

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra botaniky



# Fenologický vývoj druhově bohatých travních porostů při různých způsobech obhospodařování

Jana Juráková

Diplomová práce předložená jako součást požadavků na získání titulu Mgr. v oboru Biologie -  
botanika

(Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Botanika)

Vedoucí práce: Mgr. Jan Mládek

Olomouc 2010



## **Prohlášení**

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

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své magisterské diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Univeritou Palackého na jejích internetových stránkách.

V Olomouci 26. července 2010

.....

## **Poděkování**

Za zajímavé téma, pomoc při práci v terénu i při statistickém zpracování výsledků, podnětné rady a připomínky děkuji především vedoucímu mé diplomové práce, Mgr. Janu Mládkovi, děkuji také své rodině a přátelům za jejich nezdolný optimismus.

Dále bych ráda poděkovala za vnitřní grant IGA Prf-2010-001 a projekt RPV MŽP SP/2D3/179/07, které terénní pokus v Bílých Karpatech finančně podpořily.

## **Bibliografická identifikace**

Jméno a příjmení autora: Jana Juráková

Název práce: Fenologický vývoj druhově bohatých travních porostů při různých způsobech obhospodařování

Typ práce: Magisterská práce

Pracoviště: Katedra botaniky PŘF UP

Vedoucí práce: Mgr. Jan Mládek

Rok obhajoby práce: 2010

### **Abstrakt:**

Použití fenologie k načasování managementu je ve společenstvu druhově bohatých travních porostů poměrně málo prozkoumáno. Cílem mé práce bylo zachytit sezonní dynamiku společenstva v závislosti na prováděném managementu. Tím byla pastva, pastva spojená s jarním vypalováním, kosení v polovině července a ponechání ladem. Data jsem zapisovala v průběhu dvou vegetačních sezon na počátku května, června a července na třech lokalitách v oblasti Bílých Karpat. Sledovanými parametry byly: pokryvnost, výška porostu a stupeň fenologické fáze. Další charakteristiky jsem získala z databází funkčních znaků BioFlor a LEDA. Pomocí mnohorozměrné analýzy RDA jsem zjistila, že se po pěti letech odlišného způsobu hospodaření výsledná společenstva lišila svým druhovým složením. Analýza na úrovni funkčních znaků ukázala, že rostliny s generativní reprodukcí byly soustředěny na pasené a kosené plochy, naopak druhy s vegetativním typem reprodukce podporovalo ponechání ladem. Časný nástup kvetení i malý obsah sušiny v listech charakterizoval rostliny na kosených plochách, pozdní vývoj a velký obsah sušiny měly druhy neobhospodařovaných ploch. Analýzou vlastních měření jsem zjistila, že s rostoucí mírou disturbance klesala výška porostu. Fenologickou komplementaritu, asynchronii sezonního vývoje mezi druhy, jsem zjistila v jediném případě, kde dosahovala nejvyšších hodnot na vypalovaných a pasených plochách. Většina rostlin zůstala v průběhu sledovaného období ve sterilním stavu, proporce generativních fenologických fází byla největší na kosených plochách. Fenologický vývoj probíhal nejrychleji na kosených plochách, podobný vliv měla pastva a pastva spojená s vypalováním, nejpomalejší vývoj jsem zaznamenala na plochách ponechaných ladem. Výsledky mé práce naznačují, že na kosených plochách dochází k nejčasnějšímu a

nejrychlejšímu fenologickému vývoji a také největší synchronizaci mezi druhy. U této vegetace lze tedy předpokládat potřebu nejčasnější sklizně s ohledem na udržení kvality píče. Naopak na pasených plochách lze očekávat fenologickou komplementaritu, tedy koexistenci dominantních druhů ve společenstvu na základě diferenciací nik v čase.

Klíčová slova: fenologická komplementarita, fenologický progres, pastva, poměry fenofází, ponechání ladem, predikce fenologie, RDA, sečení, vypalování, výška porostu

Počet stran: 51

Počet příloh: 17

Jazyk: Čeština

**Bibliographical identification:**

Autor's first name and surname: Jana Juráková.

Title: Phenological development of species-rich grasslands under different management

Type of thesis: master

Department: Department of Botany, Faculty of Science, Palacký University

Supervisor: Mgr. Jan Mládek

The year of presentation: 2010

**Abstract:**

The use of plant phenology for timing of management practices is poorly understood in species-rich grasslands. The aim of my study was to assess the seasonal changes under different management. The management includes grazing, combination of grazing and spring burning once in four years, mowing in mid-July and abandonment. I have collected data from the permanent plots during one season in the beginning of May, June and July on three localities in the White Carpathian Mountains. The data contained cover for each species, plant height of each permanent plot and degree of phenological phase. Functional traits were extracted from BioFlor and LEDA Traitbase databases. Multivariate analyses of the data showed, that after five years of experiment the management selected different plant communities. Analyses on the level of functional traits showed, that plants with generative reproduction were associated in mowing and grazing sites, on the contrary, species with vegetative reproduction prevailed on the unmanaged sites. Early flowering and low leaf dry matter content was characterized for species from mown sites, late begin of flowering and high leaf dry matter content had species on unmanaged sites. Finally, I found, that plant height was decreasing with increasing intensity of disturbances. Phenological complementarity, the asynchrony of species seasonal growth rates within plant community, I found in one case, where different burning and grazing sites, with the highest values, from mowing and unmanaged sites. A major part of community was in studying time in a sterile phase, proportion of generative phenophases were the most in mown sites. Phenological progress was faster in the mowing sites, grazing has a similar effect like grazing with burning and slower progress I found in the unmanaged sites. My results suggest that the main phenological changes proceeds in the mown sites early in the season, in this sites are species

also more synchronous. In this case we can presuppose early harvesting in relation to maintenance forage quality. By contrast, on the grazing sites we can expect phenological complementarity, a coexistence of dominant species in a plant community due to niche differentiation in time.

Keywords: phenological complementarity, phenological forwardness, grazing, phenophase proportions, unmanaged, phenology prediction, RDA, mowing, burning, plant height

Number of pages: 51

Number of appendices: 17

Language: Czech



## OBSAH

1. ÚVOD.....	10
2. CÍLE PRÁCE.....	14
3. METODIKA.....	15
3.1. Popis studovaných lokalit.....	15
3.2. Uspořádání pokusu.....	16
3.3. Sběr dat.....	17
3.4. Statistické zpracování dat.....	18
4. VÝSLEDKY.....	22
4.1. RDA údajů o pokryvnosti .....	22
4.2. Analýza charakteristických znaků.....	22
4.3. Výška porostu.....	24
4.4. Cumulative peak species abundances.....	27
4.5. Fenologická komplementarita.....	29
4.6. Fenologický progres.....	31
4.7. Poměry fenofází .....	32
4.8. RDA fenologických fází.....	35
5. DISKUSE.....	40
5.1. RDA údajů o pokryvnosti.....	40
5.2. Analýza charakteristických znaků.....	40
5.3. Výška porostu.....	40
5.4. Cumulative peak species abundances.....	41
5.5. Fenologická komplementarita.....	42
5.6. Fenologický progres.....	43
5.7. Poměry fenofází.....	43
5.8. RDA fenologických fází.....	44
6. ZÁVĚR.....	45
7. LITERATURA.....	47
8. PŘÍLOHY.....	52

## 1. ÚVOD

Termín „fenologie“ je odvozen z řeckého slova „phaino“, které znamená „ukázat se, objevit“. Fenologie je definována jako studium sezonality životních událostí. Pro rostliny může být načasování těchto dějů kritické pro přežití a reprodukci (Rathcke and Lacey 1985) a jako jeden z klíčových jevů rostlinné ekologie přitahovalo pozornost po řadu let (Agren and Fagerström 1980; Cole 1981; Kochmer and Handel 1986). Sezonní vývoj lze sledovat na úrovni jedinců, populací, druhů a společenstev. Charakter životního cyklu rostlin, na který je nahlíženo jako na sekvenci fenologických fází, může být kvantitavně vyjádřen parametry jakými je například čas výskytu, trvání a synchronizace jednotlivých fenologických fází s ostatními jedinci. Tyto parametry mohou ovlivňovat hodnoty parametrů vyšších úrovní, například stupeň synchronizace mezi druhy. Fenologický pattern má silný fylogenetický základ (Kochmer and Handel 1986). Fenologické studie rozeznávají obvykle následující fenologické fáze: klíčení, kvetení, a dozrávání semen (Rathcke and Lacey 1985).

Doba nástupu fenologické fáze závisí na celé řadě podmínek (Rathcke and Lacey 1985). Uplatňují se zde faktory endogenní (dědičně fixované vlastnosti druhů), i exogenní, dané vlastnostmi prostředí (mikroklima, vlastnosti substrátu, biotické faktory). Rozhodující jsou přitom teplotní a vlhkostní poměry na stanovišti a délka dne (Rychnovská et al. 1985). Vedoucí úlohu v iniciaci fenologického vývoje rostlin má bezesporu teplota (Ansquer et al. 2009, Fittler et al. 1995, Schemske et al. 1978). Na základě tohoto faktu je možné předpovídat fenologický vývoj (nástup fenologických fází) pomocí „sumy efektivních teplot“ (tzv. „growing degree days“ – GDD), existuje však celá řada způsobů jejího výpočtu. Nejčastěji výpočet využívá průměrnou denní teplotu, nebo denní minima a maxima (Ansquer et al. 2009).

Důvod, proč se jednotlivé druhy liší dobou nástupu fenologických fází, je třeba hledat v reakci na nerovnoměrné rozložení zdrojů (světla, tepla, živin) v průběhu vegetační sezony (Bazzaz 1991). Životní události jsou časovány tak, aby se kryly s dostupností nezbytných zdrojů. Vzájemná koexistence druhů ve společenstvu může být výsledkem jejich rozdílných preferencí, a tak sezonní rytmy reprezentují formu niky v čase (Begon et al. 1996). Druhy koexisující v travním společenstvu se často liší fenologií biomasy (Williamson 1976; Sydes

1984), způsobenou sezonními rozdíly v počtu listů. (Mitchley and Grubb 1988). Volba niky, jako výsledek přírodního výběru, se vyskytuje stejně jako v prostoru i v čase.

Zejména v sedmdesátých a osmdesátých letech byla předmětem řady fenologických studií hypotéza: odlišná doba květu mezi druhy je důsledkem competičního tlaku o vhodné opylovače. Ztráta pylu snižuje příspěvek jedince do budoucích generací, a tak jsou zvýhodněny druhy kvetoucí v jinou dobu. Některé studie opravdu potvrdily tento fakt (Cole 1981), jiné nikoli (Rathcke and Lacey 1985).

Sezonním výskytem opylovačů byl také vysvětlován sled barevných aspektů v lučních společenstvech (Rychnovská et al. 1985, Balátová-Tuláčková 1971), protože kromě trav, které jsou anemofilní, jsou prakticky všechny luční dvouděložné rostliny entomofilní (Rychnovská et al. 1985). V některých typech luk, například u intenzivně hnojených, spásaných, nebo mokřadních typů však převažují anemofilní rostliny z čeledí *Poaceae*, *Juncaceae*, *Cyperaceae* (Rychnovská et al. 1985). Nicméně faktem, které druhy s odlišnými způsoby opylování vykazují rozdílné tvary fenologických křivek, se zabývalo poměrně málo studií (Rabinowitz et al. 1981).

Střídání sezonních aspektů, spojené s fenologickým vývojem jednotlivých druhů nebo skupin druhů, je stálé pro každý luční typ za předpokladu, že se vnější stanovištní a klimatické podmínky podstatně nemění. V temperátních oblastech je sexuální reprodukce u většiny druhů travních společenstev soustředěna v jarních měsících. U stabilních společenstev jde o fixovaný sezonní rytmus, vývoj porostu však může být přerušen prováděným managementem (Rychnovská et al. 1985). Typ managementu, kterým je nejčastěji kosení nebo pastva, má na druhy travních společenstev široký dopad. Vzájemný vztah mezi sezonní dynamikou a způsobem obhospodařování byl díky svému evolučnímu významu, předmětem častého vědeckého zájmu (např. Reisch and Poschold 2009). Vliv managementu na posun fenologických fází společenstva může být výsledkem fyziologické plasticity (Quinn and Miller 1967), posunu proporcí rozdílných genotypů (Carman and Briske 2004, Reisch and Poschold 2009), nebo je zapříčiněn tím, že mění zastoupení druhů s odlišnou dobou kvetení (Díaz et al. 1994, Ansquer et al. 2009).

Oba typy managementu, kosení a pastva mají silný dopad na znaky spojené s reprodukcí. Jak prokázali ve své studii Reisch and Poschold (2009), populace z kosených lokalit kvetly

prokazatelně dříve než ty z pasených. Asynchronie doby květu omezuje genový tok a přispívá k diferenciaci druhů (Rathcke and Lacey 1985), proto byla genetická diferenciaci mnohem větší mezi populacemi z lokalit s odlišným managementem, než mezi populacemi ze vzdálených území (Reisch and Poschold 2009). Pastva neovlivňuje příliš čas kvetení, ale má vliv na počet květních částí (Díaz et al. 1994). Mnoho druhů travních společenstev začíná svůj reprodukční cyklus před kosením, ale ne všechny jsou schopny jej před kosením dokončit (Martínková et al. 2002). Odstranění reprodukčních vrcholů na jaře indukuje u mnoha druhů trav vegetativní růst (Ansquer et al. 2009).

Kvetení a dozrávání plodů, znaky spojené s reprodukcí, mají silný fylogenetický základ (Kochmer and Handel 1986), zatímco vegetativní znaky jsou mnohem plastičtější a proto je pravděpodobnější, že se budou měnit jako odpověď na podmínky prostředí. Na druhou stranu, celá řada vegetativních charakteristik, jakými jsou například růstová rychlost, velikost, rezistence a schopnost akumulace zásobních látek určuje období roku, ve kterém je rostlina schopna růst a rozmnožit se, a tudíž omezuje rostlinnou fenologii (Al Mufti et al. 1977, Rathcke and Lacey 1985, Kochmer and Handel 1986, Díaz et al. 1994). Protože růst je realizován pouze v období mezi disturbancemi, o přítomnosti druhů a tedy i o složení a chování celého společenstva rozhoduje, v které části jeho vývoje k disturbanci došlo (Kahlert et al. 2005, Křivánková 2010). Je například známo, že druhy s malým obsahem sušiny v listech (LDMC) jsou fenologicky časnější (Ansquer et al. 2009). Podobný význam má i výška rostliny, nejčastěji studovaný vegetativní znak (Klimešová 2008), která je hlavním ukazatelem toho, jak je rostlina schopná konkurovat o světlo a akumulovat uhlík. Tato kompetiční výhoda však závisí spíše na relativní; než absolutní výšce (Falster and Westoby 2003). Tato charakteristika také souvisí s jinými funkčními vlastnostmi (Klimešová et al. 2008), jakými jsou například délka života, množství semen a čas jejich dozrávání (Moles et al. 2009). Vegetativní znaky je tedy možné použít k pochopení vlivu managementu na rostlinnou fenologii na úrovni společenstev (Ansquer et al. 2009).

Zajímavým jevem ve fenologii společenstev je tzv. fenologická komplementarita, asynchronie v růstu a využívání zdrojů, kdy různé druhy ve společenstvu dosahují maximální pokrývnosti v jiné periodě. Vyskytuje se v heterogenním prostředí, kdekoliv jsou dočasné nebo jinak omezené zdroje (Gulmon et al. 1983, Rathcke and Lacey 1985, Stevens and Carson 2001). Různorodé prostředí umožňuje specializaci a využívání různých zdrojů jinými druhy rostlin,

které kvetou v odlišnou dobu. Uniformní prostředí v travních porostech naopak podporuje dominanty (Wacker et al. 2007). Komplementaritu lze tedy předpokládat na disturbovaných místech, jakými jsou pastviny, kde díky selektivě defoliace, nerovnoměrnému sešlapu, pokáleným a pomočeným místům vzniká heterogenní prostředí (Mládek 2008). Naproti tomu na loukách a v opuštěných porostech je relativně uniformní prostředí, fenologický vývoj porostu je dán především konkurencí o světlo a všechny druhy dosahují svého maximálního rozvoje v přibližně stejnou dobu (Wacker et al. 2007), společenstva zde tedy vykazují spíše známky synchronicity. Fenologická komplementarita byla v nedávné době předmětem několika studií (Stevens and Carson 2001, Quin et al. 2003, Wacker et al. 2007, Zhao et al. 2007), především ve vztahu k druhové diverzitě a ekosystémovým funkcím. McNaughton (1993) zjistil, že druhy dosahují fenologického maxima současně ve společenstvech s malou diverzitou, naproti tomu Stevens and Carson (2001) dokázali, že komplementarity může být dosaženo i při relativně nízké diverzitě osmi druhů na vegetační snímek. Pozitivní efekt komplementarity odráží rozdělení nik, nebo pozitivní interakce mezi druhy (Wacker et al. 2007).

## 2. CÍLE PRÁCE

Zastoupení živin v rostlinách a tím i jejich krmná hodnota se během roku mění (Hejduk and Mládek 2008), svého vrcholu dosahuje před kvetením, optimální doba seče tedy nastává těsně před rozkvetem nejhojnějšího druhu (Rychnovská et al. 1985). Znalost fenologického vývoje tedy může pomoci vhodně načasovat management. Použití fenologie pro tyto účely je u společenstev druhově bohatých travníků poměrně málo prozkoumané (Ansquer et al. 2009). Mnoho otázek, týkajících se sezonních změn společenstev travních porostů mírného pásma zůstává nezodpovězeno (Martínková et al. 2002). Cílem této práce bylo zachytit sezonní vývoj biomasy a fenologických fází u různě obhospodařovaných porostů.

### Otázky:

1. Odlišují se svým fenologickým vývojem plochy s různým typem obhospodařování? Jsou případné rozdíly způsobeny druhovým složením?
2. Liší se sezonní vývoj výšky porostu mezi jednotlivými managementy?
3. Projevuje se u studovaných společenstev fenologická komplementarita? Vykazují pasené a vypalované plochy vyšší komplementaritu než kosené a ladem ležící?
4. Má management vliv na zastoupením rostlin s generativní reprodukcí?
5. Je rozdíl mezi managementy patrný v rychlosti fenologického vývoje?

### 3. METODIKA

#### 3.1. Popis studovaných lokalit

Všechny studované lokality (Tab. 1) se nacházejí na území CHKO Bílé Karpaty. Zpracováno podle Křivánkové (2010):

##### Brumov

Lokalita je situována na jihozápadním svahu na okraji obce Brumov-Bylnice. Jedná se o starý ovocný sad, který byl 13 let opuštěn, teprve v roce 2003 byl v souvislosti se založením experimentu odstraněn nálet dřevin a obnovena rotační pastva ovcí s 2-3 pastevními cykly ročně. Vegetaci zde tvoří širokolistý suchý trávník náležící k vegetaci svazu *Bromion erecti*. GPS lokalizace 49°05'58''N / 18°01'59''E.

##### Lopeník

Výzkumné plochy se nacházejí na severovýchodním svahu Lopenického sedla. Za posledních 25 let je plocha využívána pro extenzivní rotační pastvu masného skotu se dvěma až třemi pastevními cykly ročně. Vegetaci tu představuje poháňková pastvina svazu *Cynosurion cristati*. GPS lokalizace 48°56'20''N / 17°48'00''E.

##### Suchov

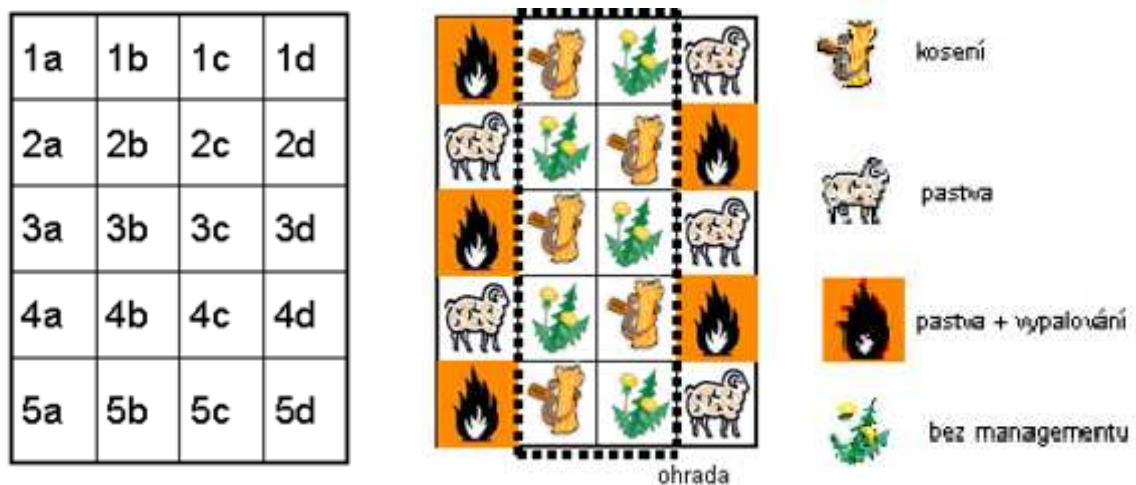
Plochy jsou umístěny na terénním hřebenu východně nad osadou Trnovský Mlýn. Jedná se o ovčí pastvinu, kde došlo po dlouhodobém působení kontinuální pastvy ovcí (cca 50 let) k proplavení živin do nižších poloh a následně k vytvoření krátkostébelného travního porostu svazu *Violion caninae*. GPS lokalizace 48°53'47''N / 17°34'44''E.

Tab. 1: Vybrané charakteristiky studovaných lokalit

Lokalita	Nadmořská výška m.n.m	Prům. roč. teplota (°C)	Prům. roč. srážky mm	Typ vegetace
Brumov	370	7.9	760	<i>Bromion erecti</i>
Lopeník	720	6.0	850	<i>Cynosurion cristati</i>
Suchov	450	8.0	669	<i>Violion caninae</i>

### 3.2. Uspořádání pokusu

Na každé lokalitě jsou experimentální plochy s odlišnými typy managementu o velikosti 5×5m seskupeny kolem dvou dřevěných ohrad v deseti blocích s náhodným uspořádáním (Obr.\_). Tyto bloky jsou v terénu umístěny tak, aby hlavní gradient prostředí (sklon svahu) procházel mezi bloky nikoli napříč jednotlivými typy managementu (Mládek et al. 2004). Management zahrnuje tyto čtyři varianty: pastva, pastva spojená s časně jarním vypalováním stařiny, kosení porostu v první polovině července, a ponechání ladem. Ve středu každé plochy je umístěna trvalá snímkovací plocha o velikosti 1×1m, pro snadnější dohledání v terénu označená železnými trubičkami. Tu lze potom dále pomocí železného rámu rozdělit na 9 snímkovacích podploh 33×33cm.



Obr. 1: Uspořádání jednotlivých managementů kolem ohrady A, lokalita Brumov.

#### Poznámka k aktuálnímu stavu managementu:

Pokusné plochy byly vypalovány v předjaří a to v letech 2005, 2009 a 2010. Kosení probíhalo každý rok v polovině července. V roce 2009 se začalo pást v Brumově v polovině června, na Lopeníku a v Suchově až v polovině července, tedy po sledovaném období. V roce 2010 byla vyloučena pastva oplocením všech ploch, z důvodů monitoringu změn po ukončení pastevního cyklu.



### 3. 3. Terénní sběr dat

Pro monitoring vlivu managementu na sezonní změny složení vegetace jsem zvolila metodu opakovaného sledování trvalých ploch. Vegetační snímky pro lokality Brumov, Lopeník a Suchov jsem pořizovala vždy na počátku května, června a července (viz příloha č. 1) v roce 2009. V následujícím roce 2010 jsem kvůli nepřízní počasí a přerušení kontinuity zápisů sledovala pouze lokalitu Brumov. Pro účely této práce jsem snímkovala na každé lokalitě pouze ohradu A, tedy pouze polovinu všech trvalých ploch.

Na plochách o rozměrech 1x1m jsem zaznamenávala projektivní dominanci cévnatých rostlin a stupeň jejich fenologické fáze. Těch jsem rozlišovala celkem pět (Martínková et al. 2002) a pro zjednodušení je kódovala pomocí číselné stupnice (Tab. 2.), přičemž fenologickou fází jsem akceptovala pouze v případě, že jí dosáhlo na sledované ploše alespoň 30% jedinců daného druhu.

Tab. 2: Seznam rozlišovaných fenologických fází

Rostlina	Fenologická fáze	Popis
sterilní	1	bez reprodukčních orgánů
s květními pupeny	2	nevyvinuté květy
kvetoucí	3	vyvinuté květy bez známek vadnutí
s dozrávajícími plody	4	sesychající květy a plody
se zralými plody	5	uvolněné diaspory, seschlé a zralé plody

Nomenklatura druhů byla sjednocena dle Kubát et al. (2002). Protože některé sterilní druhy (zejména trávy) bylo obtížné přesněji taxonomicky určit, sloučila jsem je do následujících kategorií. Jsou to: ostřice (*Carex flacca*, *C. panicea*, *C. tomentosa*), kontryhele (*Alchemilla sp.*), hlohy (*Crataegus sp.*), chrastavce (*Knautia arvensis*, *K. kitaibelii*), máchelky (*Leontodon autumnalis*, *L. hispidus*), vítody (*Polygala comosa*, *P. multicaulis*, *P. vulgaris*). Na lokalitě Suchov pak pampelišky (*Taraxacum sect. Ruderalia* a *T. sect. Erythrosperma*), a mrkvovitě (*Carum carvi*, *Daucus carota* a *Seseli annuum*).

Na úrovni podploch o rozměrech 33 × 33cm jsem zaznamenávala výšku pomocí talířového měřidla metodou rising plant meter method (Correll et al. 2003). Při posledním měření výšky v červenci 2010 na lokalitě Brumov došlo k pochybení v metodice, výsledky průměrné výšky pro tento měsíc jsou tedy zkreslené a nelze je spolehlivě interpretovat.

### 3. 4. Statistické zpracování

Pro data z trvalých ploch 1m<sup>2</sup> jsem v programu MS Excel 2003 vytvořila dvě samostatné matice, pro pokryvnosti druhů a jejich fenologické charakteristiky. Pro data z podplošek pak tabulku výšek porostu. Z prvního roku je pro každou lokalitu k dispozici 60 snímků, celkem tedy 180 snímků. Na lokalitě Brumov jsem data odečetala ještě v následujícím roce, je zde proto možné analyzovat celkem 120 zápisů. Analyzovala jsem každou lokalitu zvlášť, protože se vzájemně liší jak podmínkami prostředí a floristickým složením, tak způsobem a historií obhospodařování. Pro mnohorozměrné analýzy jsem použila program Canoco for Windows 4.5 (ter Braak and Šmilauer 2002), Všechny jednorozměrné analýzy jsem prováděla v programu Statistica 9.0 (StatSoft Inc. 2009).

#### Mnohorozměrná analýza dat

Pro účely mnohorozměrné analýzy jsem vybrala pouze druhy vyskytující se v minimálně 10% záznamů (tj. s 6 a více výskyty v 60 plochách). U fenologických dat jsem před analýzou RDA odstranila nekvetoucí druhy, tedy ty, jejichž fenologická fáze dosahovala nanejvýš stupně 1. Typ managementu jsem binárně okódovala pomocí tzv. dummy proměnných (Herben and Münzbergová 2003) do čtyř sloupců (vypalování –burning- B, pastva –grazing- G, kosení - mowing– M, ponechání ladem-unmanaged – U), obdobně také označení bloků (a – e), čísla ploch (1 - 20) i měsíc zápisu (month: may, june, july). Měsíc záznamu jsem zároveň kódovala i kvantitativně v jednom sloupci (may - 1, june – 2, july – 3), aby bylo možné testovat interakci managementu a času. Matici jsem analyzovala nejprve unimodální nepřímou metodou DCA pro zjištění délky gradientu. Ta byla u všech ploch menší než 4 a proto jsem následně použila redundanční analýzu (RDA, Redundancy Analysis) založenou na lineární odpovědi druhu (Herben and Münzbergová 2003).

U analýzy fenologických dat byla testovanou proměnnou interakce managementů s časem (B\*month, G\*month, M\*month, U\*month) a kovariátou kód bloků. Významnost vztahů s proměnnými prostředí jsem ověřila pomocí Monte Carlo permutačního testu pro 499 permutací, volně permutovány byly plochy uvnitř bloků, časové záznamy pak jako závislé časové série.

Při analýze údajů o pokryvnosti byly proměnnými pouze typy managementu (B, G, M, U) a kovariátami měsíce a kódy bloků. Použila jsem opět Monte Carlo permutační test pro 499 permutací, ale bez permutace časových záznamů. Grafy jsem vytvořila v programu CanoDraw (ter Braak and Šmilauer 2002).

### Charakteristické funkční znaky

Charakteristické znaky jsem získala z internetových databází LEDA Traibase (Kleyer et al. 2008) a BioFlor (Klotz et al. 2002). Databáze LEDA Traitbase obsahuje 38 znaků pro přibližně 3000 druhů severozápadní Evropy. Díky částečnému přesahu areálů některých druhů je možné ji využít i na území střední Evropy (Kleyer et al. 2008). Databáze BioFlor vznikla pod hlavičkou německého Centra pro výzkum životního prostředí (UFZ - Centre for Environmental Research). Obsahuje většinu střeoevropských druhů vyšších rostlin a je pro toto území nejobsáhlejší databází (funkčních) charakteristických znaků (Kühn et al. 2004). K dispozici je téměř 3660 druhů a více než 60 biologických a ekologických znaků (Klotz et al. 2002). Data pochází ze stávajících databází, soupisu literatury i vlastních měření.

Tab. 3 : Přehled použitých funkčních znaků

Funkční znak	Hodnota znaku	Databáze
typ reprodukce	semeny/vegetativně	BioFlor
počátek kvetení	měsíc	BioFlor
obsah sušiny v listech (LDMC)	(mg.g <sup>-1</sup> )	LEDA

Pro účely této práce jsem vybrala tři znaky (Tab. 3). Kvantitativní znaky obsah sušiny v listech a počátek kvetení jsem kódovala v jednom sloupci, kategoriální znak, kterým byl typ reprodukce pak ve více sloupcích pomocí tzv. fuzzy kódování. Pokryvnost každého druhu jsem vynásobila hodnotou daného charakteristického znaku. V každém snímku jsem takto získané hodnoty sečetla a následně vydělila sumou pokryvností všech druhů snímku. Výsledkem byla průměrná hodnota znaku pro každou plochu.

## **Analýza výšky porostu**

Z analýzy jsem vyloučila z důvodů odlišného managementu měření z Brumova v roce 2010. Pro každý snímek jsem měla k dispozici devět údajů z jeho dílčích podploch, ze kterých jsem v programu MS Excel spočítala průměr. Odpověď na otázku, jak se liší průměrná výška porostu mezi jednotlivými managementy, jsem hledala pomocí ANOVA repeated measurment následované Post-hoc testem Tukey (HSD) mnohonásobných porovnání na hladině  $P=0,05$ .

## **Cumulative peak species abundances**

Graf Cumulative peak species abundances (Stevens and Carson 2001, Quin et al. 2003, Zhao et al. 2007) vychází z matice dat pokryvnosti druhů a zobrazuje dobu, ve které jednotlivé dominanty dosahují maxima své biomasy. Pro tvorbu grafu jsem v MS Exel vybrala patnáct druhů, které dosahovaly na dané lokalitě největší průměrné pokryvnosti, z nich sestavila tabulku průměrných pokryvností druhů pro jednotlivé měsíce a následně i graf pro každou lokalitu.

## **Index fenologické komplementarity**

Pomocí indexu fenologické komplementarity (Frost et al. 1995) je možné vyjádřit rozložení maxima biomasy druhů v průběhu vegetační sezony. Index vychází z údajů o pokryvnosti a je definován vzorcem:

$$PC = -\log_{\text{e}}\left(\text{Var}\left\{\sum_{i=1}^n S_i\right\} / \sum_{i=1}^n \text{Var}\{S_i\}\right)$$

kde  $S_i$  proceno pokryvnosti druhu  $i$ ,  $\text{Var}\{\}$  je variance vzorku mezi květnovým, červnovým a červencovým zápisem. Pokud jsou hodnoty indexu kladné, znamená to, že součet kovariancí mezi druhy je záporný a výsledek naznačuje komplementaritu. Naopak, záporné hodnoty se vyskytují v případě, že je součet kovariancí mezi druhy kladný a naznačuje synchronicitu. V posledním případě, kdy jsou hodnoty indexu rovny nule je i součet kovariancí druhů nulový a druhy se během sezony střídají nezávisle na sobě (Quin et al. 2003). Vliv managementu na hodnoty indexu komplementarity jsem testovala pomocí

jednocestné analýzy variance (One Way ANOVA) a Tukey testem (HSD) mnohonásobných porovnání na hladině  $P=0,05$ .

### **Fenologický progres**

Termín „phenological forwardness" (Martínková et al. 2002) by se dal volně přeložit jako „předbíhání", či „fenologický progress“. Označuje rychlost, s jakou druhy přecházejí mezi jednotlivými fenologickými fázemi. Tuto charakteristiku lze pro jednotlivé snímky získat násobením hodnot pokryvnosti druhu stupněm jeho fenologické fáze, součtem těchto hodnot pro daný snímek a následným vydělením této hodnoty celkovou pokryvností všech druhů snímku. Fenologický progres jsem spočítala v MS Excel pro každý vegetační zápis a rozdíl mezi jednotlivými managementy v průběhu sezony vyhodnotila pomocí jednorozměrné statistické metody Anova repeated management. Konkrétní rozdíly jsem hledala pomocí post hoc Tukey testu (HSD) mnohonásobných porovnání na hladině  $P=0.05$ .

### **Poměr jednotlivých fenofází**

Poměr jsem získala součtem pokryvností druhů stejné fenofáze a jeho následným vydělením celkovou sumou pokryvnosti (Martínková et al. 2002). Spočítala jsem jej pro každý snímek a výsledná data zobrazila pomocí grafu v programu MS Excel. Signifikanci výsledků jsem ověřila pomocí Repeated measures MANOVA (GLM).

## 4. VÝSLEDKY

### 4.1. RDA údajů o pokryvnosti

Odpověď druhového složení na typ prováděného managementu ukazuje RDA údajů o pokryvnosti. Výsledky jsou signifikantní téměř ve všech případech (Tab. 4), jedinou výjimkou je lokalita Suchov 2009. Ordinační diagramy viz příloha č. 4.

Tab. 4 : Výsledky RDA údajů o pokryvnosti (pro všechny ordinační osy).

Lokalita	Rok	% vysv. variability	F	P-value
Brumov	2009	24,0	<b>5,254</b>	<b>0,034</b>
Brumov	2010	30,3	<b>7,248</b>	<b>0,048</b>
Lopeník	2009	36,3	<b>9,485</b>	<b>0,002</b>
Suchov	2009	17,2	3,469	0,380

Na lokalitě Brumov vysvětlují v prvním roce nejvíce variability pastva a pastva spojená s vypalováním. Plochy ponechané ladem jsou svým druhovým složením velmi podobné koseným.

Následující sezonu 2010 jsou rozdíly mezi způsoby obhospodařování výraznější, nejvíce variability vysvětluje vypalování a velkou část i pastva, se kterou je spojeno nejvíce druhů. Oproti předchozímu roku je její vliv na vegetaci podobný kosení, nejvíce odlišné jsou neobhospodařované plochy.

Na Lopeníku je vliv pastvy na druhové složení podobný vypalování. Většina druhů je spojena s kosenými plochami, nejvíce se odlišují plochy neobhospodařované.

Na ordinačním diagramu lokality Suchov je patrný rozdíl mezi plochami spásanými (s vypalováním i bez něj) a ostatními typy managementu. Výsledek zde ale není signifikantní.

### 4. 2. Analýza charakteristických znaků

Analýza na úrovni funkčních znaků (Tab. 5) neprokázala statisticky významné rozdíly mezi managementy u počátku kvetení. Na všech lokalitách se ale shodně vyskytovaly rostliny s pozním nástupem kvetení na neobhospodařovaných plochách, naopak, nejčasnější nástup generativních fází byl zaznamenán na lokalitě Brumov u kosených a pasených ploch, a na zbývajících dvou lokalitách u ploch kosených a vypalovaných. Typ reprodukce je signifikantní

na lokalitě Brumov (Obr. 2), kde se v roce 2009 odlišovaly neobhospodařované plochy s nejmenším zastoupením rostlin s generativní reprodukcí od kosených ploch. Blízko hladině statistické významnosti jsou i poměry rostlin s vegetativní reprodukcí na lokalitě Brumov. Nejvíce klonálních rostlin zde bylo v obou letech na neobhospodařovaných plochách, méně na kosených a nejnižší zastoupení měly plochy pasené.

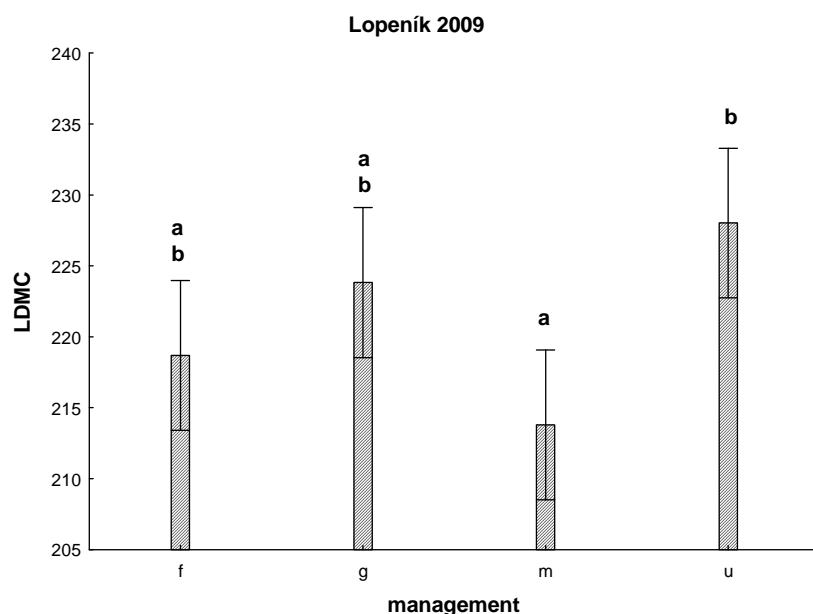
Tab. 5: Výsledky One-way ANOVA analýzy funkčních znaků v závislosti na managementu (p-value).

Lokalita	Rok	management			
		flowering	seed	vegetative	LMDC
Brumov	2009	0,960	<b>0,026</b>	0,068	<b>0,024</b>
Brumov	2010	0,104	0,297	0,057	0,063
Lopeník	2009	0,268	0,321	0,321	<b>0,006</b>
Suchov	2010	0,155	0,323	0,323	0,791

Obsah sušiny v listech (LMDC) se v roce 2009 prokazatelně lišil u lokalit Brumov, kde Tukey post-hoc test ukázal rozdíly mezi kosenými a vypalovanými plochami a na Lopeníku (Obr. 3), kde se odlišovaly plochy kosené od neobhospodařovaných. Na hranici signifikance je i výsledek z Brumova 2010. V uvedených případech se rostliny s nejmenším obsahem sušiny v listech vyskytovaly na kosených plochách, naopak, relativně vysoké hodnoty mají druhy na plochách ponechaných ladem.



Obr. 2: Poměr rostlin s generativní reprodukcí mezi managementy. Lokalita Brumov v roce 2009. Chybové úsečky označují střední chyby průměru,  $p=0,026$ .



Obr. 3: Rozsah hodnot obsahu sušiny v listech (LMDC) mezi managementy. Lokalita Lopeník v roce 2009. Chybové úsečky označují střední chyby průměru,  $p=0,006$ . Znáznorněny jsou výsledky post hoc Tukey HSD testu rozdílů mezi managementy, odlišná písmena ukazují na statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

### 4.3. Výška porostu

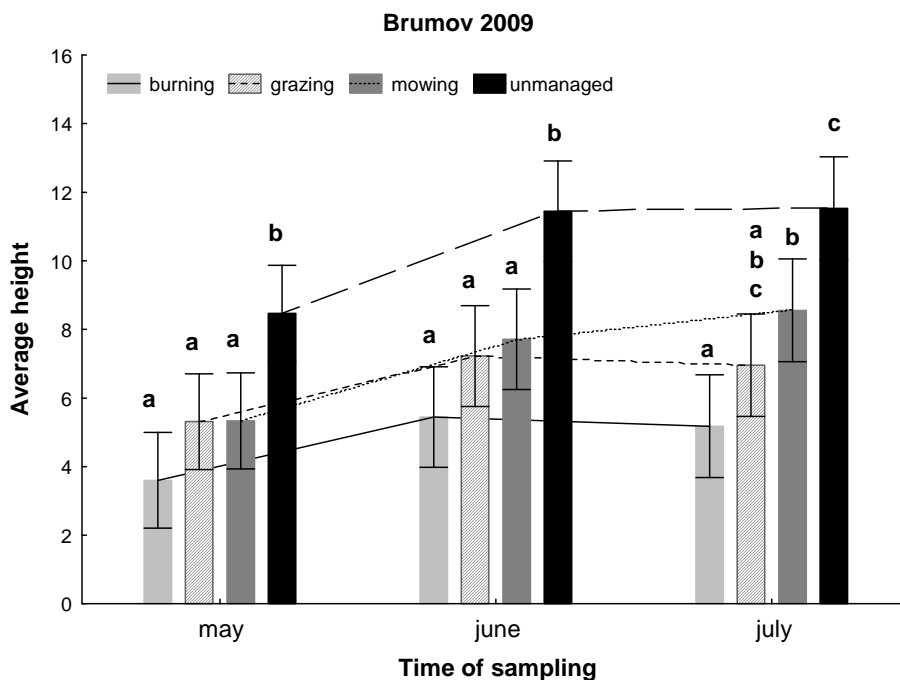
Výsledky statistického testu Anova repeated management závislosti výšky porostu na prováděném managementu byly ve všech případech statisticky významné jak mezi měsíci, tak i v rámci měsíce mezi managementy. Kromě lokality Brumov byla signifikantní také interakce měsíce a managementu (Tab. 6)

Tab. 6: Výsledky testu ANOVA repeated measurement pro průměrnou výšku porostu (p-value).

Lokalita	Rok	Měsíc	Management	Interakce Měsíc*Management
Brumov	2009	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,099
Lopeník	2009	<b>0,000</b>	<b>0,013</b>	<b>0,046</b>
Suchov	2009	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	<b>0,002</b>

V Brumově (Obr.4) dochází k největšímu nárůstu výšky na počátku vegetační sezony, u pasených a vypalovaných ploch nastává při posledním měření mírný pokles. Výrazně vyšší, než všechny ostatní, jsou vždy plochy ponechané ladem, naopak nejnižší jsou rostliny na vypalovaných plochách. Pasené a kosené plochy jsou na začátku sledovaného období téměř identické, při posledním měření je vegetace pod vlivem pastvy nižší.

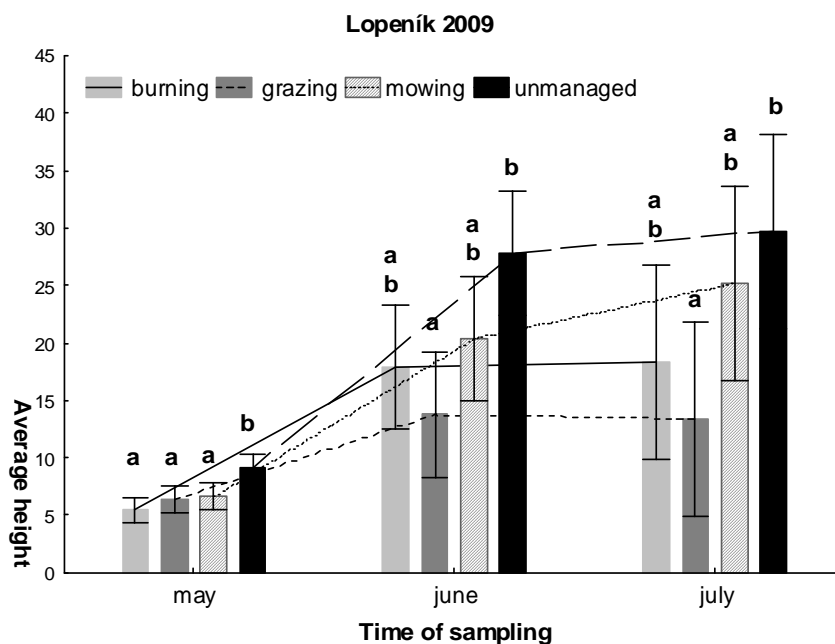




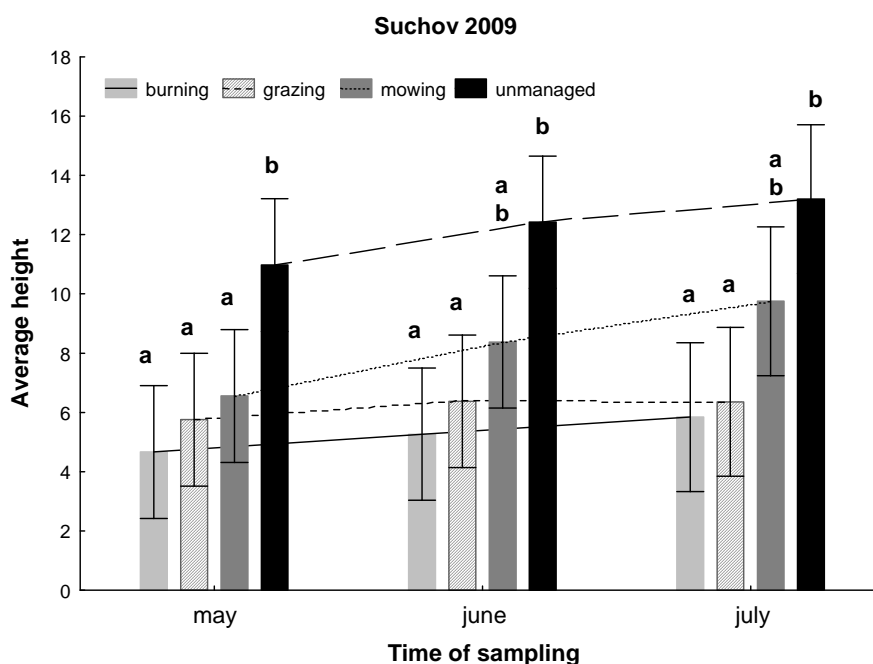
Obr. 4: Průměrná výška porostu na lokalitě Brumov v roce 2009. Chybové úsečky označují střední chyby průměru,  $p=0,099$ . Znázorněny jsou výsledky post hoc Tukey HSD testu rozdílů mezi managementy, odlišná písmena ukazují na statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

Na Lopeníku (Obr. 5) je opět největší rozdíl mezi prvními dvěma měsíci, kdy výrazně stoupá množství biomasy na téměř trojnásobnou hodnotu. Na vypalovaných a pasených plochách v červenci výška mírně klesá. Rozdíly mezi managementy jsou podobné jako v předchozím případě, proti ostatním lokalitám jsou zde rostliny na pasených plochách nižší než na vypalovaných. V Suchově (Obr. 6) byl nárůst biomasy nepatrný, pasené a jim podobné vypalované plochy se v průběhu roku téměř neměnily. Vývoj byl patrný pouze u kosených a neobhospodařovaných ploch, které se zvláště na konci sledovaného období výrazně odlišovaly od ostatních typů managementu. Pastva v kombinaci s vypalováním i bez něj se projevila nejmenší výškou porostu.

Celkově lze říct, že k největšímu nárůstu biomasy docházelo u všech managementů mezi květnovým a červnovým měřením. Na všech lokalitách dosahovaly výrazně vyšších hodnot plochy neobhospodařované, druhé nejvyšší byly vždy plochy kosené. Nejpodobnější si byly výšky na pasených a vypalovaných plochách. Vypalované plochy dosahovaly téměř vždy nejmenších hodnot, jedinou výjimkou byla lokalita Lopeník, kde byla naopak nejmenší vegetace vlivem pastvy.



Obr. 5: Průměrná výška porostu na lokalitě Lopeník v roce 2009.  $p=0,04620$ . Chybové úsečky označují střední chyby průměru,  $p=0,046$ . Znáznorněny jsou výsledky post hoc Tukey HSD testu rozdílů mezi managementy, odlišná písmena ukazují na statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

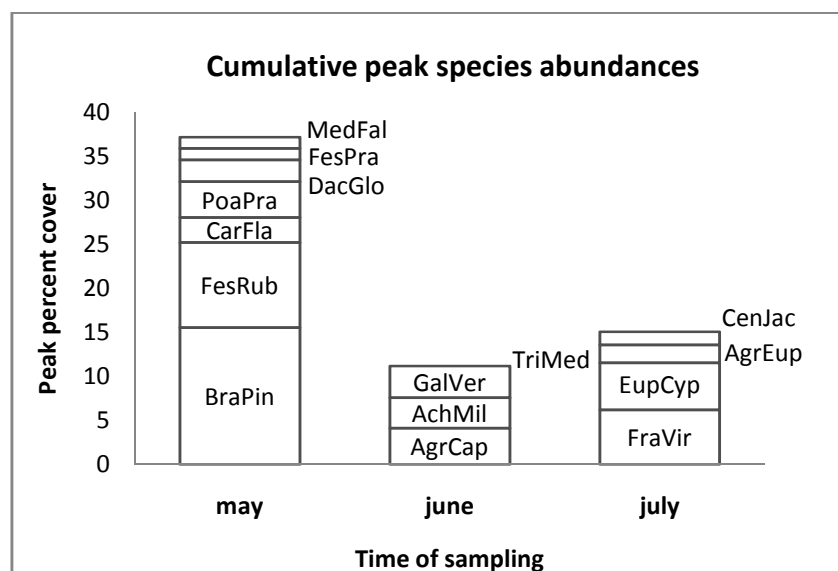


Obr. 6: Průměrná výška porostu na lokalitě Suchov v roce 2009.  $p=0,00215$ . Chybové úsečky označují střední chyby průměru,  $p=0,02$ . Znáznorněny jsou výsledky post hoc Tukey HSD testu rozdílů mezi managementy, odlišná písmena ukazují na statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

#### 4.4. Cumulative peak species abundances

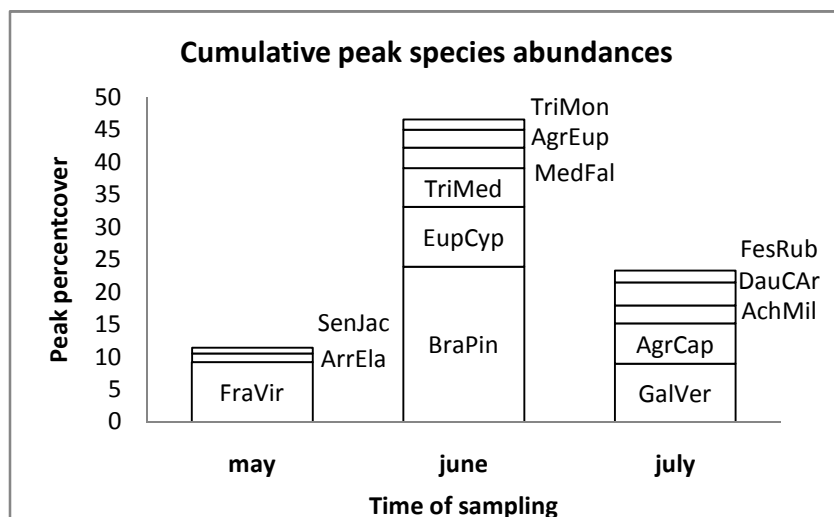
Grafy zobrazují rozložení maxima biomasy dominantních druhů a lze je interpretovat v souvislosti s fenologickou komplementaritou.

Na lokalitě Brumov (Obr. 7) dosahovaly v roce 2009 dominanty svého fenologického maxima na začátku sledovaného období. Vrcholu pokryvnosti dosahuje většina druhů v květnu, jsou to především graminoidy *Brachypodium pinnatum*, *Festuca rubra*, *F. pratensis*, *Poa pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Carex flacca* a leguminóza *Medicago falcata*. V průběhu sezony se uplatňují fenologicky pozdnější druhy *Agrostis capillaris*, byliny *Achillea millefolium* a *Galium verum*. Na konci sledovaného období dochází k mírnému nárůstu pokryvnosti, maxima zde dosahují druhy *Euphorbia cyparissias*, *Fragaria viridis*, *Centaurea jacea* a *Agrimonia eupatoria*. Společenstvo vykazuje částečnou komplementaritu.



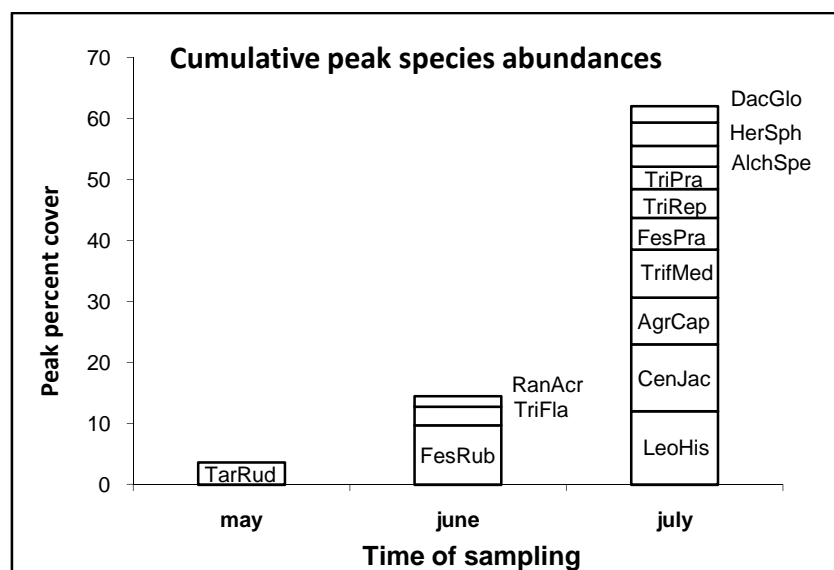
Obr.7: Maxima pokryvnosti patnácti dominant na lokalitě Brumov v roce 2009

V dalším roce (Obr. 8) se na této lokalitě složení dominant příliš nemění, sezonní vývoj je však pomalejší a dochází zde oproti předchozímu roku k posunu červnových druhů *Achillea millefolium*, *Agrostis capillaris*, *Galium verum* do července. Největších hodnot pokryvnosti dosahovaly na počátku sezony časně kvetoucí *Fragaria viridis*, tráva *Arrhenatherum elatius*, a ruderální druh *Senecio jacobaea*. V červnu má vrchol většina dominant, tráva *Brachypodium pinnatum*, leguminózy *Medicago falcata*, *Trifolium medium* a pozdně kvetoucí bylina *Agrimonia eupatoria*. Ke konci sledovaného období dominují fenologicky pozdní byliny *Daucus carota*, *Achillea millefolium*, *Galium verum*, trávy *Agrostis capillaris* a *Festuca rubra*.



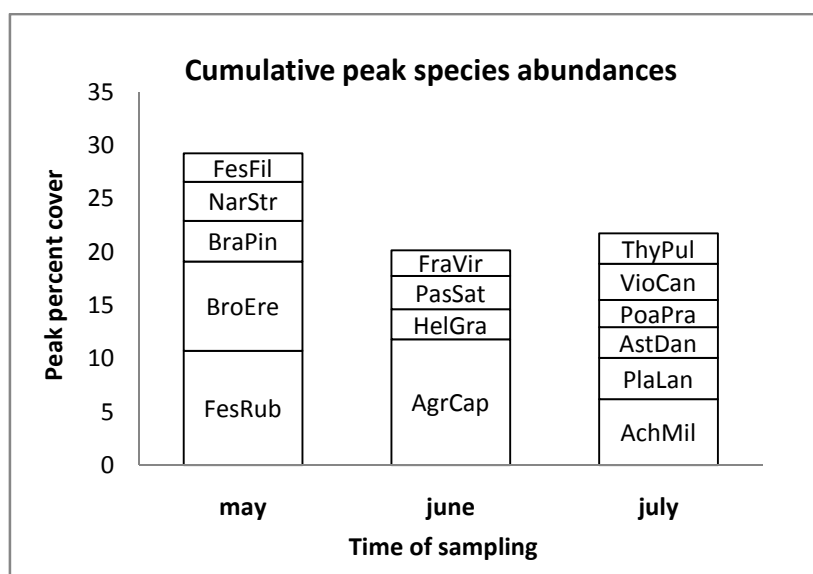
Obr. 8: Maxima pokryvnosti patnácti dominant na lokalitě Brumov 2010

**Lopeník** (Obr 9) je lokalitou s nejodlišnějším vývojem. Dominanty (především byliny) dosahují maxima až na konci sledovaného období. V květnu má největší pokryvnost pouze časně kvetoucí *Taraxacum* sect. *Ruderalia*, následovaná v červenci druhem *Ranunculus acris* a travami *Festuca rubra* a *Trisetum flavescens*. V červenci jsou to především leguminózy *Trifolium medium*, *T. pratense*, *T. repens*, fenologicky pozdní byliny *Centaurea jacea*, *Alchemilla* sp., *Leontodon hispidus*, *Heracleum sphondylium* a trávy *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*. Jak je z grafu patrné, dominanty dosahují jednoho výrazného maxima a společenstvo tedy nevykazuje fenologickou komplementaritu.



Obr. 9: Maxima pokryvnosti patnácti dominant na lokalitě Lopeník 2009

**Suchov** (Obr. 10) je charakterem stanoviště podobný první lokalitě. Zastoupení dominant je opět největší na počátku sezony, kdy dominují výhradně trávy *Festuca rubra*, *Bromus erectus*, *Brachypodium pinnatum*, *Nardus stricta*, *Festuca filiformis*. Později nastupují byliny *Fragaria viridis*, *Helianthemum grandiflorum*, *Pastinaca sativa* a fenologicky pozdnější tráva *Agrostis capillaris*. V červenci se nepatrně zvyšuje pokryvnost i počet dominantních druhů, kterými jsou byliny *Plantago lanceolata*, *Viola canina*, *Achillea millefolium*, *Thymus pulegioides*, tráva *Poa pratensis* a ohrožený druh *Astragalus danicus*.



Obr. 10: Maxima pokryvnosti patnácti dominant na lokalitě Suchov 2009

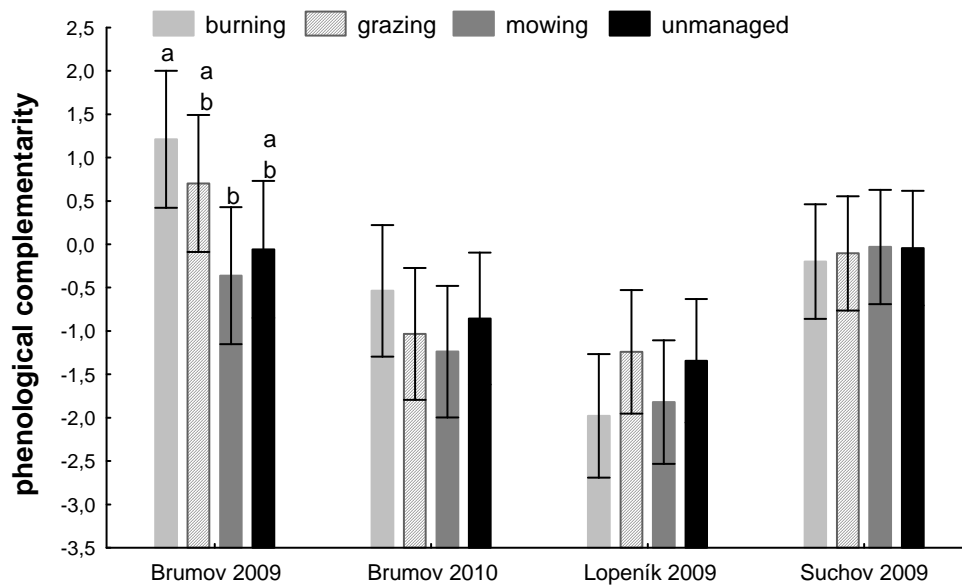
#### 4.5. Index fenologické komplementarity

Rozdíl mezi managementy byl na jednotlivých lokalitách statisticky významný pouze v jediném případě (Tab. 7) a to v Brumově v roce 2009, kde se odlišovaly vypalované plochy od kosených. Index komplementarity je kladný pouze na pasených plochách a dosahuje nejvyšších hodnot tam, kde byla pastva spojená s vypalováním. Naopak, nejmenší hodnoty mají plochy kosené. Jak je patrné z grafu (Obr. 11), poměr mezi managementy zůstal na této lokalitě v následujícím roce víceméně zachován, hodnoty indexu však výrazně poklesly.

Tab. 7: výsledky testu One Way ANOVA pro rozdíl fenologické komplementarity mezi managementy

Lokalita	Rok	F - ratio	P - value
Brumov	2009	3.676	<b>0.034</b>
Brumov	2010	0.686	0.573
Lopeník	2009	1.149	0.359
Suchov	2009	0.061	0.979

K fenologické komplementaritě mělo relativně blízko i společenstvo v Suchově, naopak rostliny na Lopeníku dosahovaly ve sledovaném období výrazného maxima (Obr. 11) a společenstvo vykazovalo spíše synchronicitu, hodnoty indexu jsou v tomto případě nejnižší.



Obr. 11: Rozložení hodnot indexu fenologické komplementarity pro všechny lokality. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru. Znázorněny jsou výsledky post hoc Tukey HSD testu rozdílů mezi managementy, odlišná písmena ukazují na statisticky významné rozdíly ( $p < 0,05$ ).

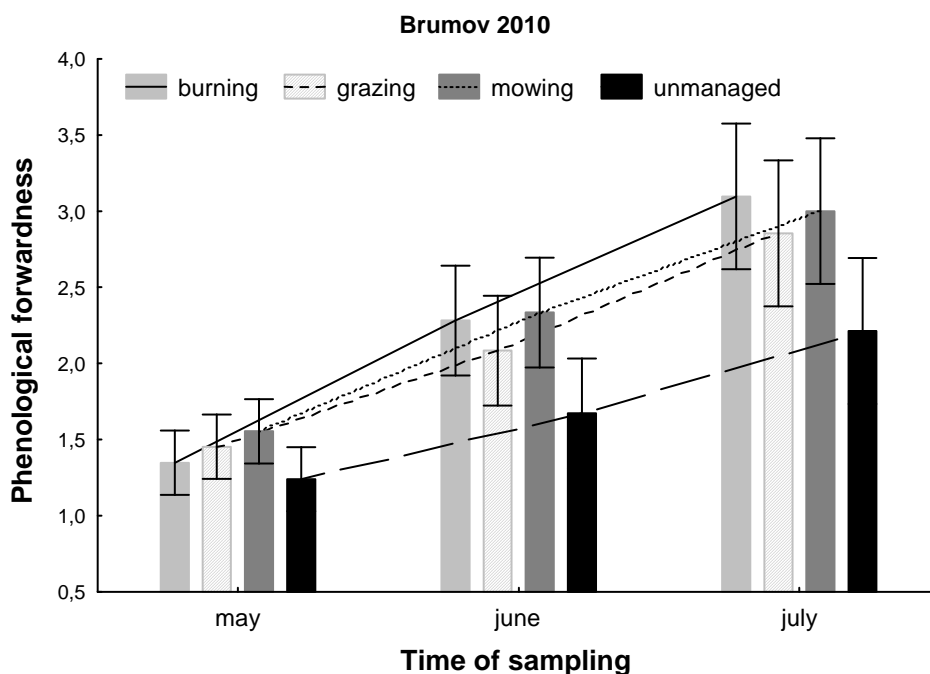
## 4.6. Fenologický progres

Vliv interakce managementu a měsíce vyšel podle analýzy ANOVA Repeated Measures pouze v Brumově 2010 a to na hranici průkaznosti (Tab. 8). Post-hoc test (Tukey HSD) ukázal u všech lokalit rozdíly pouze mezi měsíci, ne v rámci jednoho měsíce mezi managementy, k statisticky významnému rozdílu však mají blízko hodnoty na lokalitě Brumov.

Tab. 8: Výsledky testu ANOVA repeated measurement pro fenologický progres.

Lokalita	Rok	Měsíc	Management	Interakce Měsíc*Management
Brumov	2009	<b>0,000</b>	0,078	0,427
Brumov	2010	<b>0,000</b>	0,054	<b>0,047</b>
Lopeník	2009	<b>0,000</b>	0,616	0,885
Suchov	2009	<b>0,000</b>	0,230	0,190

Jak je patrné z grafu (Obr.12), v roce 2010 se zde nejpomaleji vyvíjí plochy ponechané ladem. Vývoj vypalovaných ploch se oproti podobným plochám paseným v průběhu sezony zrychluje a na konci sledovaného období dosahují nejvyššího fenologického progresu ze všech managementů. Relativně vysoké hodnoty mají i kosené plochy.



Obr. 12 Výsledky ANOVA Repeated Measures závislosti fenologického progresu na interakci managementu s časem na lokalitě Brumov v roce 2010. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru,  $p=0,047$ .

Ačkoli výsledky nebyly u zbývajících lokalit statisticky významné, rozložení hodnot pro jednotlivé managementy zůstává podobné (Příloha č. 6). Fenologický progres na všech lokalitách v průběhu sezony stoupá, přičemž nejpomalejší vývoj mají plochy neobhospodařované. Za nimi následují plochy pasené, které jsou v první polovině sezony téměř totožné s vypalovanými. U těch ale dochází v průběhu sezony k rychlejšímu vývoji. Největšího fenologického progresu je pak dosaženo na kosených plochách.

#### 4.7. Poměr fenofází

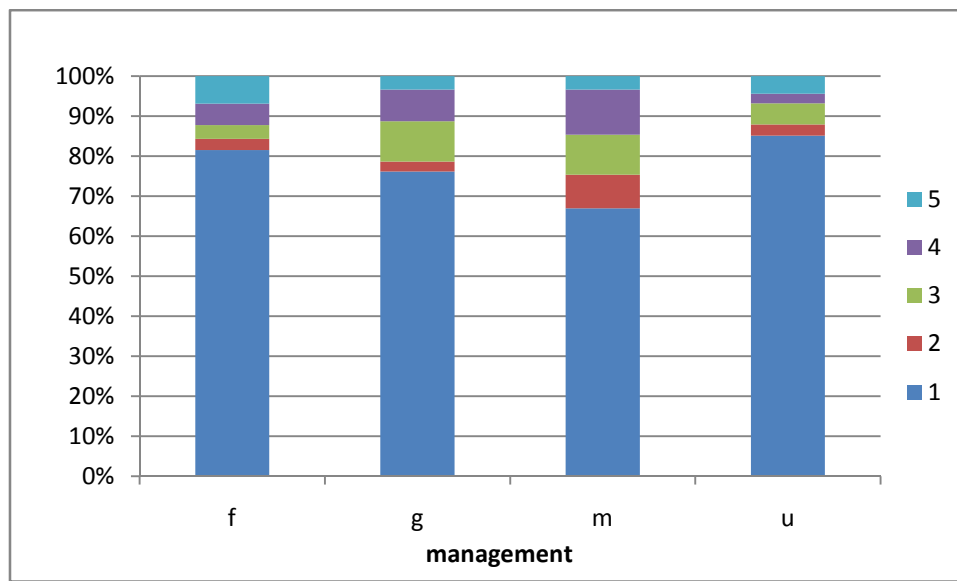
Následující grafy zobrazují, kolik procent z celkové pokrývnosti snímku zabírají jednotlivé fenofáze. Rozdíl mezi managementy byl signifikantní pouze u lokality Brumov v prvním roce. Statistické významnosti se také blíží lokalita Suchov. Zkratky fenofází viz Tab. 1.

Tab. 9: Výsledky Repeated measures MANOVA (GLM): rozdíl proporce fenofází mezi managementy

Lokalita	Rok	F - ratio	P - value
Brumov	2009	<b>2,349</b>	<b>0,024</b>
Brumov	2010	1,452	0,189
Lopeník	2009	0,837	0,613
Suchov	2009	2,006	0,054

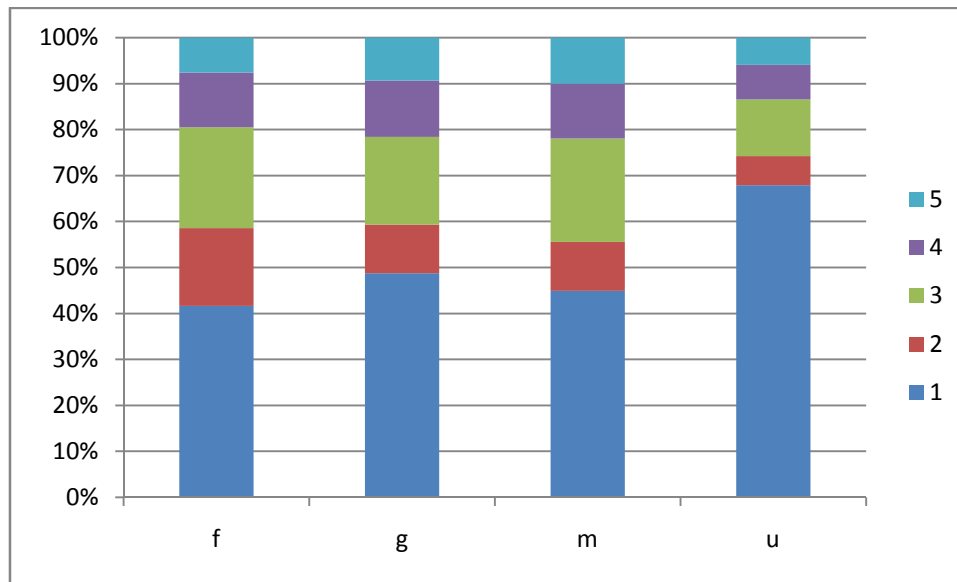
U lokality Brumov je v prvním roce (Obr. 13) patrný rozdíl mezi managementy. Nejvíce kvetou druhy na kosených plochách, které mají spolu s vypalovanými větší procento fáze 5, což ukazuje na časnější vývoj oproti zbylým dvěma managementům. Nejvíce sterilních rostlin se nachází na neobhospodařovaných plochách.





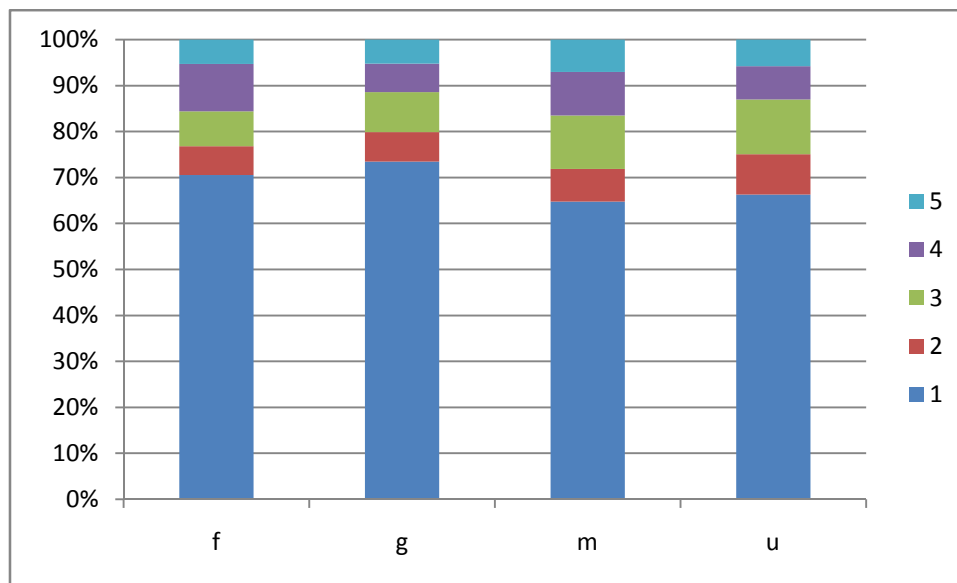
Obr.13: Poměr fenofází na lokalitě Brumov, rok 2009

V roce 2010 (Obr. 14) dochází oproti loňské sezoně k výraznému snížení počtu sterilních druhů, a to až o 30%. Největší změna se projevila na vypalovacích plochách, které mají největší procento kvetoucích druhů. Následují kosené a pasené, nejméně druhů s generativním rozmnožováním mají opět ladem ponechané plochy.



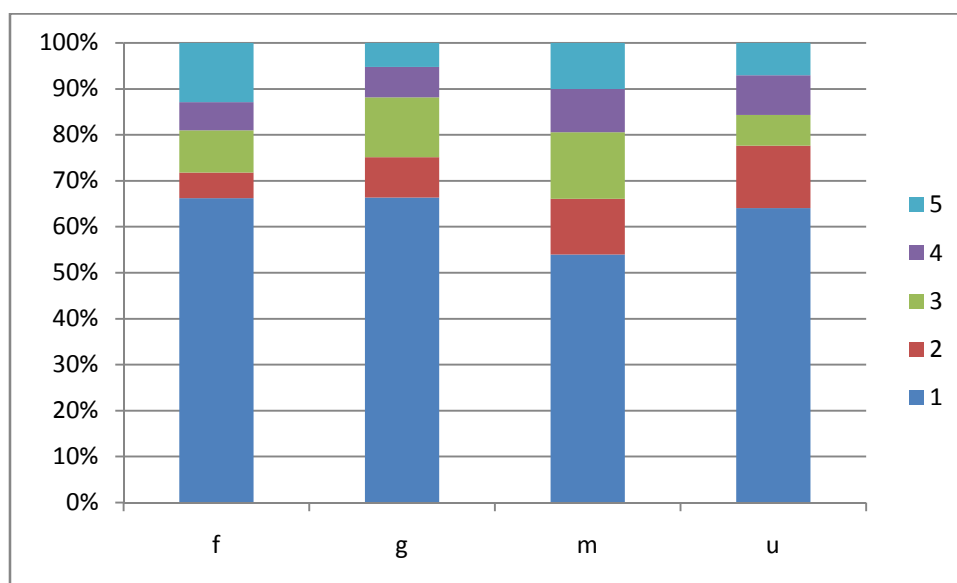
Obr. 14: Poměr fenofází na lokalitě Brumov, rok 2010

Na Lopeníku (Obr. 15) opět nejvíce rostlin kvete vlivem kosení, podobně se projevuje vypalování. Oba managementy mají větší zastoupení fází 4 a 5. Nejméně rostlin kvete v důsledku pastvy.



Obr. 15: Poměr fenofází na lokalitě Lopeník, rok 2009

V Suchově (Obr. 16) je situace obdobná, kosené a vypalované plochy jsou časnější, nejvíce rostlin se generativně rozmnožuje na kosených a pasených plochách. Vliv vypalování na počet kvetoucích rostlin je nepatrně menší, než ponechání ladem.



Obr.16: Poměr fenofází na lokalitě Suchov, rok 2009

Na všech plochách zůstává ve sledovaném období většina rostlin sterilních.

Nevětší poměr rostlin s generativním rozmnožováním mají plochy kosené, ty jsou spolu s pasenými také fenologicky časnější, jak napovídá větší poměr fází 4 a 5. Vliv pastvy a pastvy spojené s vypalováním je proměnlivý, nejvíce sterilních rostlin má ve většině případů ponechání ladem.

#### 4. 8. RDA fenologických fází

Změny variability ve fenologických datech, které je možné vysvětlit pomocí interakce času s testovanou proměnnou prostředí (tedy způsobem obhospodařování), byly ve všech případech statisticky významné (Tab.10). Ordinační diagram RDA zobrazuje druhy, které nejvíce přispěly ke změně variability fenologických dat ve sledovaném období a mají tedy nejrychlejší fenologický vývoj (vysvětlivky zkratk druhů viz příloha č. 3).

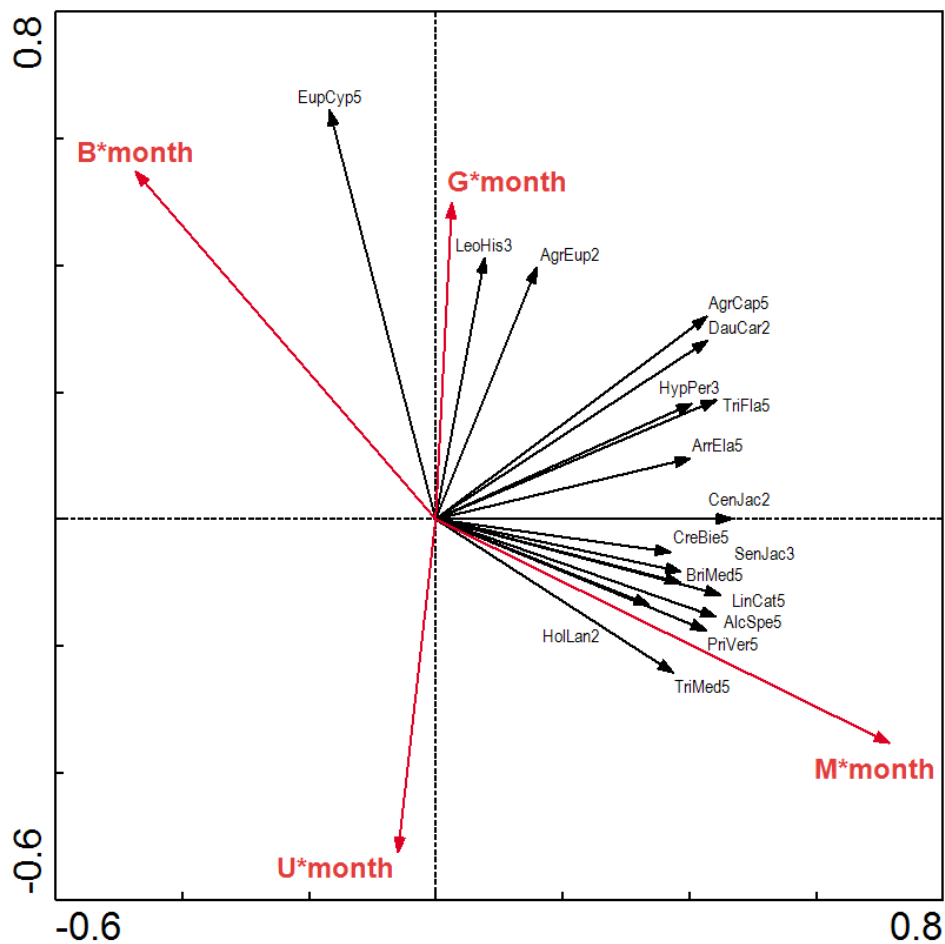
Tab. 10: Výsledky RDA pro fenologická data

	Rok	% vysv. variability (všechny osy)	F (všechny osy)	P (všechny osy)
Brumov	2009	22,5	3,703	<b>0,002</b>
Brumov	2010	30,4	5,575	<b>0,002</b>
Lopeník	2009	26,5	4,608	<b>0,002</b>
Suchov	2009	23,9	3,994	<b>0,002</b>

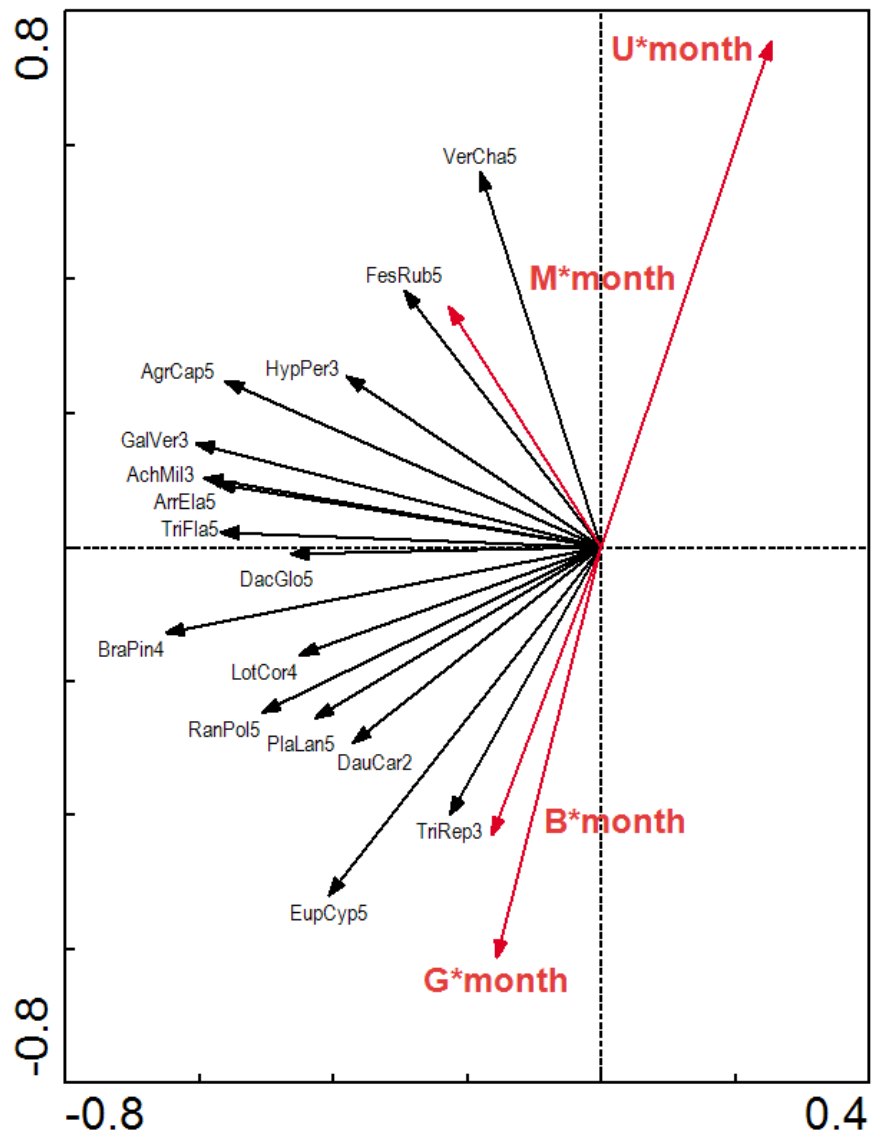
Na lokalitě Brumov bylo v roce 2009 (Obr. 17) nejvíce kvetoucích druhů asociováno především s kosením a pastvou. Dlouhodobý režim kosení porostu v polovině července umožnil rychlý fenologický vývoj zejména leguminóze *Trifolium medium*, časnému druhu *Primula veris*, *Alchemilla sp.*, travám *Holcus lanatus*, *Briza media*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, drobnému ruderálnímu druhu *Linum catharticum*, vysokým bylinám s částí listů v přízemní růžici *Crepis biennis*, *Senecio jacobaea* a bylinám s maximem v druhé části sezony *Centaurea jacea* a *Hypericum perforatum*. Pod vlivem kosení a pastvy dosahovaly nejrychlejšího fenologického vývoje *Daucus carota*, *Agrostis capillaris*. Samotná pastva podporovala nejvíce druhy *Leontodon hispidus* a *Agrimonia eupatoria*. Na pasených a zároveň vypalovaných plochách kvetl především pryšec *Euphorbia cyparissias*. Ponechání ladem bylo svým vlivem na fenologii podobné kosení, ale výrazněji nepodporovalo generativní rozmnožování u žádného z přítomných druhů.

V následujícím roce 2010 (Obr. 18), bylo rozložení podobné a opět zde bylo nejvíce kvetoucích druhů soustředěno na kosené a pasené plochy. Oproti předchozímu roku se zde méně projevil vliv vypalování, který je téměř totožný s pastvou. Těmito managementy je pozitivně ovlivněn *Euphorbia cyparissias*, leguminóza *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*, trávy *Brachypodium pinnatum*, *Dactylis glomerata*, fenologicky pozdnější bylina *Daucus carota*, pryskyřník *Ranunculus polyanthemos*, a rostlina s listy v přízemní růžici *Plantago*

*lanceolata*. Na kosených plochách se rychle vyvíjely trávy *Trisetum flavescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Festuca rubra*, *Agrostis capillaris*, dále fenologicky pozdnější byliny *Achillea millefolium*, *Galium verum* a *Hypericum perforatum*. Druh s letním maximem *Veronica chamaedrys* se nejrychleji vyvíjel také na neobhospodařovaných plochách.

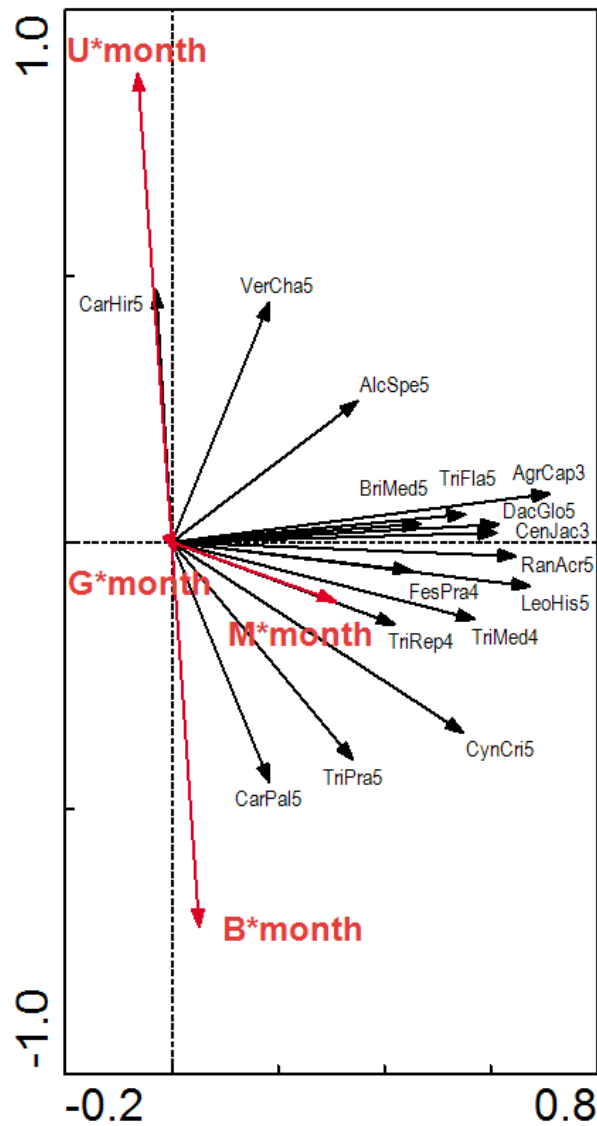


Obr. 17: Ordinační diagram RDA pro fenologické změny druhů, v závislosti na způsobu obhospodařování. Číslo představují poslední fenologickou fázi, které druh na dané lokalitě dosáhl. Lokalita Brumov, rok 2009



Obr. 18: Ordinační diagram RDA pro fenologické změny druhů, v závislosti na způsobu obhospodařování. Čísla představují poslední fenologickou fázi, které druh na dané lokalitě dosáhl. Lokalita Brumov, rok 2010

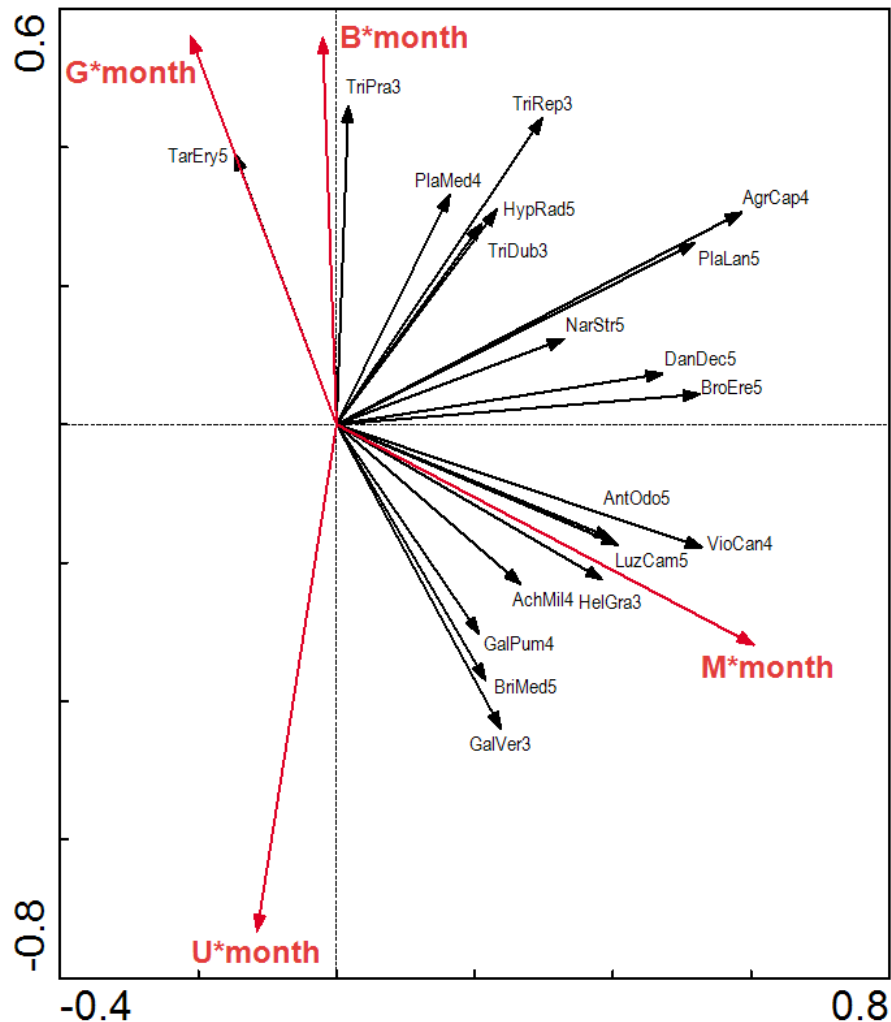
Na Lopeníku (Obr. 19) bylo nejvíce kvetoucích druhů vázáno na kosené plochy, což byly především leguminózy *Trifolium medium*, *T. repens*, trávy *Festuca pratensis*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis capillaris*, *Trisetum flavescens*, *Briza media*, fenologicky pozdnější *Centaurea jacea*, *Leontodon hispidus*, a pryskyřník *Ranunculus acris*. Na graminoidy *Cynosurus cristatus*, *Carex pallescens* a leguminózu *Trifolium pratense* měla podobný dopad i pastva spojená s vypalováním. Od ní se nejvíce odlišovalo ponechání ladem, kde byly soustředěny kvetoucí druhy *Carex hirta*, *Alchemilla sp.* a *Veronica chamaedrys*. Vliv pastvy samotné se zde téměř neprojevil.



Obr. 19: Ordinační diagram RDA pro fenologické změny druhů, v závislosti na způsobu obhospodařování. Čísla představují poslední fenologickou fázi, které druh na dané lokalitě dosáhl. Lokalita Lopeník, rok 2009

Také na lokalitě Suchov (Obr. 20) se ponechání ladem výrazněji odlišovalo od všech ostatních managementů. Byly jím výrazněji ovlivněny pouze svízele *Galium verum*, *G. pumilum* a tráva *Briza media*, zároveň kvetoucí i na kosených plochách. Graminoidy *Luzula campestris*, *Anthoxanthum odoratum*, *Danthonia decumbens*, *Bromus erectus* a druhy *Helianthemum nummularium*, *Viola canina*, *Achillea millefolium* byly spojeny s kosením. Tento management, podobně jako vypalování prospíval také travám *Nardus stricta*, *Agrostis capillaris*, a druhu s přizemní růžicí listů *Plantago lanceolata*. Na vypalovaných plochách kvetla také *Plantago media*, *Hypochaeris radicata* a leguminózy *Trifolium dubium*, *T.*

*pratense*, *T. repens*. Téměř totožný vliv jako vypalování měla i pastva, s níž je nejvíce korelován druh *Taraxacum* sect. *Erythrosperma*.



Obr. 20: Ordinační diagram RDA pro fenologické změny druhů v závislosti na způsobu obhospodařování. Čísla představují poslední fenologickou fázi, které druh na dané lokalitě dosáhl. Lokalita Suchov, rok 2009.

U všech sledovaných lokalit kvetlo nejvíce druhů na kosených plochách, podle očekávání měly podobný vliv na vegetaci pastva a pastva spojená s vypalováním. Nejvíce se odlišovalo ponechání ladem, s tímto managementem bylo spojeno jen velmi málo rychle se vyvíjejících druhů.

Ze srovnání ordinačních diagramů pro pokryvnosti a fenologické fáze vyplývá, že jen některé druhy se rychleji vyvíjí na plochách, na kterých zároveň dosahují i nejvyšší pokryvnosti.

## **5. DISKUSE**

### **5. 1. RDA údajů o pokryvnosti**

Rozdíly ve fenologii u různých managementů byly ve většině případů doprovázeny i odlišným druhovým složením. Výsledky tedy nasvědčují tomu, že selekce zde probíhá na úrovni společenstev, ke stejnému závěru dochází například Díaz et al. (1994), Ansquer et al. (2009). Z výsledných grafů přímé ordinace vyplývá, že vliv managementu na vegetaci zde byl obdobný jako u analýzy fenologických fází. Největší dopad na druhové složení mělo opět ponechání ladem (Belsky et al. 1992).

### **5. 2. Analýza charakteristických znaků**

Ačkoli analýza funkčních znaků byla signifikantní jen v několika případech, výsledky naznačují, že výskyt druhů s nízkým obsahem sušiny v listech a zároveň časnější fenologický vývoj je soustředěn především na kosené plochy. Naopak v důsledku ponechání ladem převažují druhy s pozdějším nástupem kvetení a vysokým obsahem sušiny, jak uvádí například Ansquer et al. (2009). Rostlinám s generativní reprodukcí prospívá heterogenní prostředí vytvářené pastvou, naopak, nejvíce klonálních rostlin je soustředěno na neobhospodařované a vypalované plochy. Potvrzuje to i práce Křivánkové (2010). Klimešová et al. (2008) ale uvádí, že v různých geografických regionech mohou být při stejných změnách obhospodařování zvýhodněny rostliny charakterizované různými kombinacemi funkčních vlastností a predikce na širší geografické škále tedy není možná.

### **5. 3. Výška porostu**

Výška rostliny vypovídá o schopnosti rostliny konkurovat o světlo (Falster and Westoby 2003). Patrně proto dosahovaly na všech lokalitách výrazně vyšších hodnot plochy neobhospodařované, kde je tato schopnost rozhodující. To, že ponechání ladem má největší dopad na množství biomasy potvrzuje i Belsky (1992) a Liira and Zobel (2000). Druhé nejvyšší byly vždy plochy kosené. Jak naznačuje Harper (1969), mezidruhová konkurence je intenzivnější ve společenstvech bez vlivu pastvy, což odpovídá i výsledkům této studie. Celkově lze konstatovat spolu s Moog et al. (2005), že množství biomasy vzrůstá s klesající frekvencí disturbance. Nejpodobnější si byly výšky na plochách, kde probíhala pastva a



pastva spojená s vypalováním. Vypalované plochy dosahovaly téměř vždy nejmenších hodnot, jedinou výjimkou byla lokalita Lopeník, kde byla naopak nejmenší vegetace vlivem pastvy. Patrně se zde projevuje různá intenzita a načasování prováděného managementu. Příčinou může být i jiné druhové složení. Vliv zcela odlišného prostředí se projevil i na celkových hodnotách, které byly výrazně vyšší na Lopeníku, oproti tomu na Suchově byl nárůst biomasy velmi pozvolný. Je to důsledek faktu, že pro optimální rozvoj asimilačního povrchu nebývá v travinných porostech mírného pásma obvykle omezujícím činitelem světlo, ani teplota, ale výrazněji se uplatňují živiny a voda (Rychnovská et al. 1985). Srovnáním s průběhem měsíčních srážek (příloha č. 2) je tedy možné vysvětlit, proč docházelo k největšímu nárůstu biomasy mezi květnovým a červnovým měřením.

#### **5. 4. Cumulative peak species abundances**

Zatímco dominantní druhy koncentrují svůj reprodukční cyklus do poloviny vegetačního období, ty nedominantní využívají její okraje (Martínková et al. 2002). Jak uvádí Rychnovská et al. (1985), přirozené travinné porosty mají zpravidla dvě fenologická optima, jarní a pozdně letní, která představují vzájemně se doplňující sezóní rytmus několika fytoecologických skupin druhů. Tvar grafu Cumulative peak species abundances je tedy podobně jako následující charakteristika závislý na úseku vegetační sezony, který zachycuje.

Jak je z výsledků patrné, na sušších a teplejších lokalitách, kde dominují trávy (Brumov a Suchov), dochází k největším změnám v množství biomasy i počtu dominant na počátku sledovaného období. Sezonní rozdíly mezi lokalitami mají tedy pravděpodobně příčinu v jiném druhovém složení společenstva (Díaz et al. 1994). Pozice fenologického optima je totiž výrazněji odlišnější u graminoidů, které začínají svůj fenologický vývoj na začátku sezony, než u dvouděložných rostlin (Martínková 2002). Lopeník je svou sezonní dynamikou i podmínkami prostředí nejodlišnějším stanovištěm. Ve sledovaném období zde dominanty dosahovaly svého maxima pokryvnosti současně. Oproti ostatním sledovaným lokalitám je zde patrný posun směrem k druhé části sezony, což opovídá i výsledkům Bergfur et al. (2004), kdy na mezických stanovištích probíhaly největší fenologické změny později. Díky výraznému nárůstu pokryvnosti a počtu dominantních druhů, soustředěných do jednoho období, je graf narozdíl od předchozích lokalit výrazně asymetrický a společenstvo vykazuje ve sledovaném období synchronizaci.

Při pohledu na grafy může překvapit, že některé časné druhy mají maximum v druhé polovině sezony. Rozdíly průměrné pokryvnosti mezi měsíci byly u některých druhů velmi malé, což je třeba případ fenologicky časného druhu *Euphorbia cyparissias*, o jehož zařazení do července (Brumov 2009) rozhodovala pouhá desetina, viz příloha č. 5.

## 5. 5. Fenologická komplementarita

Rozdíl mezi managementy byl signifikantní pouze v případě Brumova 2009, kde se odlišovaly kosené plochy od ploch vypalovaných. Nejvyšší hodnoty indexu měly na lokalitě Brumov v obou letech plochy vypalované. Komplementaritu podporovala i pastva, její vliv však v následujícím roce v důsledku oplocení celé lokality poklesl. To, že pastva i v kombinaci s vypalováním podporuje komplementaritu více než ostatní typy managementu, vysvětluje Carson and Barrett (1988) tím, že heterogenní prostředí poskytuje prostor druhům s různou životní strategií (jednoleté, dvouleté, trvalky) a umožňuje časové rozrůznění vegetačního období. Častější disturbance vytváří volné plochy, které poskytují dostatek prostoru pro vzcházení a vývoj různých druhů v průběhu celé vegetační sezony (Lavorel et al. 1994). Změny komplementarity mezi sezonami bylo možné srovnat pouze u lokality Brumov. Ačkoli hodnoty indexu v následujícím roce poklesly, což potvrzuje i práce Zhao et al. (2007), poměr mezi jednotlivými managementy zůstal víceméně zachován. Tento fakt jistě stojí za pozornost a vyžaduje další studium. Ve většině prací (Stevens and Carson 2001, Quin et al. 2003, Wacker et al. 2007, Zhao et al. 2007) byla komplementarita sledována minimálně po dvě vegetační období. Ukázalo se, že v rozpětí hodnot indexu byl patrný i rozdíl mezi lokalitami, přičemž nejnižší komplementaritu (největší synchronicitu) vykazovalo společenstvo na Lopeníku. Rozdíl je patrně způsoben jak odlišnými podmínkami prostředí a druhovým složením, tak různou intenzitou a načasováním managementu. Index se ve většině případů pohyboval v záporných hodnotách. Nabízí se otázka, zda míra disturbance byla dostačující k tomu, aby společenstvo vykazovalo komplementaritu. Stevens and Carson (2001) studovali raně sukcesní stadia a heterogenitu zvyšovali kombinací zásahů, přidáním hnojiv, apod). Některé snímky sice vykazovaly vysokou komplementaritu, přesto se téměř v polovině případů pohyboval index v záporných hodnotách. Další otázkou je, zda je komplementarita opravdu tak úzce spjata s disturbancí. V případě neobhospodařovaných travinných porostů se hodnoty indexu pohybovaly od + 1 do - 2 (Quin et al. 2003, Zhao et al. 2007). Na výsledku se mohl projevit i efekt vzorku (tzv. „sampling effect“) a to nejen velikost

a počet snímkovaných ploch, ale i rozsah sledovaného úseku vegetační sezony a načasování jednotlivých pozorování.

## 5.6. Fenologický progress

Ačkoli Díaz et al. (1994) podotýká, že pastva příliš neovlivňuje dobu kvetení a dozrávání plodů, výsledky naznačují, opak. Kosení, které ve sledovaném experimentu představuje jedinou neselektivní disturbance, zvyhodňuje druhy, které dokončí svůj vývojový cyklus před zásahem (Rychnovská et al. 1985), nebo ty se schopností rychlé obnovy květních částí (Klimešová et. al 2008). Pozitivní vliv na rychlost fenologického vývoje má i pastva spojená s vypalováním. Samotné vypalování je používáno k odstranění stařiny a urychlení mineralizace humusu, otevírá prostor pro klíčení semen a omezuje houbové patogeny, zároveň podporuje vegetativní rozrůstání (Mládek et al. 2006). Výsledky jsou překvapivé, protože např. Křivánková (2010) zaznamenává na vypalovaných plochách přibývání později kvetoucích druhů a Collins and Wallace (1990) uvádějí pokles časnějších druhů trav. Je možné, že dopad tohoto typu managementu na vegetaci závisí na druhovém složení společenstva, nebo, jak uvádějí např. Bailey and Anderson (1978), na jeho intenzitě a načasování. Velmi podobný efekt jako vypalování zde měla i samotná pastva. Absence jakékoli disturbance měla za následek nejpomalejší vývoj.

## 5.7. Poměry fenofází

Na všech sledovaných lokalitách byl vlivem kosení vyšší počet kvetoucích rostlin, než u ostatních managementů. Podle Losvik (1988) převažují v porostech sečených zjara rostliny s pozdější dobou kvetení, které dokončují reprodukční cyklus až po regeneraci porostu. U experimentu v Bílých Karpatech byly plochy sečeny až v polovině července, tedy po sledovaném období. Křivánková (2010) zde zaznamenává pokles počtu druhů s pozdějším kvetením. Naopak, ponechání ladem mělo vliv na rychlejší fenologický vývoj u velmi malého počtu druhů, což je patrně způsobeno tím, že na neobhospodařovaných plochách profitují rostliny s vegetativním rozmnožováním (Belsky 1992, Křivánková 2010). Absence jakékoli disturbance totiž snižuje šance druhů s generativním rozmnožováním, protože vrstva stařiny neposkytuje mnoho prostoru pro klíčení (Kotorová and Lepš 1999). Jak naznačuje také menší poměr rostlin s dozrávajícími a zralými semeny, na neobhospodařovaných plochách dochází k pomalejšímu vývoji. Nárůst později kvetoucích druhů s krátkou dobou kvetení uvádí i

Kahmen and Poschlod (2004). Vliv pastvy a pastvy spojené s vypalováním byl proměnlivý. Rozdíly byly patrné nejen mezi lokalitami, ale i mezi sezonami na jedné lokalitě. Příčina může být v různé intenzitě prováděného zásahu, pravděpodobné je ale i to, že vypalování na počet kvetoucích rostlin nemá vliv. To, co měly vypalované plochy ve všech případech společné, byla relativně vyšší proporce fází 4 a 5, což naznačuje oproti pastvě časnější vývoj.

## 5. 8. RDA fenologických dat

Jak ukázaly výsledky přímé ordinace fenologických dat, velký vliv na znaky spojené s reprodukcí mají kosení i pastva (Reisch and Poschold 2009). Nejrychleji probíhaly fenologické změny na kosených plochách a převážná část druhů zde dosáhla posledního stupně fenologického vývoje. Pozitivní vliv na sezonní dynamiku zde měla také pastva spojená s vypalováním, kde také velká část druhů na konci sledovaného období dokončila svůj vývojový cyklus. Ponechání ladem se projevilo na rychlejším vývoji u nepatrného počtu druhů. Jak vyplývá z ordinačních diagramů, jen některé druhy se rychleji vyvíjí na plochách, na kterých zároveň dosahují i nejvyšší pokrývnosti. U pasených ploch jsou to především *Euphorbia cyparissias*, *Leontodon hispidus*, *Daucus carota*, *Arrhenatherum elatius*, *Dactylis glomerata*, u vypalovaných *Trifolium pratense*. Na kosených je to *Alchemilla spe.*, *Achillea millefolium* *Trifolium medium*, *Trifolium repens*, neobhospodařované plochy preferuje *Carex hirta*.

## 6. ZÁVĚR

Po pěti letech odlišného managementu se vegetace v důsledku prováděného typu zásahu lišila svým druhovým složením na většině studovaných lokalit. Výsledky analýzy funkčních znaků naznačovaly, že rostliny s generativním typem rozmnožování, časnějším nástupem fáze květu a nízkým obsahem sušiny v listech jsou více zastoupeny na kosených plochách. Výška porostu, kterou lze interpretovat jako schopnost konkurence o světlo, klesala s mírou disturbance, ve většině případů byly nejnižší vypalované a pasené plochy, naopak nejvyšších hodnot dosahovala vegetace vlivem kosení a ponechání ladem. Podobné rozložení hodnot mezi managementy měl i index fenologické komplementarity. Podle očekávání bylo komplementární společenstvo na vypalovaných a pasených plochách, které mají větší míru disturbance než ostatní typy managementu. Ačkoli hodnoty indexu v následujícím roce poklesly, rozdíl mezi managementy zůstal zachován. Potvrzení tohoto trendu vyžaduje dlouhodobější sledování.

Analýza fenologických dat potvrdila výsledky získané pomocí funkčních znaků, největší poměr generativních fenologických fází byl u vegetace kosených ploch, které spolu s vypalovanými plochami obsahovaly i větší procento zralých diaspor, což ukazuje na časnější vývoj. Na všech plochách však zůstala většina rostlin v průběhu sledovaného období ve sterilním stavu. Pozitivní vliv na rychlost fenologického vývoje mělo kosení a pastva spojená s vypalováním, tyto dva zásahy byly také spojeny s časnějším nástupem generativních fází. Analýza RDA ukázala, že největší vliv na intenzitu fenologického vývoje má kosení a pastva především v kombinaci s vypalováním, ale i bez něj. Naopak, velmi málo rostlin se rychleji vyvíjelo na plochách ponechaných ladem.

Otázkou zůstává, zda je pět let experimentálních zásahů pro společenstvo druhově bohatých travních porostů dostatečně dlouhá doba, aby se mohly výrazněji projevit sledované charakteristiky. Při interpretaci výsledků této práce je třeba také brát v úvahu, že fenologický vývoj jednotlivých druhů ovlivňuje v průběhu sezony i celá řada jiných faktorů (např. teplota, intenzita a načasování managementu, náhodné vlivy), což může při malém počtu opakování ovlivnit výsledek.

## 7. LITERATURA

Agren G., Fagerstrom T. (1980): Increased or decreased separation of flowering times? The joint effect of competition for space and pollination in plants. *Oikos* 35: 161-164.

Al-Mufti M. M, Sydes C. L., Furness S. B., Grime J. P., Band S. R. (1977): A Quantitative analysis of shoot phenology and dominance in herbaceous vegetation. *Journal of Ecology* 65: 759-791.

Ansquer P., Haj Khaled R. A., Cruz P., Theau J. P., Therond O., Duru M. (2009): Characterizing and predicting plant phenology in species-rich grasslands. *Grass and Forage Science* 64: 57–70.

Bailey A. W., Anderson M. L. (1978): Prescribed Burning of a *Festuca-Stipa* Grassland. *Journal of Range Management* 31: 446-449.

Balátová-Tuláčková E. (1971): Phänospektrum-Diagramme der Wiesen im Opava-Tal und ihre Auswertung. *Acta Scientiarum Naturalium* 5 : 1-60.

Bazzaz F. B. (1991): Habitat selection in plants. *American Naturalist* 137: 116–130.

Begon M., Harper J. L., Townsend C. R. (1996): *Ecology*. Blackwell Science, Oxford. 247 p.

Belsky A. J. (1992): Effects of Grazing, Competition, Disturbance and Fire on Species Composition and Diversity in Grassland Communities. *Journal of Vegetation Science* 3: 187-200.

Bergfur J., Carlsson A., Milberg P. (2004): Phenological changes within a growth season in two semi-natural pastures in southern Sweden. *Annales Botanici Fennici* 41: 15-25.

Carman J. G., Briske D. D. (2004): Morphologic and allozymic variation between long-term grazed and non-grazed populations of the bunchgrass *Schizachyrium scoparium* var. *frequens*. *Oecologia* 66: 332-337.

Carson W. P., Barrett G. W. (1988): Succession in Old-Field Plant Communities: Effects of Contrasting Types of Nutrient Enrichment. *Ecology* 69: 984-994.

Cole B. J. (1981): Overlap, regularity, and flowering phenologies. *The American Naturalist* 117: 993-997.

Collins S. L., Wallace L. L. (1990): *Fire in North American Tallgrass Prairies*. University of Oklahoma Press. Norman, Oklahoma 181 pp.

Correl O., Isselstein J., Pavlu V. (2003): Studying spatial and temporal dynamics of sward structure at low stocking densities: the use of an extended rising-plate-meter method. - *Grass and Forage Science* 58: 450-454.

Díaz S., Acosta A., Cabido M. (1994): Grazing and the phenology of flowering and fruiting in a montane grassland in Argentina: a niche approach. *Oikos* 70: 287-295.

Falster D., Westoby M. (2003): Plant height and evolutionary games. *Trends in Ecology and Evolution* 18:337-343.

Fitter A. H., Fitter R. S. F., Harris I. T. B., Williamson M. H. (1995): Relationships between first flowering date and temperature in the flora of a locality in central England. *Functional Ecology* 9: 55–60.

Frost, T. M., Carpenter S. R., Ives A. R., Kratz T. K. (1995): Species compensation and complementarity in ecosystem function. In C. G. Jones and J. H. Lawton (eds.), *Linking Species and Ecosystems*, Chapman and Hall Press, London, pp. 224-239.

Gulmon S. L., Chiariello N. R., Mooney H. A., Chu C. C. (1983): Phenology and resource use in three co-occurring annuals. *Oecologia* 67: 342–351.

Harper J. L. (1969): The role of predation in vegetational diversity. *Brookhaven Symposia in Biology*. 22: 48-60.

Hejduk S., Mládek J. (2008): Fenologické změny kvality píce druhově bohatých trvalých travních porostů. In: Jongepierová I. [ed.] *Louky Bílých Karpat [Grasslands of the White Carpathian Mountains]*, ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, pp 363–367.

Herben T., Münzbergová Z. (2003): Zpracování geobotanických dat v příkladech. Část I - Data o druhovém složení. Skripta PŘF UK, Praha.

Hooper D. U. (1998): The role of complementarity and competition in responses to variation in plant diversity. *Ecology*. 79:704-719.

Kahlert B. R., Ryser P., Edwards P. J. (2005): Leaf phenology of three dominant limestone grassland plants matching the disturbance regime. *Journal of Vegetation Science* 16: 433-442.

Kahmen S., Poschlod P. (2004): Plant functional trait responses to grassland succession over 25 years. *Journal of Vegetation Science* 15: 21–31.

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.ledatraitbase.org>].

Klimešová J., Latzel V., De Bello F., van Groenendael J. M. (2008): Plant functional traits in studies of vegetation changes in response to grazing and mowing: towards a use of more specific traits. *Preslia* 80: 245-253.

Klotz S., Kühn I., Durka W. (Hrsg.) (2002): BIOLFLORE - Eine Datenbank zu biologisch-ökologischen Merkmalen der Gefäßpflanzen in Deutschland. - Schriftenreihe für Vegetationskunde 38. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. [<http://www.ufz.de/biolflor>].

Kochmer J., Handel S. (1986): Constraints and Competition in the Evolution of Flowering Phenology. *Ecological Monographs* 56: 303-325.

Kotorová I., Lepš J. (1999): Comparative ecology of seedling recruitment in an oligotrophic wet meadow. *Journal of Vegetation Science* 10: 175-186.

Křivánková V. (2009): Charakteristické znaky rostlin jako indikátory různých způsobů obhospodařování trvalých travních porostů. Ms.[Diplomová práce, depon. in: Katedra ekologie PŘF UPOL]

Kubát K., Hrouda L., Chrtek 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): BioFlor - a new plant-trait database as a tool for plant invasion ecology. *Diversity and Distributions* 10: 363-365.

Lavorel S., Lepart J., Debussche M., Lebreton J., Beffy J. (1994): Small scale disturbances and the maintenance of species diversity in Mediterranean old fields. *Oikos* 70: 455-473.

Liira J., Zobel K. (2000): Vertical structure of a species-rich grassland canopy, treated with additional illumination, fertilization and mowing. *Plant Ecology* 146: 185-195.

Losvik M. H. (1988): Phytosociology and ecology of old hay meadows in Hornaland, western Norway in relation to management. *Vegetatio* 78: 157-187.

Martínková J., Šmilauer P., Mihulka S. (2002): Phenological pattern of grassland species: relation to the ecological and morphological traits. *Flora* 197: 290-302.

Mc Naughton S. J. (1993): Biodiversity and function of grazing ecosystems. *In* E. - D. Schulze and H. A. Mooney (eds.), *Biodiversity and Ecosystem Function*. Springer-Verlag, Berlin, Germany, pp. 361-383.

Mitchley J., Grubb P. J. (1988): Control of relative abundance of perennials in chalk grassland in southern England. III. Shoot phenology. *The Journal of Ecology* 76: 607-616.



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., Pavlů V., Hejcman M., Gaisler J. [eds.] (2006): Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích. VÚRV Praha, 104 pp.

Mládek J. (2008): Vliv pastvy na druhovou diverzitu. In: Jongepierová I. [ed.] Louky Bílých Karpat [Grasslands of the White Carpathian Mountains], ZO ČSOP Bílé Karpaty, Veselí nad Moravou, pp 363–367.

Moles A. T., Warton D. I., Warman L., Swenson N. G., Laffan S. W., Zanne A. E., Pitman A., Hemmings F. A., Leishman M. R (2009): Global patterns in plant height. *Journal of ecology* 97: 923-932.

Moog D., Kahmen S., Poschold P. (2005): Application of CSR- and LHS-strategies for the distinction of differently managed grasslands. *Basic and Applied Ecology* 6: 133-143.

Poole R. W., Rathcke B. J., Stiles F. G. (1979): Regularity, randomness, and aggregation in flowering phenologies. *Science* 203: 470-471.

Quin G., Du G., Luo Y., Dong G., Ma J. (2003): A reexamination of the relationship among complementarity, species diversity and ecosystem function. *Botanical Bulletin of Academia Sinica* 44: 239-244.

Quinn J. A., Miller R. V. (1967): A Biotic Selection Study Utilizing *Muhlenbergia montana*. *Bulletin of the Torrey Botanical* 94: 423-432.

Rabinowitz D., Rapp J. K., Sork V. L., Rathcke B. J., Reese G. A., Weaver J. C. (1981): Phenological properties of wind- and insect-pollinated prairie plants. *Ecology* 62: 49–56.

Rathcke B., Lacey E. P. (1985): Phenological patterns of terrestrial plants. *Annual Review of Ecology and Systematics* 16: 179-214.

Reisch Ch., Poschold P. (2009): Land use affects flowering time: seasonal and genetic differentiation in the grassland plant *Scabiosa Columbaria*. *Evolutionary Ecology*. 23: 753-

Rychnovská M., Balátová-Tuláčková E., Úlehlová B., Pelikán J. (1985): Ekologie lučních porostů, Academia, Praha 291 pp.

Ryser P., Urbas P. (2000): Ecological significance of leaf life span among Central European grass species. *Oikos* 91: 41-50.

Schemske D. W., Wilson M. F., Melampy M. N., Miller L. J., Verner L., Schemske K. J., Best L. B. (1978): Flowering ecology of some spring woodland herbs. *Ecology* 59: 351–366.

StatSoft Inc. (2009): STATISTICA [Softwarový systém na analýzu dat], verze 6.0. [www.statsoft.com].

Stevens M. H. H., Carson W. P. (2001): Phenological complementarity, species diversity and ecosystem function. *Oikos* 92: 291-296.

Sydes C. L. (1984): A comparative study of leaf demography in limestone grassland. *The Journal of Ecology* 72: 331-345.

ter Braak C. J. F., Šmilauer P. (2002): Canoco Windows and CanoDraw for Windows (version 4.5). Microcomputer Power. Ithaca New York, USA

Wacker L., Baudois O., Eichenberger-Glinz S., Schmid B. (2007): Environmental heterogeneity increases complementarity in experimental grassland communities. *Basic and applied Ecology* 9: 467-474.

Williamson P. (1976): Above-ground primary production of chalk grassland allowing for leaf death. *The Journal of Ecology* 64: 1059-1075.

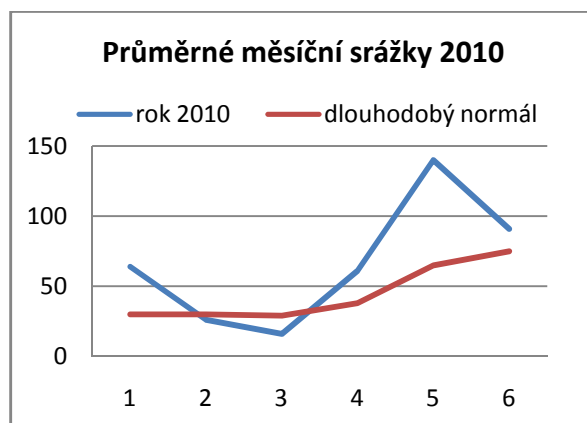
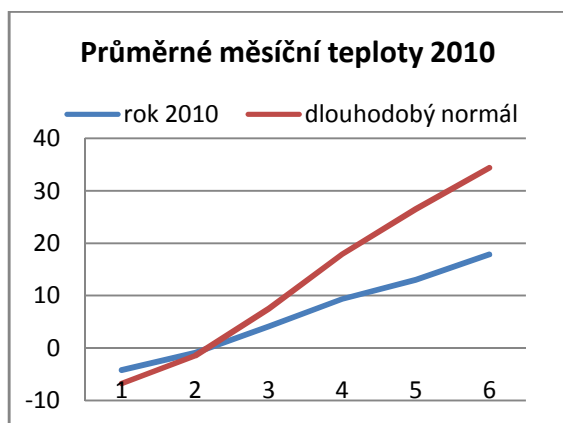
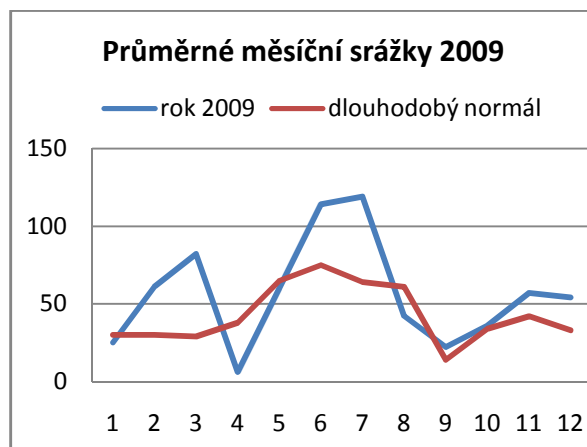
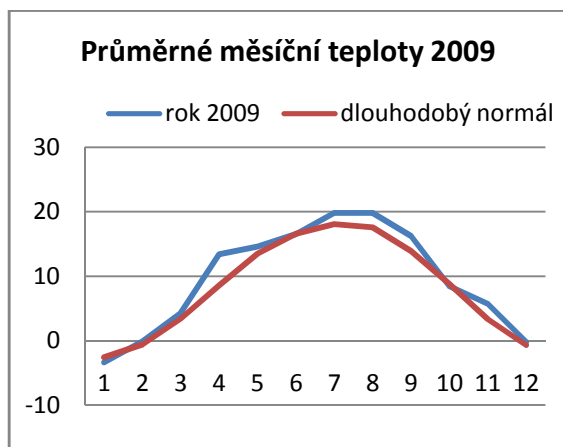
Zhao L., Yang G.-X., Liu Z.-L., Xin X.-P., Luo Y.-J., Wang G. (2007): Phenological complementarity does not enhance ecosystem production in undisturbed steppe community. *Journal of Integrative Plant Biology* 49: 582-587.

## 8. PŘÍLOHY

**Příloha č. 1: Doba snímkování v terénu**

Lokalita	Rok	Měsíc zápisu		
		Květen	Červen	Červenec
Brumov	2009	2. - 3.	2. - 3.	2. - 3.
Lopeník	2009	4. - 5.	13. - 14.	4. - 5.
Suchov	2009	7. - 8.	18. - 19.	6. - 7.
Brumov	2010	11. - 12.	14. - 15.	8. - 9.

**Příloha č. 2: Průměrné měsíční srážky (mm) a teploty (C°) meteorologické stanice Brno v průběhu sledovaného období. Zdroj: Český hydrometeorologický ústav [www.chmu.cz], dostupné dne 1.8.2010.**



### Příloha č. 3 : Seznam nalezených druhů

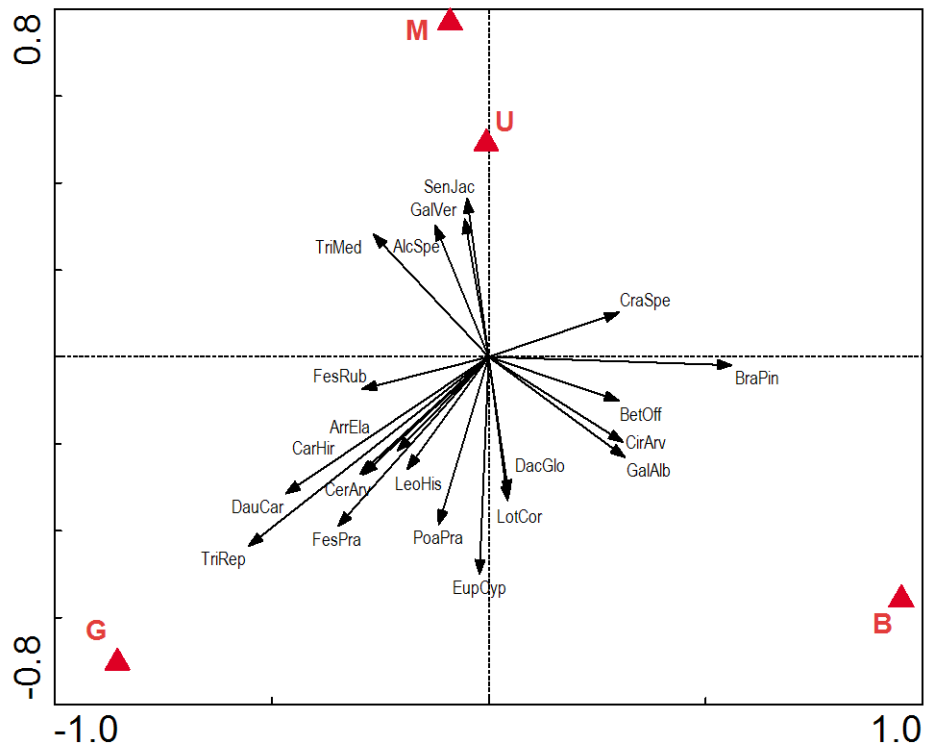
Zkratka	Latinský název	Český název
AceCam	<i>Acer campestre</i> L.	javor babyka
AchMil	<i>Achillea millefolium</i> L.	řebříček obecný
AgrEup	<i>Agrimonia eupatoria</i> L.	řepík lékařský
AgrCap	<i>Agrostis capillaris</i> L.	psineček obecný
AlchSpe	<i>Alchemilla</i> sp.	kontryhel
AntOdo	<i>Anthoxanthum odoratum</i> L. s. s.	tomka vonná
AntSyl	<i>Anthriscus sylvestris</i> (L.) Hoffm.	kerblík lesní
AntVul	<i>Anthyllis vulneraria</i> L. s. l.	úročník bolhoj
AraHir	<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	huseník chlupatý
ArrEla	<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P. Be	ovsík vyvýšený
AstDan	<i>Astragalus danicus</i> Retz.	kozinec dánský
BetOff	<i>Betonica officinalis</i> L.	bukvice lékařská
BraPin	<i>Brachypodium pinnatum</i> (L.) P.	válečka prapořitá
BriMed	<i>Briza media</i> L.	třeslice prostřední
BroEre	<i>Bromus erectus</i> Huds.	sveřep vzpřímený
CalEpi	<i>Calamagrostis epigejos</i> (L.) Roth	třtina křovištní
CamGlo	<i>Campanula glomerata</i> L.	zvonek klubkatý
CamPat	<i>Campanula patula</i> L.	zvonek rozkladitý
CarCar	<i>Carex caryophylla</i> Latourr.	ostřice jarní
CarFla	<i>Carex flacca</i> Schreb.	ostřice chabá
CarHir	<i>Carex hirta</i> L.	ostřice srstnatá
CarPal	<i>Carex pallescens</i> L.	ostřice bledavá
CatTom	<i>Carex tomentosa</i> L.	ostřice plstnatá
CarAca	<i>Carlina acaulis</i> L.	pupava bezlodyžná
CarBet	<i>Carpinus betulus</i> L.	habr obecný
CaruCar	<i>Carum carvi</i> L.	kmín kořený
CenJac	<i>Centaurea jacea</i> L. s. l.	chrpa luční
CenSca	<i>Centaurea scabiosa</i> L. s. l.	chrpa čekánek
CerArv	<i>Cerastium arvense</i> L.	rožec rolní
ChaAro	<i>Chaerophyllum aromaticum</i> L.	krabilice zápašná
ChaVir	<i>Chamaecytisus virescens</i> L.	čilimník zelenavý
CirAca	<i>Cirsium acaule</i> Scop.	pcháč bezlodyžný
CirArv	<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	pcháč oset
CirVul	<i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.	pcháč obecný
ColAut	<i>Colchicum autumnale</i> L.	ocún jesenní
ConArv	<i>Convolvulus arvensis</i> L.	svlačec rolní
CraMon	<i>Crataegus monogyna</i> Jacq. s. l.	hloh jednosemenný
CreBie	<i>Crepis biennis</i> L.	škarda dvouletá
CruGla	<i>Cruciata glabra</i> (L.) Ehrend.	svízelka lysá
CynCri	<i>Cynosurus cristatus</i> L.	pohánka hřebenitá
DacGlo	<i>Dactylis glomerata</i> L. s. str.	srha laločnatá

DanDec	Danthonia decumbens (L.) DC.	trojzubec poléhavý
DauCar	Daucus carota L.	mrkev obecná
DorHer	Dorycnium herbaceum Vill.	bílojetel německý
RlyRep	Elytrigia repens (L.) Desv. ex Nev	pýr plazivý
EupCyp	Euphorbia cyparissias L.	prýšec chvojka
FesFil	Festuca filiformis Pourr.	kostřava vláskovitá
FesPra	Festuca pratensis Huds. s. l.	kostřava luční
FesRub	Festuca rubra L.	kostřava červená
FesRup	Festuca rupicola Heuff.	kostřava žlábkatá
FilVul	Filipendula vulgaris Moench	tužebník obecný
FraVes	Fragaria vesca L.	jahodník obecný
FraVir	Fragaria viridis (Duchesne) Westw.	jahodník trávnic
GalAlb	Galium album Mill.	svízel bílý
GalApa	Galium aparine L.	svízel přítula
GalPum	Galium pumilum Murray s. str.	svízel nízký
GalVer	Galium verum L. s. str.	svízel syřišťový
GenTin	Genista tinctoria L.	kručinka barvířská
GeuUrb	Geum urbanum L.	kuklík městský
GleHed	Glechoma hederacea L.	popenec obecný
HelNum	Helianthemum nummularium (L.) Lam.	devaterník velkokvětý
HerSph	Heracleum sphondylium L.	bolševník obecný
HieLac	Hieracium lachenalii C. C. Gmel.	jestřábník Lachenalův
HiePil	Hieracium pilosella L.	jestřábník chlupáček
HolLan	Holcus lanatus L.	medyněk vlnatý
HypMac	Hypericum maculatum L.	třezalka skvrnitá
HypPer	Hypericum perforatum L.	třezalka tečkovaná
HypRad	Hypochaeris radicata L.	prasetník plamatý
KnaArv	Knautia arvensis (L.) Coult. s. str.	chrastavec rolní
KoePyr	Koeleria pyramidata (Lam.) P. B.	smělek jehlancovitý
LatPra	Lathyrus pratensis L.	hrachor luční
LeoHis	Leontodon hispidus L.	máchelka srstnatá
LigVul	Ligustrum vulgare L.	ptačí zob obecný
LinCat	Linum catharticum L.	len počistivý
LotCor	Lotus corniculatus L.	štírovník růžkatý
LuzCam	Luzula campestris (L.) DC.	bika ladní
LuzLuz	Luzula luzuloides (Lam.) Dandy	bika bělavá
LuzPil	Luzula pilosa (L.) Willd.	bika chlupatá
LycFlo	Lychnis flos-cuculi L.	kohoutek luční
MalDom	Malus domestica Borkh.	jabloň domácí
MedFal	Medicago falcata L. s. str.	tolice srpovitá
MedLup	Medicago lupulina L.	tolice dětelová
NarStri	Nardus stricta L.	smilka tuhá
OnoSpi	Ononis spinosa L. s. str.	jehlice trnitá
PasSat	Pastinaca sativa L.	pastinák setý
PhiPra	Phleum pratense L. s. s.	bojínek luční

PhySpi	Phyteuma spicatum L.	zvonečník klasnatý
PimSax	Pimpinella saxifraga L.	bedrník obecný
PlaLan	Plantago lanceolata L.	jitrocel kopinatý
PlaMaj	Plantago major L. s. str.	jitrocel větší
PlaMed	Plantago media L.	jitrocel prostřední
PolVul	Polygala vulgaris L.	vítod obecný
PotEre	Potentilla erecta (L.) Raeusch.	mochna nátržník
PotHep	Potentilla heptaphylla L.	mochna sedmilistá
PotRep	Potentilla reptans L.	mochna plazivá
PriVer	Primula veris L.	prvosenka jarní
PruVul	Prunella vulgaris L.	černohlávek obecný
PruSpi	Prunus spinosa L. s. str.	trnka obecná
PulMol	Pulmonaria mollis Wulfen ex Hc	plicník měkký
RanBul	Ranunculus bulbosus L.	pryskyřník hlíznatý
RanPol	Ranunculus polyanthemus L. s. s	pryskyřník mnohokvětý
RanRep	Ranunculus repens L.	pryskyřník plazivý
RhiMin	Rhinanthus minor L.	kokrhel menší
RosCan	Rosa canina L. s. l.	růže šípková
RubCae	Rubus caesius L.	ostružiník ježiník
RumAce	Rumex acetosa L.	šťovík obecný
RumAcl	Rumex acetosella L. s. l	šťovík kadeřavý
SalPra	Salvia pratensis L.	šalvěj luční
SalVer	Salvia verticillata L.	šalvěj přeslenitá
SanMin	Sanguisorba minor Sco	krvavec menší
SecVar	Securigera varia (L.) Lassen	čičorka pestrá
SenJac	Senecio jacobaea L.	starček přímětník
SesAnn	Seseli annuum L.	sesel roční
SonArv	Sonchus arvensis L.	mléč rolní
SteGra	Stellaria graminea L.	ptačinec trávovitý
SteMed	Stellaria media (L.) Vill. s. str.	ptačinec prostřední
TarEry	Taraxacum sect. Erythrosperma	pampeliška
TarRud	Taraxacum sect. Ruderalia Wig	pampeliška
TeuCha	Teucrium chamaedrys L.	ožanka kalamandra
ThyPul	Thymus pulegioides L. s. l.	mateřídouška vejčitá
TraOri	Tragopogon orientalis L.	kozí brada východní
TriCam	Trifolium campestre Schreb.	jetel ladní
TriDub	Trifolium dubium Sibth.	jetel pochybný
TriMed	Trifolium medium L.	jetel prostřední
TriMon	Trifolium montanum L.	jetel horský
TriOch	Trifolium ochroleucon Huds.	jetel bledožlutý
TriPrat	Trifolium pratense L.	jetel luční
TriRep	Trifolium repens L.	jetel plazivý
TriFla	Trisetum flavescens (L.	trojštět žlutavý
VerCha	Veronica chamaedrys L. s. l.	rozrazil rezekvítek
VerOff	Veronica officinalis L.	rozrazil lékařský

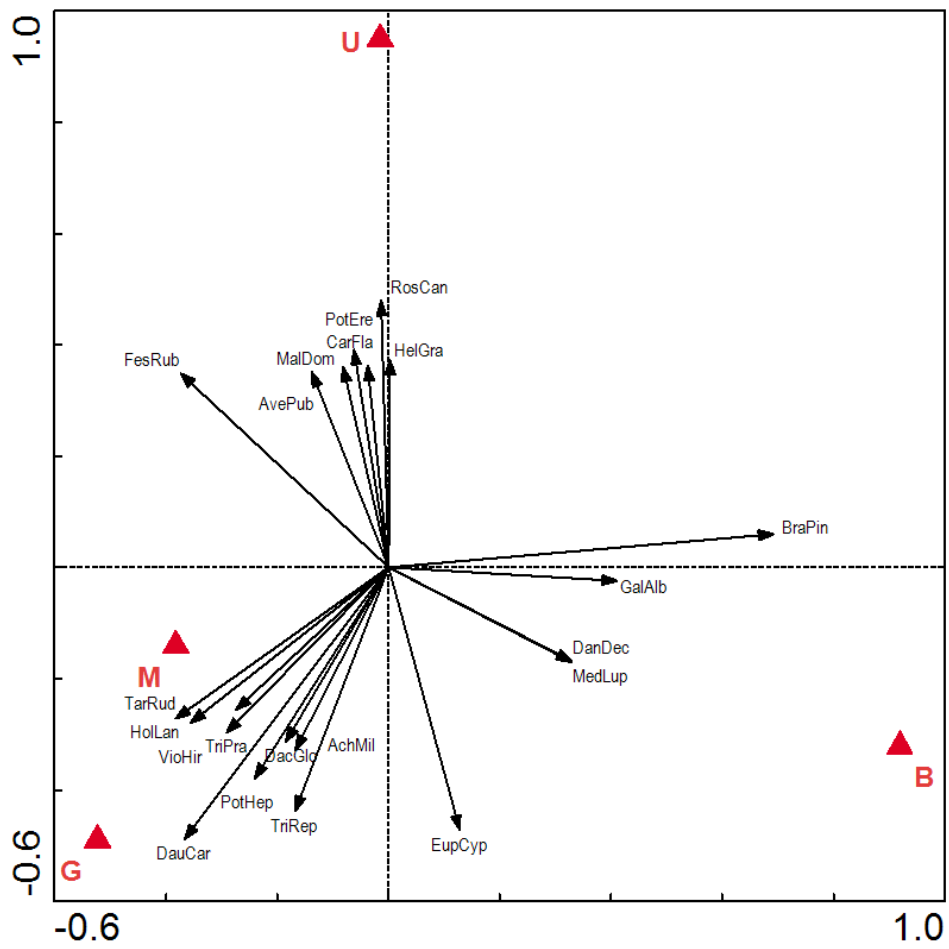
VerSer	Veronica serpyllifolia L.	rozrazil douškolistý
VibOpu	Viburnum opulus L.	kalina obecná
VicCra	Vicia cracca L. s. str.	vikev ptačí
VicSep	Vicia sepium L.	vikev plotní
VioCan	Viola canina L. s. str.	violka psí
VioHir	Viola hirta L.	violka srstnatá

#### Příloha č. 4: Ordinační diagramy

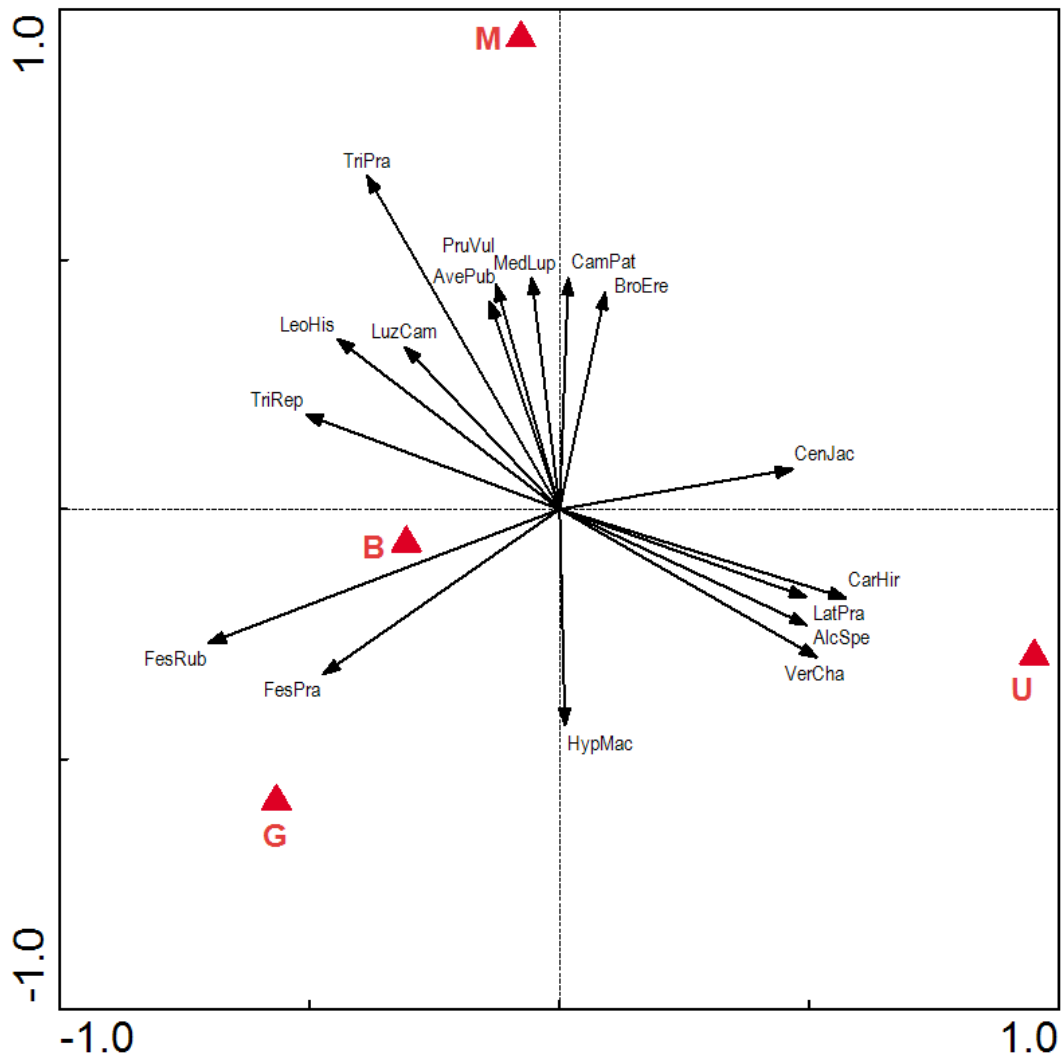


Obr. \_: Ordinační diagram RDA pro pokryvnosti druhů v závislosti na způsobu obhospodařování. Lokalita Brumov, rok 2009.  $p=0,002$

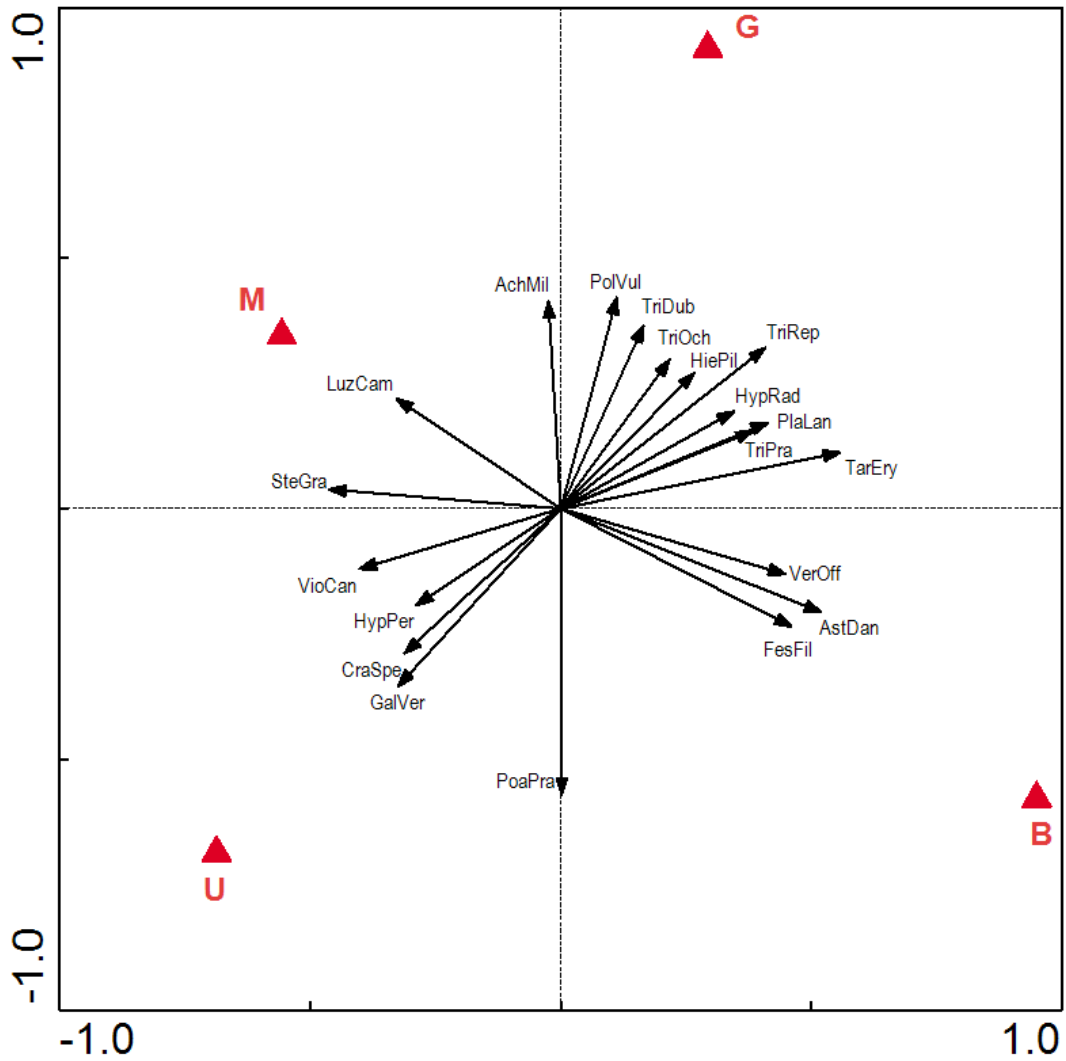




Obr. \_: Ordinační diagram RDA pro pokryvnosti druhů v závislosti na způsobu obhospodařování. Lokalita Brumov, rok 2010.  $p=0,002$



Obr. 1: Ordinační diagram RDA pro pokryvnosti druhů v závislosti na způsobu obhospodařování. Lokalita Lopeník, rok 2009.  $p=0,002$



Obr. \_: Ordinační diagram RDA pro pokryvnosti druhů v závislosti na způsobu obhospodařování. Lokalita Suchov, rok 2009.  $p=0,002$

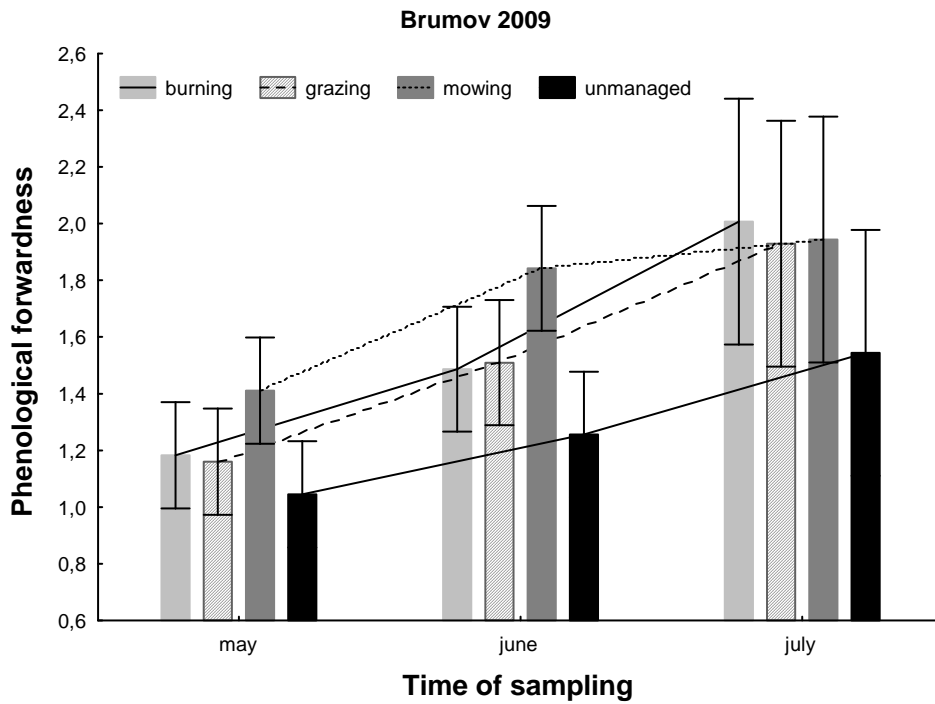
**Příloha č. 5: Tabulky, ze kterých byly sestaveny grafy Cumulative peak species abundances.**

Průměrná pokryvnost dominant (Brumov 2009)					Průměrná pokryvnost dominant (Brumov 2010)				
zkratka druhu	celková	květen	červen	červenec	zkratka druhu	celková	květen	červen	červenec
BraPin	13,03	<b>15,53</b>	13,05	10,53	BraPin	21,90	19,97	<b>23,89</b>	21,08
FesRub	6,88	<b>9,70</b>	7,75	3,18	FraVir	8,82	<b>9,22</b>	8,53	8,14
FraVir	4,98	4,85	3,93	<b>6,18</b>	EupCyp	8,82	8,78	<b>9,22</b>	8,22
EupCyp	4,53	3,72	4,54	<b>5,34</b>	GalVer	6,60	4,17	7,94	<b>8,94</b>
AgrCap	3,40	3,78	<b>4,10</b>	2,31	AgrCap	5,65	4,91	1,09	<b>6,23</b>
AchMil	2,67	1,81	<b>3,45</b>	2,75	TriMed	4,41	3,83	<b>5,94</b>	5,83
GalVer	2,62	1,67	<b>3,63</b>	2,56	MedFal	2,72	2,17	<b>3,14</b>	3,01
CarFla	2,51	<b>2,84</b>	2,47	2,24	AchMil	2,54	1,82	2,51	<b>2,76</b>
PoaPra	2,35	<b>4,06</b>	2,18	0,81	AgrEup	2,50	1,39	2,78	<b>3,69</b>
DacGlo	1,95	<b>2,48</b>	1,83	1,55	DauCar	2,39	1,84	2,85	<b>3,56</b>
AgrEup	1,28	0,57	1,23	<b>2,06</b>	FesRub	1,47	1,64	1,47	<b>1,83</b>
TriMed	1,20	0,85	<b>1,53</b>	1,23	TriMon	1,22	0,95	<b>1,56</b>	1,45
FesPra	1,08	<b>1,33</b>	1,09	0,81	ArrEla	1,12	<b>1,33</b>	0,80	0,80
CenJac	1,01	0,36	1,22	<b>1,47</b>	SenJac	1,01	<b>0,89</b>	0,67	0,86

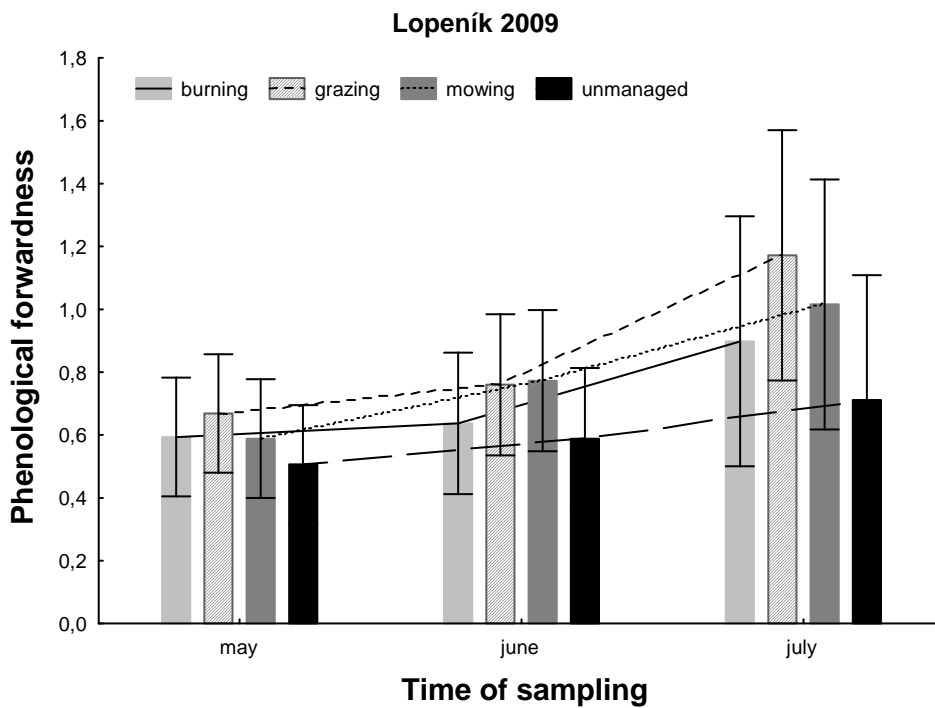
  

Průměrná pokryvnost dominant (Lopeník 2009)					Průměrná pokryvnost dominant (Suchov 2009)				
zkratka druhu	celková	květen	červen	červenec	zkratka druhu	celková	květen	červen	červenec
LeoHis	11,02	10,85	10,15	<b>12,05</b>	AgrCap	11,53	11,03	<b>11,80</b>	11,75
FesRub	9,10	8,46	<b>9,75</b>	9,10	FesRub	10,13	<b>10,73</b>	9,75	9,90
CenJac	8,23	6,10	7,65	<b>10,95</b>	BroEre	6,63	<b>8,38</b>	5,98	5,55
AgrCap	7,28	6,80	7,40	<b>7,65</b>	AchMil	5,28	3,90	5,75	<b>6,20</b>
TriMed	6,70	5,40	6,80	<b>7,90</b>	BraPin	3,63	<b>3,83</b>	3,80	3,25
FesPra	4,46	3,56	4,61	<b>5,21</b>	NarStr	3,39	<b>3,68</b>	3,00	3,50
TriRep	3,90	3,16	3,86	<b>4,68</b>	PlaLan	2,79	1,58	2,95	<b>3,85</b>
TriPra	3,49	3,23	<b>3,58</b>	3,68	AstDan	2,75	2,70	2,65	<b>2,90</b>
TarRud	3,37	<b>3,63</b>	3,13	3,35	FesFil	2,54	<b>2,68</b>	2,63	2,33
AlchSpe	3,04	2,63	3,08	<b>3,43</b>	PoaPra	2,51	2,50	2,48	<b>2,55</b>
TriFla	2,98	2,93	<b>3,03</b>	2,98	VioCan	2,47	1,53	2,48	<b>3,41</b>
HerSph	2,37	0,95	2,33	<b>3,83</b>	HelGra	2,37	1,74	<b>2,83</b>	2,55
DacGlo	1,92	1,06	2,01	<b>2,71</b>	ThyPul	2,30	1,49	2,55	<b>2,85</b>
RanAcr	1,91	1,39	1,74	<b>2,60</b>	PasSat	2,24	1,51	<b>3,13</b>	2,08

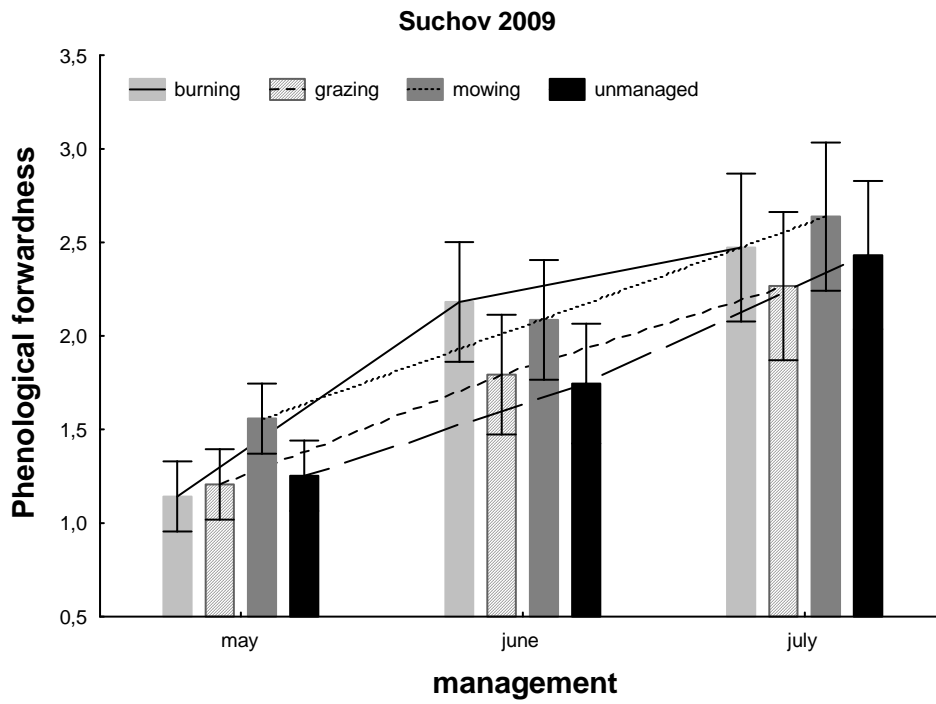
**Příloha č. 6: Fenologický progres**



Obr. \_: Výsledky ANOVA Repeated Measures závislosti fenologického progresu na interakci managementu s časem na lokalitě Brumov v roce 2009. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru,  $p=0,427$



Obr. \_: Výsledky ANOVA Repeated Measures závislosti fenologického progresu na interakci managementu s časem na lokalitě Lopeník v roce 2009. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru,  $p=0,855$



Obr. \_: Výsledky ANOVA Repeated Measures závislosti fenologického progresu na interakci managementu s časem na lokalitě Suchov v roce 2009. Chybové úsečky znázorňují střední chyby průměru,  $p=0,190$

**Příloha č. 7: Fotodokumentace**



Obr. 1: jarní vypalování



Obr. 2: květen na lokalitě Lopeník





Obr. 3: kosená plocha, 11.května 2010, Brumov.



Obr. 4: kosená plocha, 14. června 2010, Brumov.





Obr. 5: kosená plocha, 8.července 2010, Brumov.



Obr. 6: vypalovaná plocha, 11. května 2010, Brumov.





Obr. 7: pasená plocha, 11. května 2010, Brumov.



Obr. 8: plocha ponechaná ladem, 11. května 2010, Brumov.