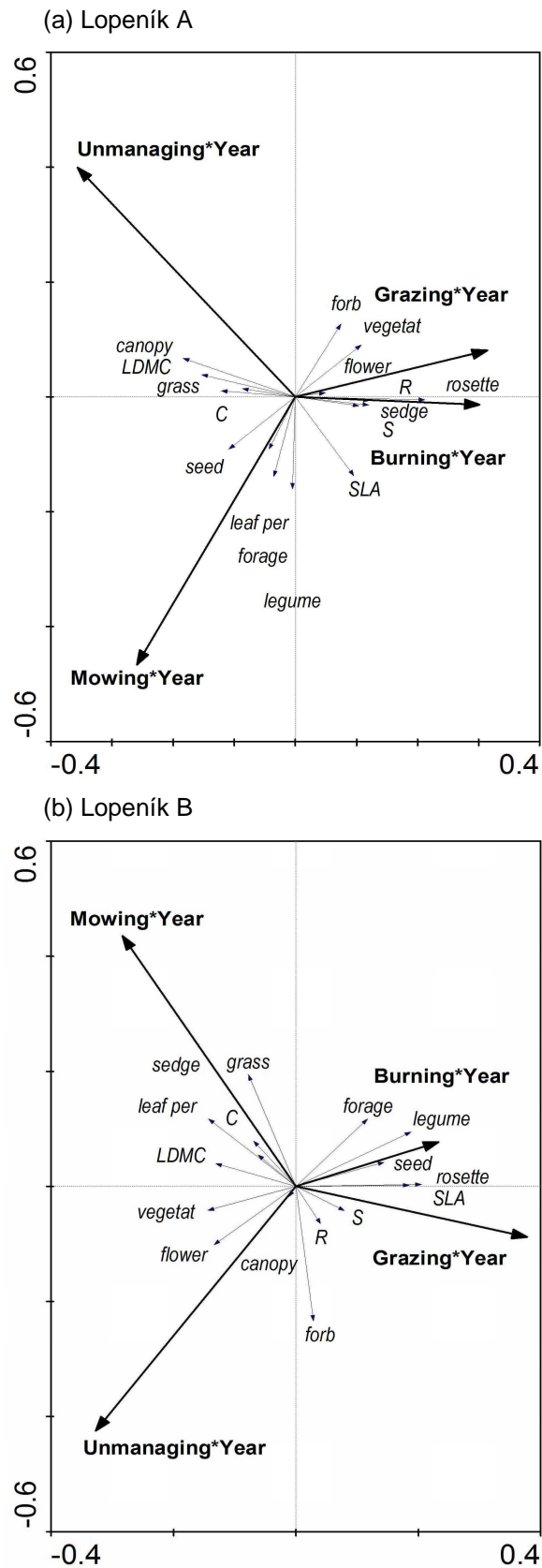
Obr. 8: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Lopeník A, všechny kan. osy vysvětlují 3.7% variability, F-ratio = 11.270, P-value = 0.0330; (b) Lopeník B, všechny kan. osy vysvětlují 4.9% variability, F-ratio = 15.391, P-value = 0.0060. *Fit Range* druhů 1–100 %.



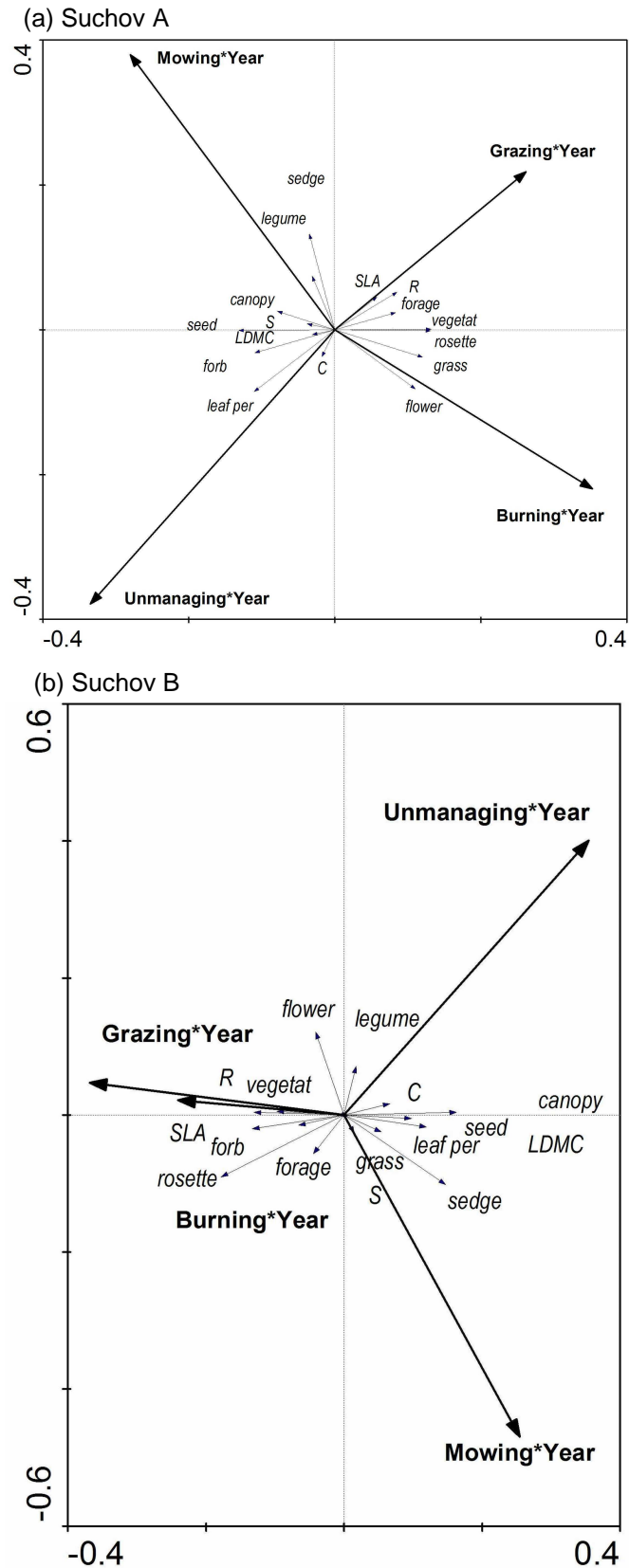
Obr. 9: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností druhů v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Suchov A, všechny kan. osy vysvětlují 4.0% variability, F-ratio = 12.395, P-value = 0.0110; (b) Suchov B všechny kan. osy vysvětlují 2.6% variability, F-ratio = 7.918, P-value = 0.0240. *Fit Range* druhů 1–100 %.



Obr. 10: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Brumov A, všechny kan. osy vysvětlují 3.6% variability, F-ratio = 11.018, P-value = 0.0110; (b) Brumov B, všechny kan. osy vysvětlují 4.8% variability, F-ratio = 14.879, P-value = 0.0020



Obr. 11: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Lopeník A, všechny kan. osy vysvětlují 4.9% variability, F-ratio = 15.300, P-value = 0.0170; (b) Lopeník B, všechny kan. osy vysvětlují 6.1% variability, F-ratio = 19.352, P-value = 0.0020



Obr. 12: Ordinační diagramy RDA změn pokryvností charakteristických znaků v ploše 33 cm × 33 cm dle způsobu obhospodařování na lokalitách (a) Suchov A, všechny kan. osy vysvětlují 3.5% variability, F-ratio = 10.790, P-value = 0.0030; (b) Suchov B všechny kan. osy vysvětlují 3.8% variability, F-ratio = 11.623, P-value = 0.0120