

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA EKOLOGIE



**Vliv tradičního lesního managementu na diverzitu bylinného
patra v teplomilné doubravě**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Diplomantka: Bc. Lucie Stehlíková
Vedoucí práce: Ing. Jan Douša, Ph.D.

2018

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Lucie Stehlíková

Ochrana přírody

Název práce

Vliv tradičního lesního managementu na diverzitu bylinného patra v teplomilné doubravě

Název anglicky

The effect of traditional forest floor management on plant diversity of thermophilous forest

Cíle práce

Zjistit vliv hrabání listí a travení na diverzitu bylinného patra v teplomilné doubravě

Hypotéza: Aplikace tradičního managementu bude zvyšovat diverzitu bylinných druhů teplomilných doubrav na úkor trav a druhů habrových doubrav. Při krátkodobém přerušení managementu (jeden rok) bude diverzita bylinných druhů teplomilných doubrav dále stoupat.

Metodika

Bude zopakováno vegetační snímkování na trvalých plochách v NPR Karlštejn, na kterých je od roku 2010 prováděno hrabání listí a kosení bylinné vegetace. Získané vegetační snímky budou porovnány s daty z předcházející let výzkumu.

Doporučený rozsah práce

30 stran

Klíčová slova

stepní druhy, ochranný management, Český kras, světlé lesy

Doporučené zdroje informací

Dzwonko, Z., & Gawroński, S. (2002). Effect of litter removal on species richness and acidification of a mixed oak-pine woodland. *Biological Conservation*, 106(3), 389-398.

Sayer, E. J. (2006). Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological reviews*, 81(1), 1-31.

Vild, O., Kalwij, J. M., & Hédli, R. (2015). Effects of simulated historical tree litter raking on the understorey vegetation in a central European forest. *Applied Vegetation Science*, 18(4), 569-578.

Předběžný termín obhajoby

2017/18 LS – FŽP

Vedoucí práce

Ing. Jan Douda, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2017

Ing. Jiří Vojar, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 23. 2. 2017

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2018

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Jana Doudy, Ph.D., a že jsem uvedla všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze 16. 4. 2018

.....

Bc. Lucie Stehlíková

Děkuji své babičce za povídání o dobách, kdy chodila s nůží pro listí do lesa. Děkuji svému školiteli Honzovi Doudovi za všestrannou pomoc, vstřícnost a rady. Děkuji svým milým kolegům a šéfům, že mi umožnili tuto práci sepsat a ještě přidali i pár rad. Děkuji rodičům, že se o mě pěkně starali nejen při tvorbě diplomky. Děkuji Ještěrkovi, že mě rozptyloval při psaní. Nejvíc ovšem děkuji přírodě, že ji mohu i nadále zkoumat, vnímat a obdivovat.

Tên pèrdu jhamâi sê rēcôbro
Ztracený čas se nikdy nevrátí
okcitánské přísloví

ABSTRAKT

Od poloviny minulého století začala v lesích střední Evropy výrazně klesat druhová diverzita různých taxonomických skupin. Pravděpodobně se jedná o důsledek opuštění tradičních způsobů obhospodařování lesa. Les byl člověkem využíván od nepaměti, většina činností měla za následek odebírání živin a prosvětlování porostu. Díky opuštění tradičních technik se stávají lesy tmavší a živinami bohatší. Výzkum se snaží najít odpovědi na to, jak se tohoto dnešního fenoménu zbavit a některé studie ukazují, že obnova tradičních managementů vede k podpoření mizejících druhů.

V této práci byl zkoumán vliv hrabání steliva a kosení podrostu v teplomilné doubravě Českého krasu na podrostní vegetaci. Na studované lokalitě byly založeny experimentální plochy seskupené do 32 bloků rozmístěných tak, aby se navzájem neovlivňovaly a zároveň pokryly variabilitu dané lokality. Na plochách byl aplikován management kosení, hrabání steliva a kombinace předchozích, a jedna plocha byla vždy ponechána bez zásahu jako kontrola. Zásahy byly prováděny v letech 2010 - 2014, každý rok byl pořízen fytoocenologický snímek. Hlavním úkolem bylo zjistit, jak bude ovlivněn vývoj vegetace při vynechání jedné sezóny aplikace managementů na těchto plochách. Rok po vynechání obhospodařování bylo fytoocenologické snímkování ploch zopakováno.

Výsledky ukazují, že hrabání steliva a kosení mají pozitivní vliv na udržení diverzity podrostní vegetace. Dochází k potlačování pokryvnosti dominantních druhů a k nárůstu světlomilných druhů. Po ukončení aplikace managementů došlo k opětovnému poklesu druhové diverzity. Hlavní trendy změn vegetace však zůstaly zachovány i po ukončení aplikace managementu. Například druhové bohatství druhů suchých trávníků se v kombinovaně obhospodařovaných plochách udrželo odlišné od kontroly na stejné hladině významnosti.

Hrabání opadu a kosení podrostu v teplomilných lesích má potenciál stát se ochranářským managementem chráněných území, především v místech, kde jsou tyto praktiky historicky doloženy.

Klíčová slova: stepní druhy, ochranářský management, Český kras, světlé lesy

ABSTRACT

Since the middle of the last century, the species diversity of various taxonomic groups significantly decreased in the forests of Central Europe. This is probably the consequence of abandoning traditional forest management practices. The forest has always been used by man and most of the activities have resulted in removal of nutrients and in more open forest space. With abandoning traditional practices, forests become darker and nutrients richer. The research tries to find the answer how to get rid of this phenomenon and some case studies show that the restoration of traditional management leads to the support of disappearing species.

In this thesis I have dealt with the influence of litter raking and mowing of undergrowth on understory vegetation in the thermophilic oak forests of Bohemian Karst. Experimental plots grouped into 32 blocks were established in the studied location so that they did not affect each other, and at the same time covered the variability of the site. The mowing, litter raking and previous combinations were applied to the plots, and one of the plots was left without any interventions for control. The treatments were carried out from 2010 to 2014 and each year a phytosociological relevés was taken. The main task was to find out how the vegetation development will be affected if the management application on these plots has been omitted in one season. One year after the omission of the management, the phytocoenological scanning of the areas was repeated.

The results show that litter raking and mowing have a positive effect on maintaining the diversity of understory vegetation. The cover of the dominant species is suppressed and light-demanding plant species are supported. The species diversity decreased again after the management application has finished. However, the main trends of vegetation changes have been maintained after the management application has finished. For example, the species' richness of dry grassland species in the combined treated plots has remained distinct from the control at the same level of significance.

Litter raking and mowing undergrowth in thermophilous forests has the potential to become conservationist management of protected areas, especially in places where these practices are historically documented.

Key-words: steppe species, conservationist management, Bohemian Karst, open forests

OBSAH

1	Úvod.....	1
2	Cíle práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Využití lesa člověkem	3
3.1.1	Vypalování.....	3
3.1.2	Těžba celých stromů a klučení	3
3.1.3	Polaření	3
3.1.4	Ořezávání stromů	4
3.1.5	Lesní pastva	4
3.1.6	Další využívání lesních produktů	4
3.2	Hrabání opadu	5
3.2.1	Historie	5
3.2.2	Funkce opadu v lese	6
3.2.3	Vliv hrabání opadu na rostlinné druhy.....	7
3.3	Travaření.....	9
3.4	Využití tradičních způsobů hospodaření v současnosti.....	10
4	5.1. Studijní oblast	14
4.1	5.1.2 Český kras	14
5	Metodika.....	16
5.1	5.2. Studijní plochy a sběr dat	16
5.2	5.3. Zpracování a analýza dat	16
6	Výsledky	18
6.1	Změna druhového bohatství	18
6.2	Druhové bohatství v rámci habitačních skupin	18
6.3	Rozdíly v druhovém složení po roce od poslední aplikace managementu .	19
7	Diskuze	21
8	Závěr	26
9	Přehled literatury a použitých zdrojů	28

1. ÚVOD

Člověk ovlivňuje přírodu po celém světě, a to i tam, kde hustota osídlení je minimální, příkladem mohou být vysokohorské oblasti, nebo póly Země, kde je znečištění především díky spadům imisí. Hledat proto nedotčenou přírodu ve střední Evropě, kde člověk působí přímo na přírodu a krajinu již po tisíciletí, je holý nesmysl. Přesto ochrana přírody v minulém století byla realizována především ve svém statickém pojetí. Chráněná území byla „zakonzervována“ – bylo vyloučeno veškeré hospodaření, ale i péče. Na mnoha lokalitách tato bezzásahovost vedla k ochuzování druhového bohatství až k degradaci ekosystémů (Buček, 2000; Hejčman et Pavlů, 2006). Již ve 30. letech minulého století přišel prof. Alois Zlatník s myšlenkou dynamického pojetí péče o chráněná území (Zlatník, 1938 podle Petříček, 1999), přijata a rozšířena byla ovšem až v 60. letech (Buček, 2010). Aktivní management u některých společenstev, jako jsou louky či rybníky, kde je působení člověka nesporné, je dnes cílem na všech lokalitách (Petříček, 1999). Jinak je tomu u lesních ekosystémů, kde se prosazuje ponechání lesa přirozenému vývoji a ochrana klimaxového stavu. Tento přístup je jistě vhodný na mnoha lokalitách, především tam, kde mají lesy přirozené druhové zastoupení a mají nepřerušenu historii výskytu na daném místě. Avšak pokud takto budeme chránit všechny lesy, ochudíme se o značnou diverzitu, jejíž potenciál lesy střední Evropy mají (Hédl, 2010b).

Člověk v lese působil od nepaměti, a to ať již přímo kácením stromů, klučením a vypalováním, tak ale také svými pěstebními zásahy, jako je vysazování či ochrana stromů, nebo využíváním lesa k polaření, pastvě nebo hrabání steliva. Docházelo tak v různé míře k prosvětlování lesa a ochuzování o živiny. Podle některých teorií tím člověk nahradil vyhubené velké býložravce a umožnil tak přežití světlomilných druhů (Hédl et Szabó, 2010; Vera, 2000).

V posledních desetiletích bylo od tradičního obhospodařování lesa upuštěno, a to díky upřednostňování produkčních funkcí lesa, ale také změnou stylu lidského života (Pokorný et Sádlo, 2004). Ve většině zemích střední Evropy jsou výše zmíněné praktiky buď zcela zapomenuty, nebo dožívající jako rarity (Šilc et al., 2008; Vild et al., 2015). Lesy se tedy stávají tmavší a živinami bohatší a my tak ztrácíme jedno ze zajímavých společenstev (Bürgi et Gimmi, 2007).

2. CÍLE PRÁCE

V mojí diplomové práci se tedy budu zabývat historickými praktikami a jejich vlivem na lesní společenstva. Cílem této práce je prozkoumat vliv hrabání listí a travení na diverzitu bylinného patra v teplomilné doubravě. V roce 2010 byly v Českém krasu založeny experimentální plochy, kde byly aplikovány tradiční managementy po dobu 5 let. Po jednoletém vynechání aplikace managementu budou plochy opětovně osnímkovány. Vegetační snímky budou porovnány s daty z předchozích let. Očekáváme, že i přes krátkodobé přerušení bude diverzita bylinných druhů podrostu teplomilných doubrav v obhospodařovaných plochách dále stoupat.

3. LITERÁRNÍ REŠERŠE

3.1 VYUŽITÍ LESA ČLOVĚKEM

Známky přeměňování lesa člověkem najdeme v Evropě již v období mezolitu, kdy člověk v lese lovil a sbíral plody. Ale až s nástupem zemědělství začal les přeměňovat více. V lese využívaném zemědělci došlo k zcela zásadním změnám druhovým (Fanta, 2007). Využívala se jednak plocha pro samotné zemědělství, ale bylo i ve větší míře a důmyslněji využíváno dřevo a jiné produkty lesa.

3.1.1 Vypalování

Záměrné vypalování lesa je doloženo již z mezolitu. Účelem bylo zvýšit hojnost plodů a přilákat zvěř, dále se využívalo k udržování stezek, k odlesnění ploch pro tábory a snad i vytvoření jakési nárazníkové zóny mezi domácím světem a divočinou. Důležitým důvodem bylo také podpoření růstu lísky, kterou mezolitický člověk v podstatě pěstoval. Různé formy vypalování lesa, nejčastěji spojené se zemědělstvím, se v Evropě udrželi až téměř do současnosti (Dreslerová, 2012).

3.1.2 Těžba celých stromů a klučení

Nebyl – li les vypálen, bylo pro získání nových ploch pro zakládání sídel a polí třeba les vytěžit a vyklučit, tedy odstranit pařezy pomocí sekýrek, motyk či klučnic. Ve středověku je klučení často spojeno s budováním klášterů, jelikož byly zakládány na odlehlých místech v lesích (Nožička, 1957). Vyklučené pařezy sloužily jako palivo. Vzhledem k dostupnosti nástrojů v nejstarších dobách, nebylo kácení vzrostlých stromů příliš využíváno, ty se kácely výběrovým způsobem, a to zejména ke stavebním účelům (Dreslerová et Sádlo, 2000). Až do nástupu moderního lesnictví také nebylo běžné pěstování tzv. vysokého lesa, což je les generativního původu s dlouhou obmýtní dobou. Tento způsob převažoval nejspíše jen v horských oblastech (Hédl et al., 2011).

3.1.3 Polaření

S počátky polaření, tedy pěstování plodin na lesní půdě, se můžeme v náznacích setkat již v předneolitické době (Dreslerová et Sádlo, 2000). Největšího rozmachu dosáhlo v průběhu 19. století, kdy díky nedostatku půdy bylo v podstatě nutností. Po vykácení lesa se na holinách jeden až dva roky pěstovalo obilí, proso nebo brambory. Někdy se polařilo i mezi řádky mladých kultur. Jednalo se tak o velmi účinný prostředek k odstranění buřeneš z lesní půdy (Nožička, 1957).

3.1.4 Ořezávání stromů

Jak již bylo zmíněno, kácení celých stromů bylo v minulosti využíváno vzácně, častější bylo ořezávání jejich větví, a to různými způsoby. Na pastvinách se uplatnil způsob zvaný komolení, ve výšce více jak 1,5 m nad zemí byl kmen stromu uříznut, vyrašené výhony využity, používaly se jako letnina nebo pro košíkářství. Letnina jsou sklizené větvičky či listy ke krmení dobytka. Takto se větve využívaly nejspíše od počátku chovu dobytka až do latěnu, kdy došlo k rozšíření využití sena díky vynalezení srpu. V některých částech Evropy se letninou krmí dodnes. Jiným způsobem je ořezávání větví po celé délce kmene. Také převážně využíváno jako letnina. Nejrozšířenějším způsobem bylo tzv. pařezení, strom byl uříznut těsně nad zemí, výhony pak rašily přímo z pařezu. Větve získané tímto způsobem se využívaly především pro účely stavební a jako palivové dříví, často i pro výrobu dřevěného uhlí. Tímto způsobem vznikaly tzv. nízké či střední lesy, v Evropě široce rozšířené až do nástupu moderního lesnictví (Dreslerová, 2012, Dreslerová et Sádlo, 2000).

3.1.5 Lesní pastva

O provozování lesní pastvy v pravěku se v podstatě nepochybuje, přestože chybí přímé důkazy. V původní zalesněné krajině se ani jinde, než v lese pást nemohlo (Dreslerová, 2012). V lese se běžně pásly ovce, kozy, skot, prasata i koně (Fanta, 2007).

Pastva byla běžná až do 19. století. Lesní pastva prasat na žaludech se někdy prováděla pouze na podzim a v zimě (Dreslerová, 2012). Dlouhodobým působením pastvy v lese vznikaly pastevní lesy, které se vyznačovaly řídkým stromovým zápojem s přestárlými stromy a hustým travním porostem (Hodder et al., 2005).

3.1.6 Další využívání lesních produktů

Dalšími praktikami, které výrazně ovlivňují lesní skladbu, jsou hrabání steliva a travaření, na tyto způsoby se podrobněji zaměřím v následujících kapitolách, jelikož jsou předmětem praktické části této diplomové práce.

Člověk od nepaměti využíval les k lovu zvěře, sběru plodů a hub, získával med lesních včel, loupal lýko stromů, které používal jako potravinu nebo k výrobě šatů, či provazů. Získávala se pryskyřice sloužící jako lepidlo, nebo dokonce i ke žvýkání. Míza ze stromů jako sladidlo (Vrška et al., 2002). Třísloviny z dubové kůry se využívaly k vydělávání kůží (Dreslerová, 2012).

3.2 HRABÁNÍ OPADU

3.2.1 Historie

Hrabání opadaného listí v lese má ve střední Evropě dlouhou tradici. Opadanka byla využívána především jako podestýlka pro domácí zvířata (Goldammerová, 2016; Učík, 1882; Vild et al., 2015; Sayer, 2006), následně pak po nasycení zvířecími exkrementy byla aplikována jako hnojivo pro pěstování plodin (Sayer, 2006), hnojení pouhou hrabankou se vzhledem k vysokému obsahu tříslovin nedoporučovalo (Učík, 1882). V některých oblastech bylo využíváno shrabané listí i jako náplň do matrací (Bürgi et Gimmi, 2007).

Stelivo bylo hrabáno především na podzim po opadu listí. Práci prováděly většinou ženy a děti, často organizovaně ve skupinách. Listí shrabané pomocí hrábí plnily do žoků či nůší. Hrabalo se v listnatých, ale i jehličnatých lesích (Bürgi et Gimmi, 2007), některé lesy byly hrabány každoročně.

Zda, kolik a jak často se bude stelivo hrabat, záleželo především na dostupnosti vhodného lesa (Bürgi et Gimmi, 2007), dále na počtu ustájených zvířat a množství dostupné slámy (Gimmi et al., 2008).

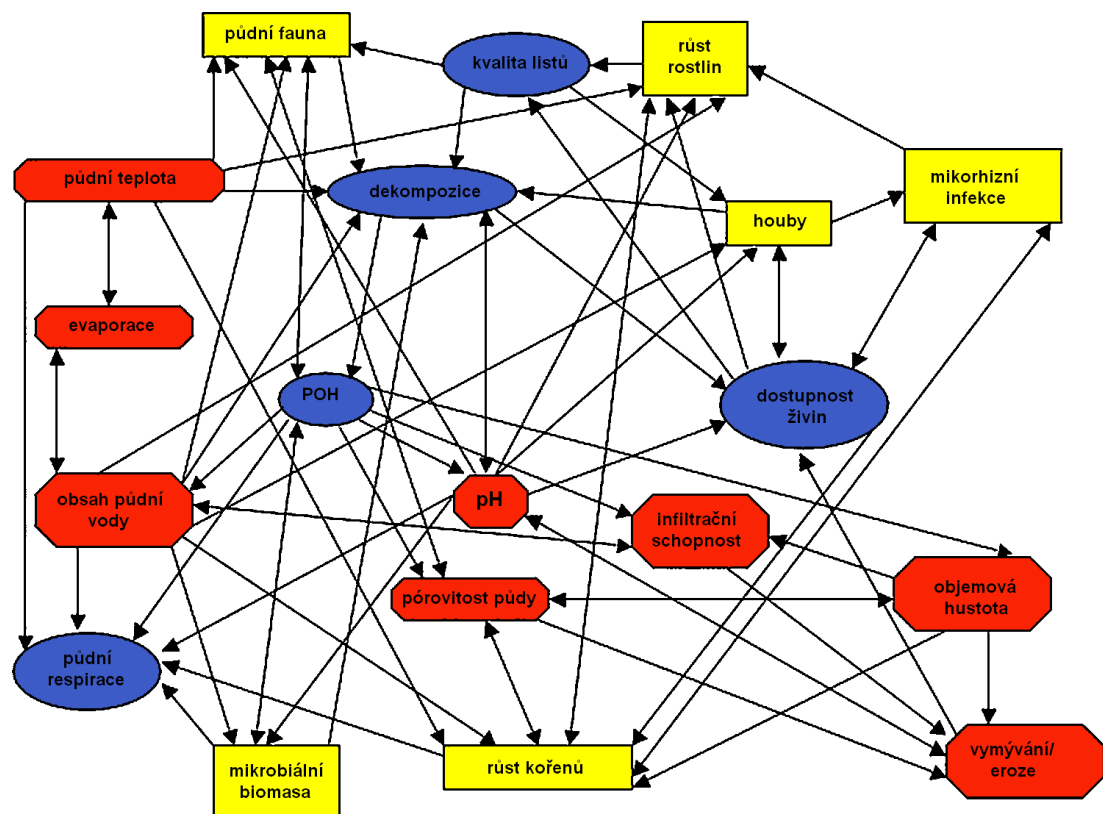
Největší rozmach hrabání opadanky nastal koncem 18. a začátkem 19. století (Bürgi et Gimmi, 2007; Sayer, 2006). V té době došlo k rozšíření zemědělské půdy na úkor lesa, ale zároveň vzrůstající potřeba dřeva vyvolala snahu o ochranu lesa, ta se projevila zavedením lesních zákonů a zákazem lesní pastvy (Buček, 2000). Mnoho hospodářských zvířat, do té doby ustájených většinou pouze přes zimní měsíce, bylo přesunuto do chlévů celoročně. Slámy byl nedostatek, také vzhledem k rozšíření pěstování plodin jako jsou brambory, tabák a chmel (Sayer, 2006).

Již v polovině 19. století bylo upozorňováno na neblahé důsledky zejména vzhledem k produkci dřeva, byly prováděny první studie na výzkum vlivu opadu, jeho odstranění či přidání (Učík, 1882; Sayer, 2006). V 50. letech minulého století pak bylo hrabání steliva v lese v mnoha zemích zakázáno a tento zákaz platí až do současnosti (u nás zakázáno lesním zákonem). V některých oblastech přetrvávalo hrabání až do současnosti zejména v jižní a východní Evropě (Vild et al., 2015; Šilc et al., 2008). Lokálně bylo praktikováno donedávna i u nás, jak například uvádí pamětnice Marie Goldammerová, která vzpomíná, že využívání hrabaného listí bylo u nich na vesnici rozšířené ještě v 60. letech minulého století. Slámy byl nedostatek, tak vždy za sucha několikrát během podzimu chodili do blízkého lesa, kde nahrabali

dřevěnými hráběmi plnou nůši a rovnou použili jako podestýlku, stelivo nijak neskladovali.

3.2.2 Funkce opadu v lese

Opad hraje důležitou roli v lesním ekosystému. Lze rozlišit dvě základní úlohy, opad je nedílnou částí živinového a uhlíkového cyklu a tvoří ochrannou vrstvu na půdním povrchu (Sayer, 2006). Tato vrstva má funkci jako mechanická bariéra, tlumí kolísání vlhkosti a teploty, chrání půdu před erozí a zhutněním způsobeným přímým dopadem dešťových kapek na půdu (Sayer, 2006), podporuje retenční schopnost lesa (Učík, 1882). Opad poskytuje habitat a substrát pro žížaly, členovce, houby a mikroorganismy (Sayer, 2006). Dále vrstva opadaného listí udržuje mikroklima příznivé pro rozklad a mineralizaci mrtvé organické hmoty (Vild et al., 2015).



Obr. 1.: Diagram znázorňující zjednodušené pojetí vztahů mezi parametry dotčené manipulací s opadem. Jsou zde znázorněny parametry, které jsou ovlivňovány opadem v roli ochranné vrstvy ●, parametry, jež jsou ovlivňovány opadem jako součástí uhlíkového a živinového cyklu ■ a parametry, jež jsou dotčeny opadem jako ochrannou vrstvou i jako součástí uhlíkového a živinového cyklu ●. POH – půdní organická hmota. Převzato ze Sayer, 2006.

Interpretace dat ze studií zabývajících se manipulací s opadem je obtížná. Manipulace s opadem ovlivňuje obě hlavní role opadu současně, dochází ke zpětným vazbám mezi proměnnými, vzájemně se ovlivňující příčiny a následky, výsledkem je komplexní pavučina vztahů mezi proměnnými (obr. 1). Problém je i s metodologií v rámci výzkumů vlivu opadu na živinový cyklus. Jednak je nutné zaměřit se na období, kdy se odebírají vzorky, protože se koncentrace živin během roku mění, dále je nutné brát v potaz transport živin kořeny stromů a mykorhizní sítí, který může značně oslabit sledované zásahy, nezbytné je proto vytvořit dostatečně velkou nárazovou zónu (Sayer, 2006).

3.2.3 Vliv hrabání opadu na rostlinné druhy

Ovlivnění rostlinných druhů při odstraňování hrabanky se tedy děje ve dvou rovinách, jednak přímo odstraněním vrstvy, která může pro některé druhy mít funkci bariéry, ale také ovlivněním chemismu půdy. Změny v druhovém složení rostlin jako odpověď na hrabání jsou pozorovatelné mnohem dříve, než změny v chemickém složení půdy (Douda et al., 2016). Hrabání opadu vede k ochuzování půdy. Z půdy se odstraňuje vápník a hořčík a dochází tak k acidifikaci (Dzwonko et Gawroński, 2002; Hofmeister et al., 2008). Hofmeister et al. (2008) míní, že acidifikace lesních půd v důsledku odstraňování opadu z lesa během 19. století je srovnatelná s působením kyselých dešťů během 20. století. Dále hrabáním ubývá dusík, což se uplatňuje zejména v oblastech s vysokým spadem dusíku. Prietzel et Kaiser (2005) ve své studii v borových lesích srovnávali vliv hrabání v lokalitách s různým dusíkovým spadem a prokázali, že v hrabaných plochách bylo v nových přírůstcích jehlic daleko méně dusíku než v nehrabaných, vliv se projevil nejvíc právě v lokalitách s vysokým dusíkovým spadem. Dále se v hrabaných plochách snížil průsak NO_3^- do podzemních vod.

To, že hrabání zvyšuje druhové bohatství, potvrzuje řada studií (Lindholm et Nummelin, 1983; Dzwonko et Gawroński, 2002; Douda et al., 2016). Lindholm et Nummelin (1983) ve své studii z jižního Finska zkoumali druhové složení podrostní vegetace boreálních lesů, které byly v posledních 25 letech vyhrabovány, oproti lesům bez zásahů. Vyšší druhové bohatství bylo v hrabaných plochách a našli poměrně málo druhů, které by se vyskytovaly v plochách hrabaných i nehrabaných. Vysoce tolerantní k hrabání byla metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), vyskytovala se se stejně vysokou frekvencí v plochách hrabaných i nehrabaných, dalšími takovými druhy byl např. kakost lesní (*Geranium sylvaticum*) nebo brusnice brusinka

(*Vaccinium vitis-idaea*). Hrabání plně vyhovovalo např. jahodníku obecnému (*Fragaria vesca*), lišejníkům a semenáčkům borovice a smrku, semenáčky jsou podporovány pouze po první roky, později je pro semenáčky hrabání naopak ničivé. Některým druhům hrabané lesy zcela nevyhovují, např. sasanka hajní (*Anemone nemorosa*) nebo řebříček obecný (*Achillea millefolium*).

Studie z polské borové doubravy, kde díky absenci hrabání dochází k eutrofizaci a neutralizaci těchto acidofilních lesů, také zaznamenala vyšší druhové bohatství v bylinném i mechovém patře v hrabaných plochách. Během 16-ti let výzkumu došlo v kontrolních bezzásahových plochách k vymizení některých druhů cévnatých rostlin a mechorostů, acidofilní rostlinné druhy byly nahrazeny druhy neutrofilními. V plochách, kde byla pravidelně hrabána opadanka, došlo ke zvýšení druhového bohatství, ale abundance dominantních druhů a charakter vegetace se výrazně nezměnily. Druhy acidofilních lesů jako bika chlupatá (*Luzula pilosa*), pstroček dvoulistý (*Maianthemum bifolium*) a brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) byly hrabáním podpořeny, díky tomu, že vrstva opadu nebránila klíčení semen a etablování semenáčků, a díky chybějící kompetici jiných druhů, jako je například ostřice třeslicovitá (*Carex brizoides*), která se rychle rozrostla v živinově bohatých plochách (Dzwonko et Gawroński, 2002).

Důležitým faktorem při hrabání opadanky je doba, v níž je zásah prováděn. Vild et al. (2015) došli ve své studii z Podyjí k závěru, že větší vliv na druhové bohatství má hrabání, když je prováděno na podzim po opadu listů, což koresponduje i s historickými doklady o hrabání (Bürgi et Gimmi, 2007; Goldammerová, 2016). Vliv byl ovšem prokázán pouze u jednoletých rostlin, nikoli u vzácných druhů. Důvodů, proč rostlinám vyhovuje lépe hrabání na podzim, může být několik. Hrabání na jaře rostliny více poškozuje, na podzim, po vegetační sezóně, je k rostlinám šetrnější. Dalším důvodem může být odhalení půdy, čímž se více uplatní vliv počasí, přes zimu dojde ke stratifikaci semen nízkými teplotami. Jinou možností je, že přes zimu dochází k vyluhování látek z listů, které inhibují klíčení, takže pokud se listy na podzim odstraní, ke zmíněné inhibici nedojde.

Zásadní je, v jakém lese se hrabání provádí. Bürgi et Gimmi (2007) doporučuje aplikovat hrabání pouze v těch lesích, kde má tato praktika dlouhou historii. Podstatný může být, ale typ lesa a převažující druh stromů. To potvrzují i Obber a DeGroot (2011) ve své studii, kde zkoumali vliv odstraňování opadu na půdní faunu v borových plantážích. Zda dojde ke zvýšení nebo naopak ke snížení druhového bohatství záleželo na druhu pěstovaných borovic.

Odebírání hrabanky naráží na lesnické zájmy. Pokud se provádí hrabání v produkčních lesích, může docházet k ovlivnění přírůstků. Zang a Rothe (2013) zkoumali vliv hrabání na přírůstky dřevin v jižním Německu. Jedna studijní lokalita byla v dubových lesích téměř 400 let starých, kde bylo hrabání steliva doloženo od počátku do poloviny minulého století. Další 2 lokality byly v borových monokulturách, které byly staré 60 -100 let. V těchto lesích se hrabala opadanka z výzkumných důvodů od roku 1999. Pro každou hrabanou plochu byla vybrána ekvivalentní nehrabaná plocha v lokalitě. V borových lesích nebyl vliv hrabání prokázán. Zato v dubových lesích byly během období hrabání přírůstky dřeva sníženy o 22% oproti přírůstkům stromů v kontrole a v období po ukončení hrabání byly stále nižší o 17 %.

Nižší biomasu rostlin, zejména pak trav, v hrabaných plochách oproti nehrabaným popisuje Lindholm et Nummelin (1983), nicméně zaznamenali naopak vyšší relativní produktivitu keříčkovité vegetace.

Lze tedy říci, že hrabání opadanky má negativní vliv na množství biomasy a na dominantní druhy, v důsledku omezení těchto druhů je zde větší druhová diverzita, a díky odnímání živin se zde vyskytují vzácnější druhy živinově chudších stanovišť.

3.3 TRAVAŘENÍ

Neopomenutelným produktem lesa byla i tráva, ta se nejen vypásala, ale i kosila. Chudí lidé, kteří neměli své vlastní pozemky, si pronajímali pro získání trávy pozemky lesní, a to v takové míře, že mnohé revíry dávaly značný výnos jen z nájmu trávy (Duchoslav, 1893).

Přestože žatva trávy v lesích byla v roce 1754 Marií Terezií zakázána (Vrška et al., 2006), ještě Eduard Duchoslav ve své učebnici pro lesníky z roku 1893 travaření udává jako běžnou praxi a dokonce jej doporučuje nezakazovat. Chudí lidé zákaz nedodrží, trávu nakradou a navíc při tom ze spěchu či zlosti udělají škodu na porostu. Doporučoval kosení povolit a nastavit přijatelné podmínky (Duchoslav, 1893). V některých částech Evropy je travaření zachováno až do současnosti (Haeggstrom, 1998).

Travařilo se především na lesních paloučcích, větší uplatnění mělo kosení tam, kde vznikl pastevní les, nebo v sadech. Zde probíhala senoseč až 2x ročně. Častá byla kombinace sekání trávy na seno v brzkém létě s následnou pastvou do

podzimu, v jiných případech se tráva používala čerstvá na krmení (Horník, 1884; Haeggstrom, 1998; Hansson, 2001).

Kosilo se buď nahodile na dočasných holinách, porostlých cestách, v příkopech, průsecích, mezi nově vysázenými stromky či jiných světlých místech, kde jen občasné okolnosti kosení dovolovaly, aby zvěř měla dostatek pastvy, nebo pravidelně na lesních loukách – v oborách, či v místech řídké porostlých stromy (Duchoslav, 1893).

Tráva se sekala kosou, popřípadě tam, kde to terén nedovoloval, se žalo srpem, či se tráva částečně vytrhla a částečně uřízla pomocí ostré lžice (Duchoslav, 1893).

Vliv kosení podrostu na diverzitu druhů není dostatečně prozkoumán, dosud se tímto tématem zabývalo jen velmi málo studií. Hansson (2001) v experimentu trvajícím 4 roky zkoumal vliv tradičních managementů v dubo-lískových lesích na druhové bohatství ptáků a rostlin. Nejúspěšnější se jevily plochy, které byly vyřezány na jaře, v létě zde byla posekána tráva a na podzim přepaseny, úspěšná byla, ale i celosezónní pastva.

Další studie byly zaměřeny na odstranění celého podrostu včetně křovin. Například ve studii z Katalánska byl zkoumán vliv vysekání podrostu na ptačí druhy. U většiny ptačích druhů došlo k poklesu početnosti (Camprodon et Brotons, 2006).

3.4 VYUŽITÍ TRADIČNÍCH ZPŮSOBŮ HOSPODAŘENÍ V SOUČASNOSTI

Historie využití lesa je tedy celkem dobře prozkoumána, dokonce na některých lokalitách i velmi podrobně (např. Szabó, 2010), v mnoha lesích byl zpracován v 50. letech minulého století historický průzkum pro potřebu hospodářské úpravy lesů (Trnčík et al., 2000; Ministr, 1961). V těchto průzkumech je sledován vliv člověka a přírodních činitelů na les, původní skladba lesa, nepůvodní dřeviny, vývoj v lesním hospodářství a další záležitosti související s lesnictvím (Fencl, 2006). Lze zde celkem dobře vyčíst, jak se v konkrétním místě hospodařilo a kde všude byly tradiční managementy využívány.

U nás se hospodařilo tradičním způsobem především v nížinách (Hédl et al., 2011), ale doklady o pastvě, hrabání steliva či travaření jsou i z vyšších poloh (Ministr, 1961), ovšem ve Švýcarsku se běžně hospodařilo tradičním způsobem i v Alpách (Burgi et Gimmi, 2007).

Krajina nám poskytuje hmotné doklady lidské historie, lze z ní vyčíst vzájemné soužití člověka a přírody (White, 1990). Stopy předchozího využití krajiny, zůstávají patrné po staletí, ale i déle, je možné, že vzorec současné biodiverzity v krajině může mít původ už ve starověkém zemědělství (Dambrine et al., 2007).

Druhové bohatství se od poslední glaciálu ve střední Evropě zvyšuje, popřípadě udržuje. Upadat začíná až v minulém století, jako vysvětlení se nabízí ztráta habitatů a opuštění tradičních způsobů využívání půdy (Wohlgemuth et al., 2002).

Změny v ekosystému jako důsledek opuštění tradičního způsobu obhospodařování je užíván v mnoha studiích, a to jak změn v druhovém složení motýlů (Beneš et al., 2006), rostlin (Corney et al., 2008), půdní semenné banky (Van Calster et al., 2008), nebo půdního složení (Strandberg et al., 2005). Příkladem může být studie Hédla et al. (2010a), prováděná v Milovickém lese, což je jedna z největších nepřerušovaných teplomilných doubrav střední Evropy, která byla obhospodařována pařezem po sedm století a opuštěna v polovině minulého století. V tomto lese byla postupně zaznamenávána vegetace ve čtvercích o velikosti 500 m², a to v letech 1953, tedy těsně po opuštění, dále v roce 1992 a 2006. Bylo zaznamenáno postupné ztrácení původního charakteru lesů, vytrácely se teplomilné druhy typické pro lesní společenstva a také druhy ohrožené, celkově sukcese vedla k druhově chudším společenstvům rostoucím v podmínkách chladnějších, vlhčích a živinami bohatších.

Když porovnáme druhové bohatství lesů, které jsou do současnosti tradičně obhospodařovány, a vysokých lesů ve srovnatelných podmínkách, je druhové bohatství výrazně vyšší v lesích s tradičním obhospodařováním (např. Šebesta et al., 2014).

Historické praktiky působí jako disturbance s mnohem častější frekvencí, než je v přirozených lesích. Snižuje se tak dominance a tím se zvyšuje druhové bohatství (Wohlgemuth et al., 2002). Odebíráním dřevní hmoty se udržují podmínky v podrostní vrstvě teplé a světlé (Hédla et al., 2010a). Důležitým aspektem je různorodost porostů a tvorba mozaiky, vysoký stejnověký les je homogenní (Keith et al., 2009). Tradiční způsoby obhospodařování nabízejí širokou škálu typů lesa, jednak různými způsoby obhospodařování, ale také krátkými cykly.

V experimentu ze Španělska byla porovnáována druhová diverzita střívků v dubových lesích s různým typem obhospodařování, byly zahrnuty pastevní lesy

s extenzivní pastvou, otevřené lesy vzniklé pastvou nebo těžbou palivového dřeva, uzavřené lesy vzniklé opuštěním tradičních managementů a mladé lesy vzniklé sekundární sukcesí po opuštění pastviny nebo po vypálení lesa. Střevlíci velmi silně reagovali na typ lesa, některé druhy se striktně vyskytovaly (nebo nevyskytovaly) v jednom typu lesa. Největší druhové bohatství střevlíků bylo v pastevních lesích (Taboada et al., 2006).

Logickým krokem se jeví zavést tradiční způsoby obhospodařování jako management chráněných území. To není ovšem tak jednoduché, jak se na první pohled zdá. Znovuobnovení historických praktik sebou nese mnohá rizika, následky obnovy nejsou řádně prozkoumány. Na toto téma je stále nedostatek experimentů a výsledky z nich jsou navíc rozporuplné.

Otázkou tedy je, zda obnovení managementů povede ke zvýšení populací cílových druhů. Klasický přístup ekologie obnovy bere nastolení historické formy jako svůj cíl k dosažení očekávaného druhového složení. Současné podmínky lokality a i praktická stránka věci (finanční a technická proveditelnost, priority současné lidské společnosti) mohou být v tomto úkolu velmi limitující (Higgs et al., 2014). Design managementů proto nemusí být zcela ideální ani v experimentálních studiích.

Výzkum lesních ekosystémů vyžaduje dlouhodobý přístup. Výsledky krátkodobých studií mohou být zkreslené. Například u plevelných druhů často dochází v prvních letech po nastolení managementu k jejich šíření, zpravidla to jsou dobří kolonizátoři, v následujících letech však v důsledku kompetice ustoupí druhům cílovým (Douda et al. 2016; Vild et al., 2013).

Řada studií dosáhla očekávaného výsledku a došlo k podpoření cílových druhů (Hédl et al., 2010a; Fartman et al., 2013; Beneš, 2006; Takala et al., 2015), nicméně nemálo studií mělo efekt nežádoucí a cílové druhy byly naopak potlačeny (Camprodon et Brotons, 2006, Lassauce et al., 2012).

Problém může být i v designu pokusu, různé managementy podporují různé druhy, takže pokud hodnotíme úspěšnost daného experimentu vztažením pouze na jednu taxonomickou skupinu, můžeme dostat zavádějící výsledky.

Šebek et al. (2015) prováděli studii na opuštěných pařezinách v NP Podyjí, kde srovnávali opuštěné plochy s plochami, které opětovně vyřezali. Druhové bohatství ve vyřezaných plochách vzrostlo u motýlů, saproxylických a květomilných brouků, plazů a cévnatých rostlin, nižší ale bylo u nočních motýlů a epigeických

brouků, u ptáků zůstalo v podstatě nezměněno. Avšak druhové složení bylo odlišné u všech skupin.

Důležitá je i kombinace různých managementů, které se navzájem podporují. Často se nejlepších výsledků dosáhne při aplikaci dvou či více technik během sezóny. Například ve studii prováděné v dubo-lískových lesích se pro zvýšení druhového bohatství ptáků a rostlin jevila nejúspěšnější právě kombinace vyřezávky dřeva, kosení a pastvy (Hansson, 2001).

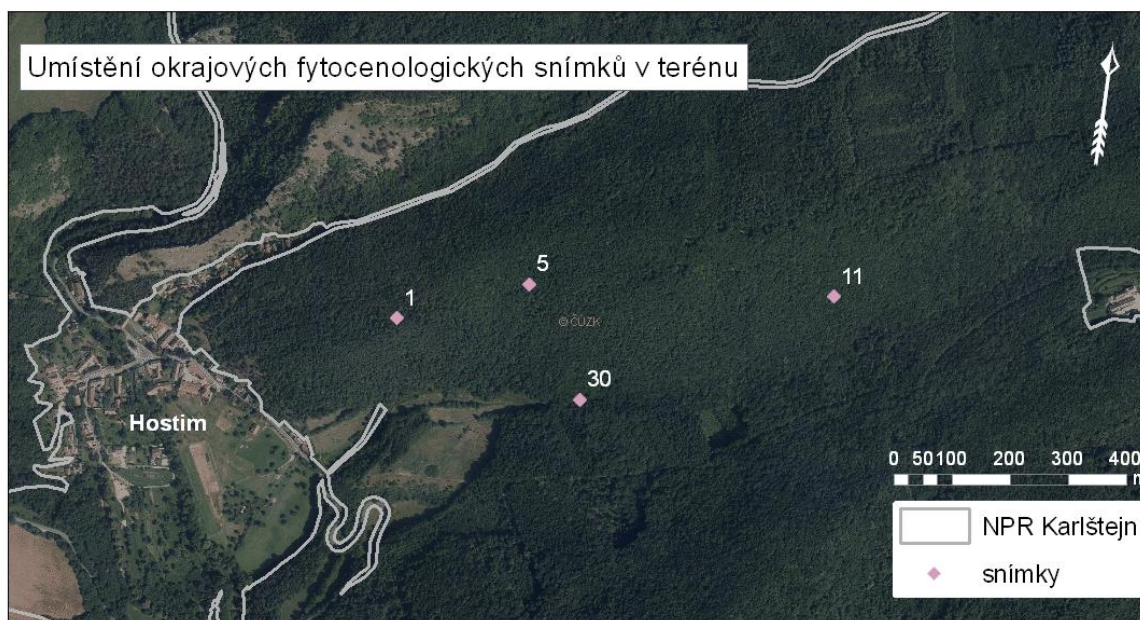
Důležitost pastvy ve vyhrabávaných lesích uvádí i Šilc et al. (2008), ve své studii z jihovýchodního Slovinska a Chorvatska. V opuštěných lesích dochází k masivnímu šíření hasivky orličí. Problém autoři vidí v tom, že hrabání a jiné managementové praktiky jako je pastva a kosení v lese ustaly, ale půda zůstala degradována. Hasivka orličí sice do vegetace těchto lesů patří, nicméně v minulosti byly po vyhrabání během sezóny přepásány dobyt看em a tudíž došlo k omezení hasivky.

Nastat může i situace, kdy je zvolen vhodný management (popřípadě kombinace) na vhodné lokalitě, ale přesto k obnově cílových druhů nedojde. Příčinou mohou být nevratné změny v ekosystému, které nastaly po opuštění tradičního managementu, jako je zmizení diaspor zájmových druhů, eutrofizace, šíření invazních rostlin (Higgs et al., 2014).

Řešením by mohlo být nové pojetí ekologické obnovy, ve kterém by historický management a historický obraz lesa nebyly brány jako dogmatický cíl, jež by měl být za každou cenu nastolen, ale jako vodítko, které nám umožní vyrovnávat se se změnami ekosystému (Higgs et al., 2014).

4. STUDIJNÍ OBLAST

Lokalita, jež byla vybrána pro tento experiment, se nachází v NPR Karlštejn v CHKO Český kras na jižním svahu vrchu Vysoká stráž nedaleko Hostimi (obr. 2). Území je značně členité a svažité (290 -400 m n. m.), rozloha je více než 15 ha. Porost tvoří teplomilné dubové lesy.



Obr. 2.: Vymezení studovaného území, zobrazeny jsou krajní bloky fytoocenologických snímků (vytvořeno v programu ArcGIS,10.3.1).

4.1 ČESKÝ KRAS

Jedinečnost a pestrost přírody Českého krasu dala vzniknout chráněné krajinné oblasti již v roce 1972, ochrana tohoto území ale sahá až do středověku, kdy zde byly chráněny jednotlivé přírodní zvláštnosti (Ložek, 2002).

Český kras patří do oblasti mírně teplé, mírně suché s mírnou zimou. Průměrná roční teplota činí 8–9°C, průměrný roční úhrn srážek dosahuje 530 mm se srážkovým maximem v červenci. V zimních měsících jsou srážky minimální, sněhová pokrývka je nízká a vytrvává jen krátce. Výrazně se zde uplatňují mikroklimatické vlivy, v důsledku členitosti terénu (AOPK, 2008).

Geologický podklad území Českého krasu tvoří převážně vápencová souvrství uložená v moři prvohorní pražské pánve. Ve studovaném území to jsou pak zpevněné sedimenty (prachovce) s vložkami pískovců ze středního devonu. Půdu tvoří modální kambizemě, s maloplošnými výskyty kambizemě rankerové a litozemě (AOPK, 2008).

Z botanického hlediska celé území CHKO spadá do samostatného fyto geografického okresu Český kras. Pro oblast je charakteristický výskyt jednak teplomilných a suchomilných submediteránních druhů rostlin, jednak druhů středoevropské lesní květeny (AOPK, 2008).

Nejrozšířenějšími lesními společenstvy jsou habrové a dřínové doubravy (Melampyro-Carpinetum, Corno-Quercetum) s bohatým keřovým i bylinným patrem (Švihla, 2002). Složení květeny a vegetace je mimo jiné dáno dlouhodobým působením člověka. Doklady osídlení jsou na území českého krasu již z mladší doby kamenné (Stolz, 2012). Lesy byly intenzivně využívány, běžně se zde pásli dobytek, hrabalo se stelivo, těžilo se palivové dříví. Hospodařilo se převážně výmladkovým způsobem. Největší tlak nastal ve 14. století, kdy došlo k velké kolonizaci kolem hradu Karlštejn, lesy nebyly příliš produktivní a záhy jejich stav byl označován jako žalostný (Samek, 1964; Švihla, 2002; Hausmannová et al., 2012).

V průběhu minulého století byly tradiční lesy převedeny na lesy vysoké a bylo zavedeno pěstování smrkových monokultur, které se do podmínek Českého krasu zcela nehodí a výnosy nejsou efektivní. Přesto je v současnosti zastoupení jehličnanů v Českém krasu 25%, oproti přirozené skladbě s pouhými 2% jehličnatých dřevin (Švihla, 2002).

5. METODIKA

5.1 STUDIJNÍ PLOCHY A SBĚR DAT

Experiment probíhal v letech 2010 - 2014, na jižní straně vrchu Vysoká stráň bylo vybráno 128 ploch seskupených do 32 bloků, v každém bloku byla jedna plocha pro každý management - kosení, hrabání a kombinace obou – a pro kontrolu. Plochy na lokalitě byly vybrány tak, aby jednotlivé bloky byly od sebe vzdáleny alespoň 40 m s maximální pokryvností keřů 5 % a maximálně se 2 stromy na ploše. Velikost ploch byla 3 x 3 m s okrajovou zónou minimálně 1 m. Plochy byly vyznačeny v terénu hřebíky ukotvenými do půdy a v levém horním rohu značkou na patě kmenu hraničního stromu. Managementy byly prováděny do vzdálenosti 0,5 m od okraje čtverce, aby se zabránilo ekotonálnímu efektu.

Hrabání opadanky bylo prováděno hráběmi na podzim po opadu listů, kosení podrostu probíhalo vždy po fytoecnologickém snímkování, kosilo se srpem ve výšce 5 cm, pokosená biomasa byla z ploch odebrána.

V rámci každé plochy byly zaznamenávány fytoecnologické snímky vždy v červnu před zásahy a to v letech 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 a 2016. Tedy v době před započítáním managementu, v průběhu a 1 rok po poslední aplikaci managementu. Celkově během let bylo zapsáno 768 fytoecnologických snímků. Pokryvnost druhů byla vizuálně odhadována a zapisována v procentech. Stromy a keře byly zahrnuty pouze do výšky rostliny 1 m.

Data z let 2010 – 2014 byla poskytnuta J. Doudou, jedná se o data z výzkumu publikovaného v roce 2016 (Douda et al, 2016).

5.2 ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA DAT

Data z fytoecnologického snímkování byly zapsány do programu Microsoft Office Excel. Rostliny, které nebylo možné určit do druhu, jsou uvedeny na úrovni rodu, dále obtížně určitelné příbuzné druhy byly sloučeny do agregátů.

Analýza změn druhového bohatství v čase v závislosti na typu managementu byla provedena v programu Microsoft Office Excel.

Dále bylo zjišťováno, zda je signifikantní rozdíl mezi obhospodařovanými plochami a kontrolou v rámci habitačních skupin v průběhu let. Odchylna od hodnot kontrolních ploch byla testována párovým Wilcoxonovým testem v programu R verze 3.3.2. Pro zadávání transkriptu byl použit program Tinn-R, nejprve byla data

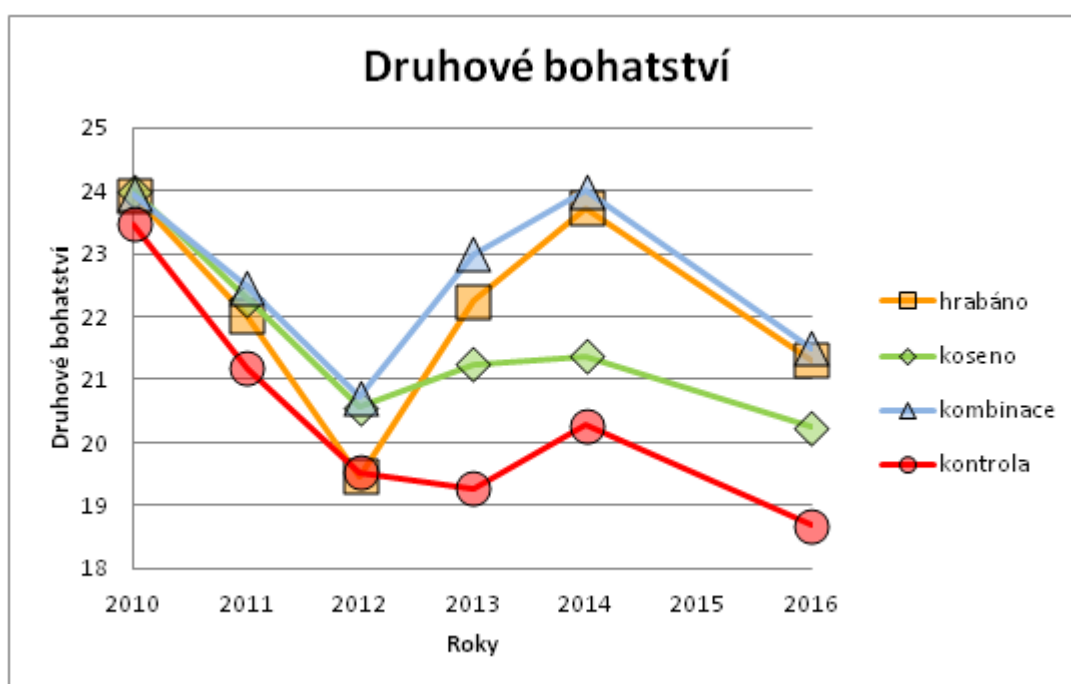
převedena do textového souboru. Druhy byly rozděleny podle habitačních skupin – druhy živinami bohatých lesů, plevelová vegetace, druhy mezofilních dubohabřin, druhy teplomilných doubrav, druhy suchých trávníků a druhy acidofilních doubrav. Pro druhy byly doplněny údaje o výšce rostliny, semenné mase, specifické listové ploše (převzato z LEDA, 2017), rychlosti šíření (převzato z Clo-Pla3, 2017) a Ellenbergovy indikační hodnoty pro světlo, živiny a půdní reakci (Ellenberg et al., 1992).

Pro zjištění vlivu managementů na druhové složení podrostní vegetace po roce od poslední aplikace managementu byla použita mnohorozměrná analýza v programu CANOCO 4.5. Bylo pracováno s druhy, které měly frekvenci výskytu ve fytoocenologických snímcích větší než 5%. Pro rozhodnutí, zda použít metodu lineární nebo unimodální, byla použita analýza DCA. Dle délky gradientu lze určit, kterou z metod vybrat, pokud je nejdelší gradient kratší než 3, lze o datech uvažovat na lineární škále, je-li naopak větší než 4 jsou data příliš heterogenní a doporučuje se zvolit metodu unimodální (Lepš et Šmilauer, 2000). Nejdelší gradient testovaných dat vyšel 2,756, tudíž byla zvolena metoda lineární. Byla vybrána přímá (omezená) ordinace – RDA, kde jsou charakteristiky prostředí (zde typy managementu) zahrnuty přímo v analýze. Dosažená hladina významnosti byla testována Monte-Carlo permutačním testem.

6. VÝSLEDKY

6.1 ZMĚNA DRUHOVÉHO BOHATSTVÍ

První roky (2010 - 2012) došlo k poklesu druhového bohatství bez závislosti na tom, zda byla plocha obhospodařována či nikoli. Po té (2013-2014) druhové bohatství znovu nabývalo původních hodnot v plochách hrabaných a tam, kde byla použita kombinace kosení a hrabání, ale zůstala ve snížené hladině v plochách kosených a v kontrole. Po roce po skončení provádění managementu (2016) došlo k poklesu v plochách všech managementů i v kontrole. Doznívající trend je ovšem stále patrný (obr. 3).



Obr. 3.: Celkové druhové bohatství v závislosti na čase

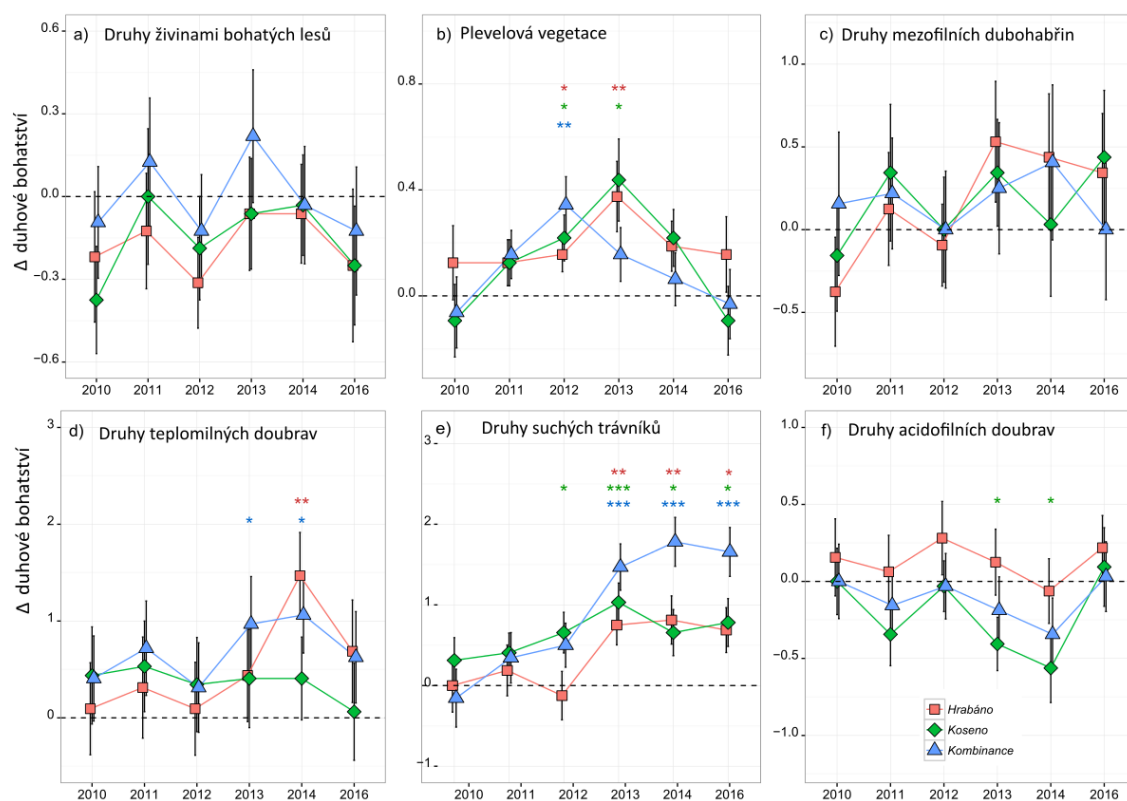
6.2 DRUHOVÉ BOHATSTVÍ V RÁMCI HABITAČNÍCH SKUPIN

Hodnocením rozdílů druhového bohatství v rámci habitačních skupin v managementovaných plochách oproti kontrole v průběhu času je patrné, že hlavní trendy v poklesu, či nárůstu druhového bohatství zůstaly zachovány (obr. 4).

Nejpatrnější vliv managementů v rámci byl zaznamenán u druhů suchých trávníků (obr. 4e), nárůst druhového bohatství byl signifikantní u všech typů managementů, výrazný byl především u ploch s kombinací kosení a hrabání, jež si dosaženou hladinu významnosti $p \leq 0,001$ zachovala i v roce 2016. Ostatní habitační skupiny v roce 2016 nebyly průkazně odlišné od kontroly.

Druhy teplomilných doubrav podpořily managementy hrabání a kombinace hrabání s kosením. Druhy acidofilních doubrav nejvíce omezilo kosení, nicméně po opuštění managementu, se druhové bohatství vrátilo na hodnoty kontroly.

Druhové bohatství plevelové vegetace v prvních letech aplikace managementů stoupala ve všech typech managementů oproti kontrole. V roce 2014 již byl patrný pokles, v roce 2016 došlo k poklesu až pod hodnoty kontroly.

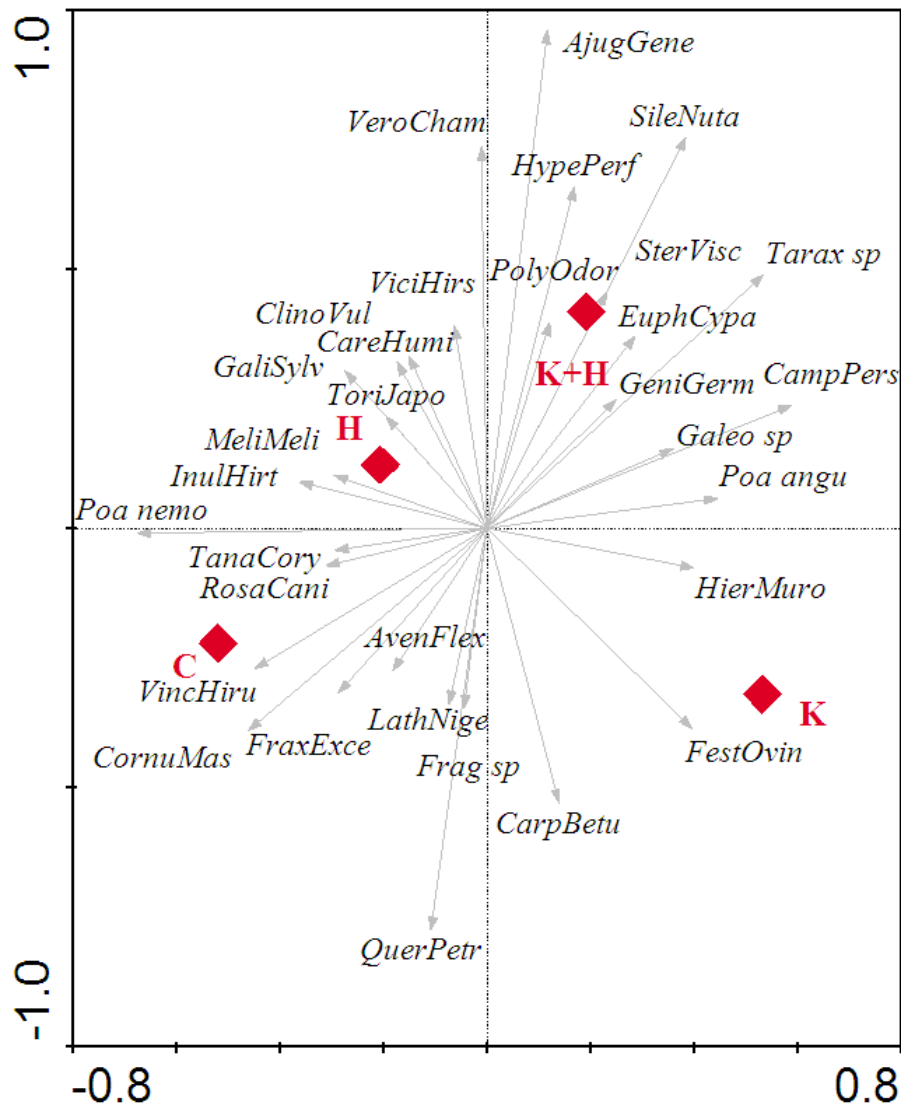


Obr. 4.: Rozdíly v druhovém bohatství mezi managementovanými plochami a kontrolou v rámci druhových habitačních skupin v jednotlivých letech. Vyobrazeny jsou průměrné hodnoty a směrodatná chyba delta druhového bohatství. Odchylka od hodnot kontrolních ploch byla testována párovým Wilcoxonovým testem ($n = 32$), * $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$, * $P \leq 0,001$.**

6.3 ROZDÍLY V DRUHOVÉM SLOŽENÍ PO ROCE OD POSLEDNÍ APLIKACE MANAGEMENTU

RDA analýza prokázala, že je signifikantní rozdíl mezi plochami pod různým managementem (1. osa $F = 3,18$, $p = 0,028$; všechny $F = 1,54$, $p = 0,037$). V ordinačním diagramu (obr. 3) jsou druhy, které nejlépe vystihují hlavní trendy. *Festuca ovina* se nejvíce vyskytovala v plochách kosených, hrabané plochy nejvíce preferovaly druhy *Torilis japonica*, *Melittis melissophyllum*, *Galium sylvaticum*, *Inula hirta*, kombinace kosení s hrabáním vyhovovalo druhům *Steris viscaria*, *Euphorbia cyparissias*,

Polygonatum odoratum, *Genista germanica*, *Silene nutans*, v kontrole *Vincetoxicum hirundinaria*, *Cornus mas*.



Obr. 5.: Ordinační diagram analýzy RDA znázorňující vliv managementů na druhové složení podrostní vegetace po roce od poslední aplikace managementu, čtverce označují typ managementu (H – hrabáno, K – koseno, K+H – kombinace kosení a hrabání, C – kontrola) a šipky jednotlivé druhy (AjugGene – *Ajuga genevensis*, AvenFlex – *Avenella flexuosa*, CampPers – *Campanula persicifolia*, CareHumi – *Carex humilis*, CarpBetu – *Carpinus betulus*, ClinoVulg – *Clinopodium vulgare*, CornuMas – *Cornus mas*, EuphCypa – *Euphorbia cyparissias*, FestOvin – *Festuca ovina*, Frag sp – *Fragaria* sp., FraxExce – *Fraxinus excelsior*, Galeo sp – *Galeopsis* sp., GaliSylv – *Galium sylvaticum*, GeniGerm – *Genista germanica*, HierMuro – *Hieracium murorum*, HypePerf – *Hypericum perforatum*, InulHirt – *Inula hirta*, LathNige – *Lathyrus niger*, MeliMeli – *Melittis melissophyllum*, Poa angu – *Poa angustifolia*, Poa nemo – *Poa nemoralis*, PolyOdor – *Polygonatum odoratum*, QuerPetr – *Quercus petraea*, RosaCani – *Rosa canina* agg., SileNuta – *Silene nutans* s.lat., SterVisc – *Steris viscaria*, TanaCory – *Tanacetum corymbosum*, Tarax sp – *Taraxacum species*, ToriJapo – *Torilis japonica*, VeroCham – *Veronica chamaedrys*, ViciHirs – *Vicia hirsuta*, VincHiru – *Vincetoxicum hirundinaria*).

7. DISKUZE

Na obnovu historických forem obhospodařování lesa se můžeme dívat ze třech různých úhlů. Je to naše kulturní dědictví, v rámci zachování odkazu našich předků se můžeme snažit zdokumentovat a uchovat praktiky, které byly v minulosti široce rozšířeny. Dále pro porozumění historických trajektorií v krajině, pochopit tak paměť krajiny a její současné uspořádání. Třetí pohled je ochránářský. Obnovit historické formy obhospodařování pro uchování a navrácení vzácných druhů rostlin i živočichů. Můžeme obnovit managementy tam, kde byly po staletí praktikovány (Bürgi et Gimmi, 2007), nebo je zavést na nové lokality, kde je v důsledku spadu daleko víc živin, než by bylo přirozeně (Dzwonko et Gawroński, 2002).

V mojí diplomové práci se zabývám především třetím pohledem. Lesy, kde byly založeny studijní plochy použité v této práci, byly pravděpodobně obhospodařovány tradičním způsobem po staletí, tak jako většina teplomilných doubrav Českého krasu (Samek, 1964). V takových lesích je vyšší pravděpodobnost úspěšného podpoření cílových druhů a zvýšení druhové bohatosti (Bürgi et Gimmi, 2007). Již po třech letech aplikace hrabání steliva a kosení bylo v obhospodařovaných plochách větší druhového bohatství než v kontrole.

Hlavním úkolem mého výzkumu bylo zjistit, jak bude ovlivněn vývoj vegetace při vynechání jedné sezóny aplikace managementů na plochách, které byly 5 let obhospodařovány. Taková situace může například nastat v případě, že budou tyto praktiky využity jako ochránářský management a finanční či technické překážky způsobí, že bude muset být obhospodařování vynecháno. Očekávali jsme, že i přes krátkodobé přerušení bude diverzita bylinných druhů podrostu teplomilných doubrav v obhospodařovaných plochách dále stoupat, nicméně naše očekávání nebyla naplněna a druhové bohatství naopak výrazně pokleslo, i když ne až na hodnoty kontroly. Vysvětlení příčiny poklesu se nabízí několik. Je možné, že i při vynechání jediné sezóny obhospodařování, rostliny zareagují a dojde k jejich redukci. To by mohlo být problémem v ochránářské praxi. Nejcitlivější na vynechání managementu by pak nejspíše byly plochy, které jsou v počátcích aplikace managementu, popřípadě pokud se obhospodařuje pouze na malých plochách.

Výsledky mohou být, ale ovlivněny také tím, že opakované snímkování nebylo prováděno stejnou osobou, a tudíž mohlo dojít ke zkreslení. Velmi pravděpodobné se ale jeví ovlivnění vegetace přívalovými dešti, které proběhly koncem května 2016 (Crhová et al., 2017), tedy krátce před fytoecologickým snímkováním, na Berounsku způsobily bleskové povodně značné škody, na

studované lokality byly patrné známky po prudkém dešti, v některých částech lokality byl odplaven veškerý opad.

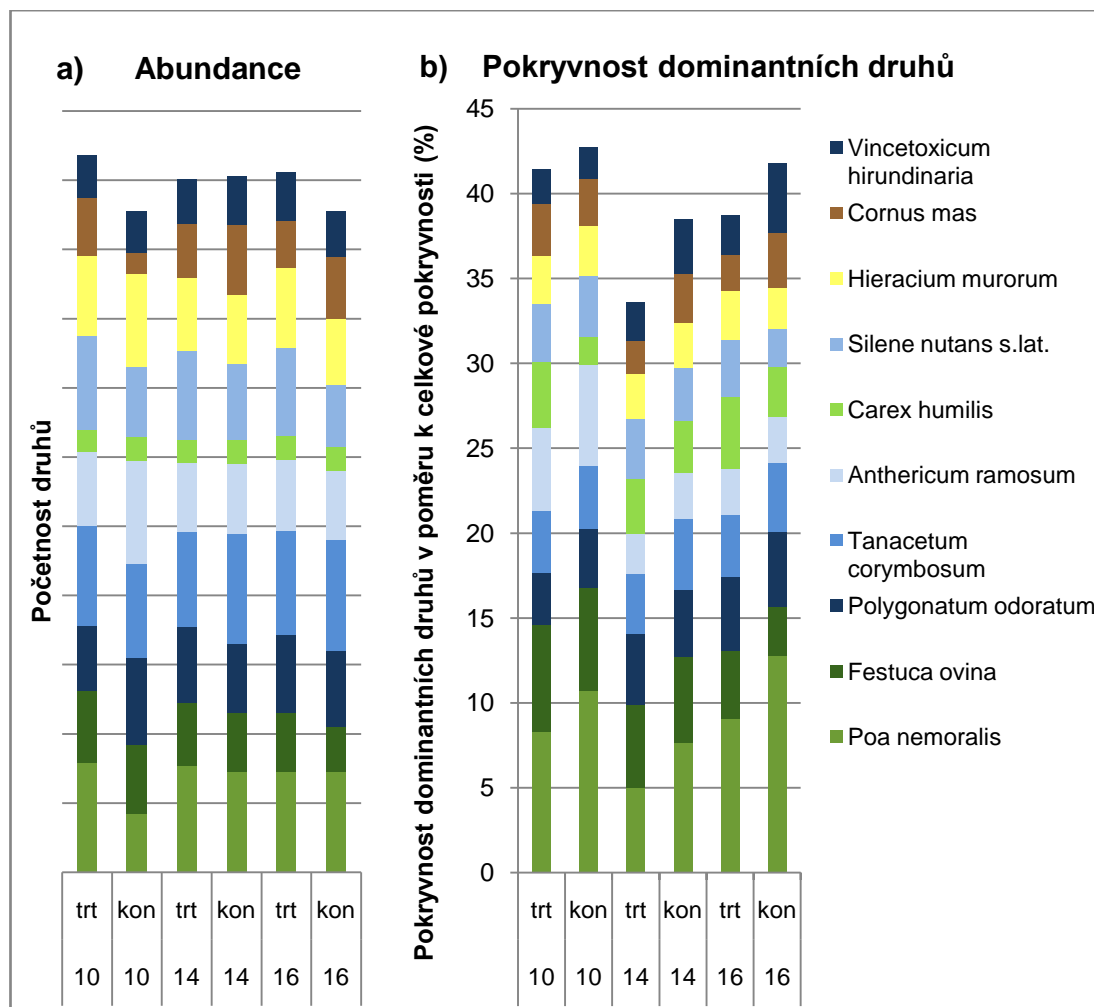
V prvních letech po aplikaci managementu došlo k nárůstu plevelných druhů, což je v souladu i s jinými výzkumy (Vild et al., 2013), druhové bohatství plevelných druhů po opakovaném zásahu začalo klesat, trend pokračoval i při vynechání zásahu a v kosených a kombinovaně obhospodařovaných plochách došlo k poklesu až pod hodnoty kontroly. Nárůst je patrně způsoben tím, že plevelné druhy jsou dobrými kolonizátory a umí rychle využít nově vzniklé niky – obnažené plochy, nicméně při dlouhodobějším managementu se začínou uplatňovat druhy cílové, které mají větší konkurenční schopnost.

Ukázalo se, že největší druhové bohatství bylo v plochách, kde byla aplikována kombinace zásahů kosení a hrabání steliva. Důležitost kombinace různých managementů dokazují i jiné studie (Hansson, 2001; Šilc et al. 2008). Každý druh může být podporován jiným typem managementu. Právě kombinace kosení a hrabání, pak může znásobit účinek. Jako nejvhodnější způsob obhospodařování se jevil i pro druhy suchých trávníků (jako např. pryšec chvojka - *Euphorbia cyparissias*, třezalka tečkovaná - *Hypericum perforatum*, obr. 5).

Shodně se studií Dzwonko et Gawroński, (2002) se abundance dominantních druhů nezměnila (obr. 6a). Jako dominantní druhy byly brány druhy s největší pokryvností. Zdaleka největší pokryvnost měla lipnice hajní (*Poa nemoralis*). V průběhu času se změnila pokryvnost dominantních druhů (obr. 6b). V obhospodařovaných plochách došlo k výraznému snížení dominantních druhů oproti kontrole a pokryvnosti před zásahy. V roce 2016 se jejich pokryvnost zase navyšuje.

Dále došlo k výměně dominantních druhů (obr. 7). Po aplikaci managementů nastupují světlomilnější druhy, jako jsou zvonek broskvolistý (*Campanula persicifolia*), či tolita lékařská (*Vincetoxicum hirundinaria*). V roce 2016 je patrný nárůst opletky (*Fallopia* sp.), která se začala rozrůstat.

Abundance světlomilných druhů se díky obhospodařování zvýšila a naopak v kontrole došlo k výraznému snížení, příkladem může být silenka níčí (*Silene nutans*). Další světlomilný druh oman srstnatý (*Inula hirta*) si v obhospodařovaných plochách zachoval původní abundanci, ale pokryvnost se mírně snižovala, nicméně v kontrolních plochách se snížila jak abundance, tak výrazně i pokryvnost.



Obr. 6.: Deset druhů s celkovou největší pokryvností (největší pokryvnost během celé doby trvání výzkumu) a jejich a) abundance (frekvence zastoupení ve fytologických snímcích) a b) pokryvnost (pokryvnost ve všech fytologických snímcích vztažená k celkové pokryvnosti všech druhů) v průběhu času (10 – rok 2010, 14 - rok 2014, 16 - rok 2016) v plochách se zásahy (trt) a v kontrolních (kon).

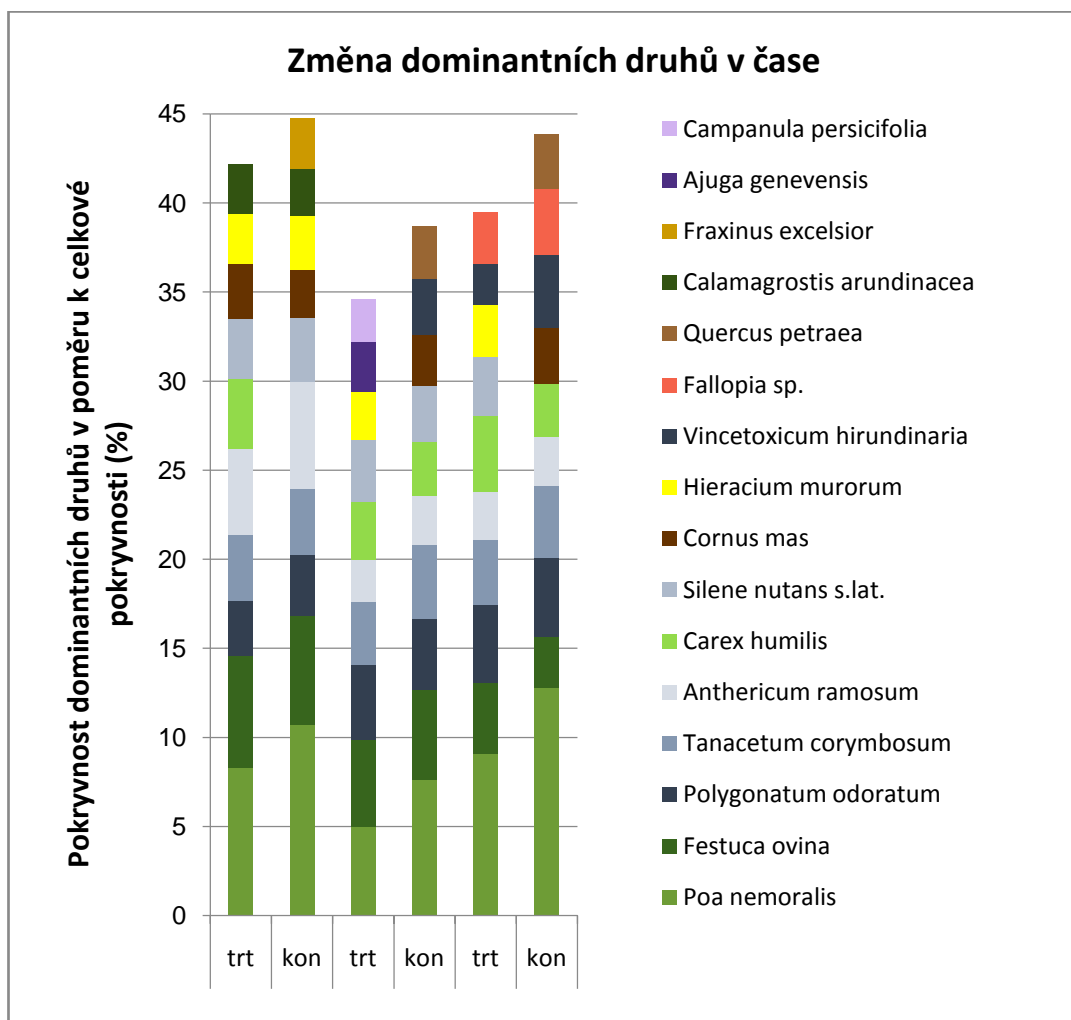
Po zanechání managementu na plochách se nejvíce udržel na plochách hrabaných (obr. 5).

Příkladem acidofilního druhu, kterému vyhovuje aplikace hrabání, což může být způsobeno i tím, že hrabání půdu okyseluje (Hofmeister et al., 2008), je metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*), tato tráva byla v hrabaných plochách zastoupena ve větší pokryvnosti i abundanci oproti kontrole, což se shoduje s prací Lindholm et Nummelin (1983).

V kontrolních plochách se také začaly více uplatňovat semenáčky dřevin, především dubu zimního (*Quercus petraea*) a rozrůstal se i dřín obecný (*Cornus mas*), při hrabání dochází k mechanickému poškozování semenáčků a i díky

odnímání živin je jejich růst v hrabaných (ale i kosených) plochách značně omezen (Lindholm et Nummelin, 1983).

O hrabání steliva a kosení zde uvažují jako o případném managementu chráněných území. Je proto nezbytné zamyslet se i nad otázkou, jak tyto praktiky aplikovat v praxi. Problémem obou způsobů obhospodařování je, že jej nelze provádět technikou, ale musejí být aplikovány ručně. Což se pak odráží i ve vyšší ceně aplikace. Řešením by proto bylo nalézt vhodné využití hrabanky a náklady na aplikování tak co nejvíce snížit. Nabízí se využít samotný proces hrabání steliva k uspořádání společenské akce, tak jak byl chápán i v minulosti (Bürgi et Gimmi, 2007). Zájmovou skupinou by tedy mohli být dobrovolníci z řad příznivců ochrany přírody, tradice a minulosti, ale i široká veřejnost, ve stejném duchu jako jsou pořádány různé akce s kosením (např. Selské slavnosti sečení sena v Hudlicích).



Obr. 7.: Deset nejvíce dominantních druhů v jednotlivých letech, dle pokryvnosti (%) z celkové pokryvnosti druhů v daném roce, v plochách se zásahy (trt) a v kontrolních (kon).

Praktičtější by ovšem bylo zajistit zájem o hrabanku jako surovinu, tak jak je v různých zemích světa využívána do současnosti, ať již jako palivo, nebo jako hnojivo (Seyer, 2006). Spalování biomasy má stále vzestupnou tendenci, vzhledem k rostoucím cenám palivového dřeva se zdá, že poptávka po alternativním ekonomicky dostupnějším palivu bude nadále vzrůstat. Abychom mohli bezpečně spalovat hrabanku v běžných křbových kamnech, je třeba hrabanku nejprve vysušit a vyrobit z ní brikety. Ve vhodných kamnech pak ale dosahuje srovnatelných emisních hodnot jako suché dřevo (Martiník et al., 2014).

Využití hrabanky v zahradnictví je populární v USA, kde je využíváný borový opad jako zahradní mulč (Lowe's, 2018). Ve starých zahradnických publikacích je doporučováno použít hrabanku jako součást substrátu a hnojivo. Příkladem může být pěstování kanadské borůvky, jako substrát je doporučováno použít směs písku, rašeliny a dubového listí, případně borovou hrabanku (Luža, 1966). Jinde je dokonce aplikace hrabanky z různých lesů (jehličnatých i listnatých) doporučována i na pole (Dumek, 1876). Obsahové látky v hrabance nemusejí mít na rostliny pouze pozitivní vliv, bylo by proto nutné věnovat se podrobnějšímu studiu vlivu hrabanky z různých typů lesa na jednotlivé pěstované druhy, nicméně se nabízí využití pro druhy, jež se přirozeně vyskytují v daném typu lesa.

V neposlední řadě nesmíme zapomenout, že hrabání steliva v lese je zákonem zakázáno (§ 20 odst. 1 zákona č. 289/1995 Sb., o lesích ve znění pozdějších předpisů.) Zákon však umožňuje v lesích zvláštního určení a v lesích ochranných přijmout opatření odchylná od některých ustanovení tohoto zákona, tato opatření ukládá a schvaluje místně příslušný krajský úřad, důvod k odchylnému postupu při hospodaření musí vycházet ze zákona č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny ve znění pozdějších předpisů.

8. ZÁVĚR

Lesy střední Evropy se vyvíjely za přispění člověka. Opuštění tradičních způsobů hospodaření v lesích tak mělo za následek pokles diverzity a mizení vzácných druhů. Lesy se staly tmavší a živinově bohatší.

Možností, jak navrátit světlomilné druhy do našich lesů, je obnova historických forem využití lesa. Důležité je vybrat správný typ hospodaření, různé způsoby mohou podporovat odlišné druhy, často je pro dosažení očekávaného výsledku zásadní kombinace různých typů managementů.

V této práci jsem se zabývala vlivem hrabání steliva a kosení podrostu v teplomilné doubravě Českého krasu na podrostní vegetaci. Ukazuje se, že kosení i hrabání opadanky má pozitivní vliv na udržení diverzity podrostní vegetace. Druhovú diverzita v plochách kontroly v průběhu let ubývala, zatímco v obhospodařovaných plochách po prvotním poklesu začala stoupat na původní hodnoty. Otázkou bylo, co se s vývojem vegetace stane, když dojde k vynechání jedné sezóny aplikace managementů na těchto 5 let obhospodařovaných plochách. Ukázalo se, že druhová diverzita v těchto plochách opět výrazně poklesla, i když ne až na hodnoty kontroly.

Plevelová vegetace, k jejímuž nárůstu došlo v obhospodařovaných plochách v prvních rocích pokusu, ustoupila konkurenceschopnějším druhům.

Největší vliv na druhové bohatství měla kombinace kosení a následného hrabání steliva. Nejvíce se pozitivní účinek projevil u druhů suchých trávníků, kde se vliv udržel i po zanechání obhospodařování.

Abundance dominantních druhů se během let nezměnila, změnila se ovšem jejich pokryvnost. Po aplikaci managementu se začali více uplatňovat světlomilnější druhy.

V posledních letech se člověk z krajiny vytrácí, v minulosti měla příroda, která jej obklopovala nezbytnou roli v mnoha životních oblastech. Bez darů, jež mu dávala, nemohl přežít. Přírodu proto náležitě využíval. Les, jež pokrývá značnou část našeho území, nevyjímaje. Z lesa bral buď přímo potravu, nebo krmivo pro dobytek, zajišťoval materiál pro svá obydlí, byl mu zdrojem tepla, a pro mnohé i zdrojem duchovní síly. Za vším ovšem stálo ohromné množství úsilí, utrpení a námahy. Díky různému využití lesa a také díky oné pracnosti, s kterou les obhospodařoval, se dařilo udržovat mozaiku lesa s různými vlastnostmi. Tak člověk nevědomky přispíval k diverzitě druhů. V dnešní instantní době (kdy chce člověk všechno hned a bez

námahy) je velice naivní si myslet, že by mohlo být reálné udržovat les takovým způsobem a v takovém rozsahu jako v minulosti. Pro zachování druhů je proto třeba hledat cesty a motivace, aby lidé ochranu přírody chtěli dělat, a aby byla opravdu brána jako veřejný zájem. Jelikož příroda je vše a ochrání se sama. To my lidé si přejeme zachovat ji v určité nám příjemné podobě.

9. PŘEHLED LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

- AOPK, 2008: Rozbory Chráněné krajinné oblasti Český kras k 31. 12. 2008, Karlštejn: Agentura ochrany přírody a krajiny, 175 p.
- Beneš, J., Čížek, O., Dovala, J., Konvička, M., 2006: Intensive game keeping, coppicing and butterflies: The story of Milovický Wood, Czech Republic. *Forest Ecology and Management*, 237:353-365.
- Buček, A., 2000: Krajina České republiky a pastva. *Veronica*, 14:1-7.
- Buček, A., 2010: Biogeografické a geobiocenologické rámce strategie managementu. – In: Simon, J. et al.: Strategie managementu lesních území se zvláštním statutem ochrany. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, s. 92- 106.
- Bürgi, M., Gimmi, U., 2007: Three objectives of historical ecology: the case of litter collecting in central European forests. *Landscape Ecology*, 22:77–87.
- Camprodon, J., Brotons, L., 2006: Effects of undergrowth clearing on the bird communities of the Northwestern Mediterranean Coppice Holm oak forests. *Forest Ecology and Management*, 221: s. 72–82.
- Clo-Pla3; Klimešová, J., Klimeš, L., 2017: Clo-Pla3:database of clonal growth of plants from Central Europe [cit. 2017-07-09]. Dostupné z: <<https://http://clopla.butbn.cas.cz/>>.
- Corney, P., Kirby, K.J., Le Duc, M.G., Smart, S.M., McAllister, H.A., Marrs, R.H., 2008: Changes in the field-layer of Wytham Woods – assessment of the impacts of a range of environmental factors controlling change. *Journal of Vegetation Science*, 19:287–298.
- Crhová, L., Čekal, R., Černá, L., Kimlová M., Leipeltovej, P., Šmrhová, Z., 2017: Roční zpráva o hydrometeorologické situaci v České republice 2016, Praha: ČHMÚ.
- Dambrine, E., Dupouey, J.L., Laut, L., Humbert, L., Thinon, M., Beaufils, T., Richard, H., 2007: Present forest biodiversity patterns in France related to former Roman agriculture. *Ecology*, 88:1430–1439.
- Douda, J., Boublík, K., Doudová, J., Kyncl, M., 2016: Traditional forest management practices stop forest succession and bring back rare plant species. *Journal of Applied Ecology*, 54:761-771.
- Dreslerová, D., 2012: Les v pravěké krajině II. *Archeologické rozhledy*, LXIV: 199-236.
- Dreslerová, D., Sádlo, J., 2000: Les jako součást pravěké kulturní krajiny. *Archeologické rozhledy*, LII: 330-346.
- Duchoslav, E., 1893: Nauka o těžbě lesní: pro české lesníky a přátele českého lesnictví. Písek: J. Burian, 263 s.
- Dumek, J., 1876: Kniha pro každého rolníka a hospodáře. Olomouc: V. Žákovský, 203s.
- Dzwonko, Z., Gawroński, S., 2002: Effect of litter removal on species richness and acidification of a mixed oak-pine woodland. *Biological Conservation*, 106:389–398.
- Ellenberg, H., Weber, H.E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulissen, D., 1992: Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica*, 18:1–248.

- Fanta, J., 2007: Lesy a lesnictví ve střední Evropě II.: Z dávné historie využívání lesů. *Živa*, 2: 65–68.
- Fartmann, T., Müller, C., Poniatowski, D., 2013: Effects of coppicing on butterfly communities of woodlands. *Biol. Conserv.* 159:396–404.
- Fencl, P., 2006: Historický průzkum lesů. In: Neuhöferová, P. [ed.]: Historie a vývoj lesů v českých zemích. Praha: ČZU, s. 51–55.
- Gimmi, U., Bürgi, M., Stuber, M., 2008: Reconstructing anthropogenic disturbance regimes in forest ecosystems: a case study from the Swiss Rhone valley. *Ecosystems*, 11:113–124.
- Goldammerová, M. - ústní sdělení (rodačka z Nového Jáchymova) v roce 2016
- Haeggstrom, C. A., 1998: Pollard meadows: multiple use of human-made nature. In: Kirby, K. J., Watkins, C. (eds): *The Ecological History of European Forests*, CAB International, s. 33–41.
- Hansson, L., 2001: Traditional management of forests: plant and bird community responses to alternative restoration of oak-hazel woodland in Sweden. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1865–1873.
- Hausmannová, I., Heřman, P., Jančaříková, I., Ložek, V. ml., Mottl, J., Moucha, P., Slezák, M., Tichý, T., Urban, T., Veselý, J., 2012: Čtyřicet let cílevědomé péče o přírodu a krajinu Českého krasu. *Ochrana přírody*, 2: 2–7.
- Hédli, R., Kopecký, M., Komárek, J., 2010(a): Tradiční Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest. *Diversity and Distributions*, 16:267–276.
- Hédli, R., Szabó, P., 2010(b): Hluboké hvozdy, nebo pokřivené křoví? Nástin historie lesů nížinných oblastí. *Vesmír*, 89: 232.
- Hédli, R., Szabó, P., Riedl V., Kopecký, M., 2011: Tradiční lesní hospodaření ve střední Evropě, I. Formy a podoby. *Živa*, 2: 61–63.
- Hejcman, M., Pavlů, V., 2006: Historie pastevního obhospodařování. - In: Mládek, J., Pavlů, V., Hejcman, M., Gaisler, J. [eds.], *Pastva jako prostředek údržby trvalých travních porostů v chráněných územích*. VÚRV Praha, p.7–9.
- Higgs, E., Falk, D.A., Guerrini, A., Hall, M., Harris, J., Hobbs, R.J., Jackson, S.T., Rhemtulla, J.M., Throop, W., 2014: The changing role of history in restoration ecology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 12: 499–506.
- Hodder, K. H., Bullock, J. M., Buckland, P. C., Kirby, K. J., 2005: Large herbivores in the wildwood and modern naturalistic grazing systems. Technical Report. Peterborough: English Nature, 178 s.
- Hofmeister, J., Oulehle, F., Krám, P., Hruška, J., 2008: Loss of nutrients due to litter raking compared to the effect of acidic deposition in two spruce stands, Czech Republic. *Biogeochemistry*, 88:139–151.
- Horník, J., 1884: *Hajný v lese a v poli*. Pardubice: F. & V. Hoblík, 75 s.

- Keith, S.A., Newton, A.C., Morecroft, M.D., Bealey, C.E., Bullock, J.M., 2009: Taxonomic homogenization of woodland plant communities over 70 years. *Proceedings of the Royal Society B*, 276:3539–3544
- Lassauce, A., Anselme, P., Lieutier, F., Bouget, C., 2012: Coppice-with-standards with an overmature coppice component enhance saproxylic beetle biodiversity: A case study in French deciduous forests. *Forest Ecology and Management*, 266:273–285.
- LEDA, 2017: LEDA Traitbase: A database on the life history traits of the northwest european flora [cit. 2017-07-09]. Dostupné z: <<https://www.uni-oldenburg.de/en/landeco/research/leda/>>.
- Lepš, J., Šmilauer, P., 2000: Mnohorozměrná analýza ekologických dat, Biologická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Lindholm, T., Nummelin, M., 1983: Changes in the community structure of forest floor vegetation after repeated litter disturbance by raking. *Silva Fennica*, 17:289-300.
- Lowe's, 2018: How to Use Pine Straw [cit. 2018-04-09]. Dostupné z: <<https://www.lowes.com/projects/lawn-and-garden/how-to-use-pine-straw/project>>.
- Ložek, V., 2002: Historie výzkumu a bádání v CHKO Český kras.- In: Pondělíček, M. [eds.], Chráněná krajinná oblast včera a dnes. Karlštejn: Sdružení Přátelé Českého krasu, p.7-11.
- Luža, J., 1966: Pěstování a využití drobného ovoce. Praha:Státní zemědělské nakladatelství, 214 s.
- Martiník, L., Drastichová, V., Horák, J., Jankovská, Z., Krpec, K., Kubesa, P., Hopan, F., Kaličáková, Z., 2014: Spalování odpadní biomasy v malých zařízeních. *Chemické listy*, 108(2):156-162.
- Ministr, J., 1961: Historický průzkum lesů jednotných hospodářských celků Kynžvart I. a II., Plzeň:Ústav pro hospodářskou úpravu lesů.
- Nožička, J., 1957. Přehled vývoje našich lesů, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 459 s.
- Ober, H.K., DeGroot, L.W., 2011: Effects of litter removal on arthropod communities in pine plantations. *Biodiversity and Conservation*, 20:1273-1286.
- Petříček, V., 1999: Péče o chráněná území: 1. Nelesní společenstva. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 451 s.
- Pokorný, P., Sádlo, J., 2004: Neolit skončil, zapomeňte! *Vesmír*, 83: 398.
- Prietzl, J., Kaiser, K.O., 2005: De-eutrophication of a nitrogen-saturated Scots pine forest by prescribed litter-raking. *J. Plant Nutr. Soil Sci*, 168:461–471.
- Samek, V., 1964: Lesní společenstva Českého krasu. Rozpr. ČSAV 74, 71 p.
- Sayer, E. J., 2006: Using experimental manipulation to assess the roles of leaf litter in the functioning of forest ecosystems. *Biological Reviews*, 81:1–31.

Stolz, D., 2012: Praveké osídlení Českého krasu na pravém břehu Berounky na základě nových povrchových sběrů a výzkumů. In: *Seminář ke 40. výročí vyhlášení CHKO Český kras*.

Strandberg, B., Kristiansen, S.M., Tybirk, K., 2005: Dynamic oak-scrub to forest succession: effects of management on understorey vegetation, humus forms and soils. *Forest Ecology and Management*, 211:318–328.

Szabó, P., 2010: The end of common uses and traditional management in Central European woods. *Landscape Archaeology and Ecology*, 8:182–184.

Šebek, P., Bače, R., Bartoš, M., Beneš, J., Chlumská, Z., Doležal, J., Dvorský, M., Kovář, J., Machač, O., Mikátová, B., Perlik, M., Platek, M., Poláková, S., Škorpík, M., Stejskal, R., Svoboda, M., Trnka, F., Vlašín, M., Zapletal, M., Čížek, L., 2015: Does a minimal intervention approach threaten the biodiversity of protected areas? A multi-taxa short-term response to intervention in temperate oak-dominated forests. *Forest Ecology and Management*. 358: 80-89.

Šebesta, J., Řepka, R., Maděra, P., Koutecký, T., 2014: Herb layer in coppices and high beech forests. in Rychtecká, P. [ed.]: *Czech villages in Romanian Banat: landscape, nature, and culture*. Brno: MENDELU, s. 233-239.

Šilc, U., Čarni, A., Košir, P., Marinšek, A., Zelnik, I., 2008: Litter-raking forests in Slovenia and in Croatia. *Hacquetia* 7:71–88.

Švihla, V., 2002: Lesy v CHKO Český kras.- In: Pondělíček, M. [eds.], *Chráněná krajinná oblast včera a dnes*. Karlštejn: Sdružení Přátelé Českého krasu, p.57-60.

Taboada, A., Kotze, D.J., Tárrega, R., Salgado, J.M., 2006: Traditional forest management: Do carabid beetles respond to human-created vegetation structures in an oak mosaic landscape? *Forest Ecology and Management* 237:436–449.

Takala, T., Haverinen, J., Kuusela, E., Tahvanainen, T., Kouki, J., 2015: Does cattle movement between forest pastures and fertilized grasslands affect the bryophyte and vascular plant communities in vulnerable forest pasture biotopes? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 201:26–42.

Trnčík, P., ÚHÚL, 2000: Textová část oblastního plánu rozvoje lesů, Část A, Přírodní lesní oblast č. 8 Křivoklátsko a Český kras. Stará Boleslav: Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem.

Učík, L., 1882: O škodlivosti hrabání stlaní lesního lesu, o nepatrné ceně takového steliva a kterak nedostatku steliva v hospodářství lze odpomoci. Praha: I. L. Kober, 59 s, 2. vyd.

Van Calster, H., Chevalier, R., van Wyngene, B., Archaux, F., Verheyen, K., Hermy, M., 2008: Long-term seed bank dynamics in a temperate forest under conversion from coppice-with-standards to high forest management. *Applied Vegetation Science*, 11:251–260.

Vera, F.W.M., 2000: *Grazing Ecology and Forest History*. Wallingford: CABI Publishing.

- Vild, O., Roleček, J., Hédli, R., Kopecký, M., Utinek, D., 2013: Experimental restoration of coppice-with-standards: Response of understorey vegetation from the conservation perspective. *Forest Ecology and Management* 310:234–241.
- Vild, O., Kalwij, J.M., Hédli, R., 2015: Effects of simulated historical tree litter raking on the understorey vegetation in a central European forest. *Applied Vegetation Science*, 18:569–578.
- Vrška, T., Adam, D., Hort, L., Odehnalová, P., Horal, D., Král, K., 2006: Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Svazek II: Lužní lesy – Cahnov-Soutok, Ranšpurk, Jiřina, Praha: Academia, 216 s.
- Vrška, T., Hort, L., Adam, D., Odehnalová, P., Horal, D., 2002: Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice. Svazek I: Českomoravská vrchovina - Polom, Žákova hora Českomoravská vrchovina. Praha: Academia, vyd. 1., 213 s.
- White, R., 1990: Environmental history, ecology, and meaning. *J Am Hist*, 76: 1111–16.
- Wohlgemuth, T., Burgi, M., Scheidegger, Ch., Schutz, M., 2002: Dominance reduction of species through disturbance – a proposed management principle for central European forests. *Forest Ecology and Management*, 166:1–15.
- Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, v platném znění.
- Zákon č. 289/1995 Sb., o lesích, v platném znění.
- Zang, C., Rothe, A., 2013: Effect of nutrient removal on radial growth of *Pinus sylvestris* and *Quercus petraea* in Southern Germany. *Annals of Forest Science*.70:143–149.