

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



Bakalářská práce

**Vliv lesnického managementu na mykofloru
teplomilných listnatých lesů Českého krasu**

Anna Kozáková

© 2017 ČZU v Praze

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Kozáková

Lesnictví

Název práce

Vliv lesnického managementu na mykofloru teplomilných listnatých lesů Českého krasu

Název anglicky

Impact of forest management on the mycoflora of thermophilous forest in the Bohemian Karst region

Cíle práce

Cílem práce je zjistit, jaký je vliv lesnického hospodaření v lesích Českého krasu na výskyt makromycet. Hlavním předmětem výzkumu jsou vybrané rody hub s velkou diverzitou a výskytem ohrožených zástupců (hříby, pavučince...). Výzkum bude prováděn v teplomilně laděných lesních společenstvech s vysokým zastoupením dubu, která jsou významným předmětem ochrany v CHKO Český kras. V současné době je snaha do těchto porostů znovu zavádět šetrné lesnické hospodaření, zejména s využitím výmladkové obnovy, které bylo v oblasti dříve obvyklé. Zatímco se předpokládá pozitivní vliv takové péče na diverzitu vzácných cévnatých rostlin a hmyzu, není dopad na společenstva hub znám. Výsledky práce přispějí k základnímu výzkumu a zároveň budou využity v ochraně přírody při plánování péče o lesní vegetaci v chráněných územích.

Metodika

Studentka nejprve provede rešerši výskytu vybraných skupin makromycet v oblasti Českého krasu. Přitom se pokusí zjistit způsoby dřívějšího lesnického hospodaření na cenných mykologických lokalitách.

Následně bude založen experiment tak, aby byly porovnány plochy, kde došlo k těžbě s následnou výmladkovou obnovou s plochami bez zásahu.

V nadcházející vegetační sezóně pak studentka opakovaně (alespoň 3x) navštíví zkusné plochy, kde zaznamená jarní, letní i podzimní aspekt.

Doporučený rozsah práce

minimálně 40 normostran textu bez příloh

Klíčová slova

mykoflóra, Český kras, lesy, výmladkové hospodaření, ochrana přírody

Doporučené zdroje informací

- Burel J. & Jindřich O. (2014): Mykologický průzkum NPR Koda v CHKO Český kras. *Bohemia centralis* 32: 155–188.
- Dörner P. & Müllerová J. (2014): Od intenzivního pařezení k lesu ochrannému – analýza historického vývoje lesů na Karlštejnském panství. *Bohemia centralis* 32: 425–438.
- Fellner R., Landa J. (2001) Výsledky mykologického průzkumu v předpolí východní části Velkolomu Čertovy schody: lokalita „Na Voskopě“. Ms., depon. in Správa CHKO Český kras, Karlštejn.
- Fellner R., Pešková V. (1995) Effects of industrial pollutants on ectomycorrhizal relationships in temperate forests. *Can J Bot* 73(Suppl 1): 1310–1315.
- Chytrý M., Kučera T. a Kočí M. (eds.) (2001): Katalog biotopů České republiky. – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Ložek V., Kubíková J., Špryňar P. (2005): Střední Čechy (Central Bohemia). In Mackovčin P, Sedláček M (eds) Chráněná území ČR, vol. XIII. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, pp. 1–902.
- Müllerová J., Pejcha V., Altman J., Plener T., Dörner P., & Doležal J. (2016). Detecting Coppice Legacies from Tree Growth. *PLoS One* 11: 1–14.
- Šálek L., Stolaríková R., Jeřábková L., Karlík P., Dragoun L., Jelenecká A. (2014): Timber production and ecological characteristics of trees in coppice forest in the nature reserve Voskop in Český kras – a case study. – *Journal of forest science* 60: 519–525.
-

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Mgr. Petr Karlík

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 5. 5. 2016

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 11. 03. 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Vliv lesnického managementu na mykofloru teplomilných listnatých lesů Českého krasu" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi ochotně a obětavě pomáhali při tvorbě této práce. V první řadě Mgr. Petru Karlíkovi za zodpovědné vedení a hodnotné připomínky, PhDr. Rostislavu Fellnerovi za představení lokality a cenné rady, RNDr. Anně Lepšové CSc. a Mgr. Lucii Zíbarové za pomoc při terénní práci a prof. Janu Šuspovi Lepšovi za uvedení do světa mnohorozměrných analýz. A v neposlední řadě celé své rodině za podporu, trpělivost a zázemí.

Vliv lesnického managementu na mykoflóru teplomilných listnatých lesů Českého krasu

Abstrakt

Tématem této bakalářské práce bylo zjistit vliv různých faktorů na fruktifikaci makromycetů v rezervaci Na Voskopě v Českém krasu v rámci projektu obnovování managementu pařeziny. V průběhu vegetační sezóny 2016 byl na 40 trvalých plochách (10 smýcených, 30 bez zásahu) 5x zaznamenán výskyt plodnic ektomykorhizních hub. Vlivem nepříznivých srážek byl počet nalezených položek na danou lokalitu podprůměrný. Celkově bylo nalezeno 457 plodnic 22 druhů hub, z toho 4 druhy figurují na Červeném seznamu hub ČR. Závislost abundance plodnic na lesnický management a environmentální proměnné měřené v rámci projektu byly hodnoceny analýzou ANOVA pro opakovaná měření, mnohorozměrnou analýzou a Co-Correspondence analýzou v programech Statistica 12 a CANOCO 5. Analýza ukázala, že všechny nalezené druhy hub upřednostňovaly plochy bez zásahu, větší frekvence nálezů byla v nižších polohách svahu.

Faktory nejvíce ovlivňující fruktifikaci byly především pokryvnost ve stromovém, bylinném a keřovém patře.

Analýzy dále ukázaly souvislost mezi fytoocenózami a mykocenózami, ale pro přesnější analýzu bude potřeba více dat z více vegetačních sezón.

Zároveň proběhl prvotní sběr dat druhů na území rezervace, bylo nalezeno a determinováno 118 druhů, včetně saprotrofních a lignikolních, z toho 9 druhů z Červeného seznamu ČR.

Klíčová slova: pařezení, makromycety, diversita, lesnický management, ektomykorhiza

Effect of forest management on mycoflora thermophilic deciduous forests of the Czech Karst

Abstract

The topic of this thesis was to investigate the effect of various factors on the macromycetes fructification in the nature reserve Na Voskopě in the Czech Karst in the framework of restoring coppice management. The occurrence of fruiting bodies of ectomycorrhizal fungi in 40 permanent plots (10 coppiced, 30 without intervention) was recorded five times during the 2016 growing season. . Due to unfavorable rainfall, the number of sporocarps found in the site was below average. Overall, I have found 457 sporocarps of 22 fungi taxa, of which 4 species are included on the Red List of the Czech Republic. The dependence of the abundance of fruiting bodies on the management and environmental variables measured for the project were evaluated by Repeated measures ANOVA and constrained ordinations and Co-Correspondence analysis using the Statistica 12.0 and Canoco 5 programs. The analysis showed that all the fungi taxa found preferred the plots without intervention, and were found more often in the lower elevations.

Factors affecting most fructification were mainly cover of the all, the tree, herb and shrub layers.

Analyses also showed a link between composition of communities of vascular plants and composition of macromycetes fruiting bodies, but more data from multiple growing seasons are needed for more comprehensive analyses.

Out of permanent plots 118 species were found and determined (included saprotrofs and wood-decaying), of which 9 are included on Red List of the Czech Republic.

Keywords: coppicing, macromycetes, diversity, forest management, ectomycorrhizal

1 Obsah

2 Úvod	10
3 Cíl práce a metodika.....	11
3.1 Cíl práce.....	11
3.2 Metodika	11
4 Teoretická východiska.....	13
4.1 Makromycety	13
4.1.1 Ektomykorhizní	13
4.1.2 Saprotrofní houby.....	14
4.1.3 Parazitické houby	15
4.2 Specifika studia diverzity hub (makromycetů).....	15
4.3 Faktory určující výskyt makromycetů	16
4.4 Jak se změní klima pro houby po odstranění stromového patra	18
4.5 Ochrana hub v ČR.....	19
4.5.1 Vývoj ochrany hub v ČR.....	19
4.5.2 ICUN	20
4.6 Tvar lesa.....	21
4.7 Rezervace Na Voskopě.....	23
4.7.1 Ochrana přírody	23
4.7.2 Lesní hospodaření.....	23
4.7.3 Geologie a půdy.....	24
4.7.4 Mykologický výzkum.....	24
5 Vlastní práce.....	26
5.1 Sběr vlastních dat.....	26
5.2 Ostatní použitá data	26
5.3 Zpracování dat	26
5.4 Analýza dat	26
5.5 Meteorologická data	27
6 Výsledky.....	29
6.1 Výsledky	29
6.1.1 Druhy nalezené na zkušných plochách.....	29
6.1.2 Druhy z Červeného seznamu	33
6.1.3 Houby nalezené na území rezervace	34
6.1.4 Změny počtu plodnic a počtu druhů na kontrolních a zásahových plochách v průběhu sezony.....	39
6.1.5 Analýza druhového složení s ohledem na zásah	41

6.1.6	Vliv faktorů prostředí na společenstvo makromycetů.....	42
6.1.7	Vztah mezi druhovým složením makromycetů a složením společenstva cévnatých rostlin	46
7	Diskuse	51
7.1	Nálezy v PR Na Voskopě	51
7.2	Zkusné plochy.....	52
8	Závěr	54
9	Seznam použitých zdrojů	55
10	Přílohy.....	58

2 Úvod

Přírodní rezervace Na Voskopě byla vyhlášena v roce 2012 na jihozápadních svazích vrchu Na Voskopě a Újezdec. Poměrně netypicky je tato lokalita velmi podrobně inventarizována i mykologicky a už ve zřizovacím předpisu této přírodní rezervace jsou předmětem ochrany nejen nízkokmenné habrové (*Melampyro-Carpinetum*) a dřínové doubravy (*CornoQuercetum*) s přechody do reliktních pěchavových borů, pěchavových trávníků (*Primulo-Seslerietum*), kostřavových trávníků (*Carici humilis-Festucetum sulcatae a Fragario-Festucetum*) a vápnomilných bučin (*Cephalanthero-Fagetum*), hostících nejvýznamnější zvláště chráněné druhy krušík růžkatý (*Epipactis muelleri*) a okrotici červenou (*Cephalanthera rubra*), ale i významná mykologická lokalita s bohatým výskytem vzácných druhů hřibovitých hub, hříbu královského (*Bolletus regius*) a hříbu Fechtnerova (*Bolletus fechtneri*), dále pak pavučinců z podrodu *Phlegmacium* (ANONYMUS 2012)

Současná podoba zalesněného území vychází z historického vývoje. Jedná se o střední les s převahou habru do poloviny 20. století obhospodařovaný formou pastevního lesa a pařezením. Od poloviny minulého století zde už ovšem k žádným zásahům nedocházelo. V současné době zde probíhá výzkum, který velmi podrobně sleduje vliv obnovy výmladkové způsobu hospodaření na všechny složky ekosystému.

Praktická část práce se zabývá parametry ovlivňujícími fruktifikaci a diverzitu makromycetů, spočívá ve sběru dat na již existujících zkusných plochách a vyhodnocení dat takto získaných. Zároveň proběhl mykologický průzkum na úrovni prvotního sběru dat (ANTONÍN et al 2012).

3 Cíl práce a metodika

3.1 Cíl práce

Cílem praktické části bakalářské práce je zjištění zda a jakým způsobem ovlivňuje lesnický zásah fruktifikaci vybraných rodů ektomykorhizních makromycetů.

3.2 Metodika

Terénní průzkum proběhl na plochách založených v rámci projektu vedeného Mgr. P. Karlíkem. V roce 2013 došlo k vymezení trvalých ploch a naplánování designu budoucího pokusu. Design pokusu zahrnuje šest experimentálních pruhů, které budou po dvojicích v intervalu deseti let postupně odtěženy s ponecháním vybraných výstavků. V každém pruhu bylo vymezeno 5 kruhových trvalých ploch o poloměru 8,5 m (225 m²). Totéž bylo provedeno i v sousedství experimentálních pruhů, kde těžba nebude prováděna. Zde bylo vymezeno a popsáno 10 trvalých ploch, které budou sloužit jako kontrola. Celkem bylo během vegetační sezóny 2013 vymezeno 40 trvalých ploch, které byly trvale označeny ocelovými mezníky a emailovým značením na stromech. Je třeba uvést, že plochy pro standardní mykocenologický výzkum jak je specifikují např. (ARNOLDS 1992, FELLNER 1987, LEPŠOVÁ et MATĚJKA 2008, ANTONÍN et al. 2012) neodpovídají tomuto členění. Je tomu tak proto, že trvalé plochy v tomto projektu byly zakládány spíše jako plochy fytoocenologických snímků. A zde dochází k zásadnímu nesouladu. Fytoceenóza a mykocenoza nemá mnoho společných prvků. Heterotrofní povaha hub je staví do závislosti na rostlinách, ale nejsou vázané na konkrétní fytoceenózu, byť jsou mezi nimi specialisté na konkrétní substrát. Na rozdíl od fytoceenózy zde nedochází k boji o přístup ke světlu. Proto je mykocenoza druhově výrazně bohatší než rostlinné společenství, bereme-li v úvahu všechny ekologické skupiny hub včetně půdních mikroorganismů. U hub totiž není nejdůležitějším limitujícím faktorem světlo, jako je tomu u rostlin (WINTERHOFF 1992).

Zde ovšem nejde o mykologický průzkum, ale o stanovení počátečních dat vývoje růstu těchto hub v závislosti na obnově pařezaného lesa.



Obrázek č. 1 Mapa zobrazující zkusné pásy, rok jejich plánované těžby a lokalizaci a označení trvalých zkusných ploch (HRONÍK 2014)

Na těchto plochách došlo v průběhu vegetační sezóny 2016 k pěti návštěvám v rozmezí 1-2 měsíce, zaznamenání počtu plodnic a druhového zastoupení na jednotlivých plochách a následnému zpracování získaných dat pro zjištění závislosti růstu plodnic na různých proměnných.

4 Teoretická východiska

4.1 Makromycety

Houby patří k jedněm z největších organismů na světě. Většinu „těla“ houby tvoří podzemní část-podhoubí (mycelium), v terénu velmi těžko pozorovatelná a taxonomicky determinovatelná.

Skupina hub, které se nazývají „makromycety“ není taxonomickou skupinou, ale představuje houby, které ve svém životním cyklu tvoří obvykle nadzemní a okem viditelné plodnice (větší než 2mm) s pohlavními výtrusy (ARNOLDS 1969).

Z ekologického hlediska je možné makromycety rozdělit do několika skupin, z nichž každá má pro les velký význam.

4.1.1 Ektomykorhizní

Jedná se o důležitou ekologickou skupinu hub, která je charakteristická tvorbou mutualistického/symbiotického vztahu s rostlinou. Rostlina má díky tomuto vztahu s houbou usnadněný přístup k živinám a zároveň i k vodě a díky tomu je odolnější vůči biotickému i abiotickému poškození. Mycelium neproniká do buněk rostliny, vytváří tzv. Hartigovu síť v mezibuněčném prostoru (odtud přepona ekto- vnější) a svojí rozsáhlostí výrazně zvětšuje objem substrátu, ze kterého může rostlina čerpat vodu a živiny. Srovnání růstu lesních dřevin z různých stanovišť ukazuje, že stromy s dobře rozvinutou a pestřejší mykorhizní symbiózou jsou více adaptovány na nepříznivé podmínky prostředí a prospívají lépe, než stromy s málo rozvinutou mykorhizní symbiózou (GRYNDLER et al. 2004).

Vazba mykorhizních hub na hostitele je různě široká. Některé druhy tvoří mykorhizu s jehličnany i listnáči, jiné jen s jehličnany nebo jen s listnáči, další např. jen s jehličnany čeledi *Pinaceae* (klouzek – *Suillus*). Existuje i řada druhů vázaných výlučně na jeden rod (např. na olši- *Alnus*) nebo dokonce jeden druh dřeviny (např. na modřín opadavý- *Larix decidua*, borovici vejmutovku- *Pinus strobus* apod.). Hlavním faktorem určujícím výskyt ektomykorhizních hub je tedy přítomnost dřeviny, se kterou

vytvářejí symbiotický vztah, na dané lokalitě, její stáří (stupeň ontogenetického vývoje) a kondice (HOLEC et BERAN 2006).

Další faktory ovlivňující výskyt makromycetů jsou také velmi důležité a jsou shrnuty v kapitole 4.3.

Ektomykorhizní houby jsou posledním článkem malého cyklu živin na stanovišti a ve zdravém lese zabraňují ztrátám živin. Veškeré poruchy ektomykorhizního systému lesa se projevují ztrátou živin a chřadnutím lesa. Celý ektomykorhizní systém lesa reaguje velmi citlivě na přirozené změny prostředí i na antropogenní změny přímé nebo nepřímé. Je to díky jeho schopnosti rychlého přizpůsobení ke změnám. Momentální stav ektomykorhizního kořenového systému lesa, a tím i celého ektomykorhizního porostu také určuje, jaká bude jeho reakce na další, ať náhlé nebo pomalé změny.

Zdravý ektomykorhizní systém a jeho ektomykorhizy poskytují málo příležitostí k průniku jiných mikroorganismů včetně patogenů. Zdravé kořeny mají dobře vyvinutou borku a ektomykorhizy jsou kryty houbovým pláštěm. Tyto útvary představují účinnou bariéru proti kořenovým patogenům. Poškozený kořenový systém s odumírajícími jemnými kořeny a nezdravými ektomykorhizami je naopak snadno napadnutelný (LEPŠOVÁ 2003).

Korelaci mezi zdravotním stavem stromů a množstvím mykorhiz se věnovala v doubravách např. Pešková (2005) kdy vyhodnotila, že se vzrůstajícím objemem aktivních mykorhiz v půdě dochází i ke zlepšení zdravotního stavu stromů.

4.1.2 Saprotrofní houby

Saprotrofní houby rozkládají mrtvou organickou hmotu zejména rostlinného původu (dřevo, odumřelé části rostlin, opad). K tomu využívají širokou škálu enzymů, a protože produktem tohoto rozkladu je humus, jsou velmi významnou složkou každého ekosystému (HOLEC et BERAN 2006).

Na základě konsensu je v lesních porostech specifikována i skupina druhů, které rozkládají dřevo, druhů lignikolních (RAYNER et BODDY 1988). Pro výskyt dřevorozkladných (lignikolních) hub je nejdůležitější podmínkou výskytu vhodný substrát, tedy mrtvé dřevo. Třebaže se tato práce nezabývá přímo saprotrofními druhy, je třeba zmínit, že pro zdravé fungování lesního ekosystému je důležitá i diverzita těchto druhů.



Obrázek č. 2 *Hohenbuehelia petaloides* saprotrofní druh Rezervace Na Voskopě © (Anna Kozáková 2016)

4.1.3 Parazitické houby

Parazitické houby rozdělujeme dle způsobu získávání organických látek na biotrofní a nekrotrofní, přičemž hranice mezi těmito skupinami není příliš ostrá. Zatímco biotrofní paraziti získávají výživu ze živých organismů, nekrotrofní z odumřelých částí organismů, přičemž toto odumírání sami způsobují. Většinou se jedná o parazity rostlin, méně časté jsou parazitace živočichů (HOLEC et BERAN 2006)

4.2 Specifika studia diverzity hub (makromycetů)

Přítomnosti určitého druhu na lokalitě lze v drtivé většině případů prokázat jen podle výskytu plodnic, což je vlastně rozmnožovací orgán, zatímco podhoubí (což je hlavní část organismu houby) může být v substrátu skrytě přítomno, aniž ho lze v terénu přímo pozorovat. Houby, které nelze pozorovat přímo a určovat je podle sebraných částí, jako jsou např. podhoubí mikromycetů, mykorhizy podhoubí různých druhů hub, lze izolovat ze substrátu, kultivovat v laboratoři na agaru a poté určovat (ANTONÍN et

al. 2012). Dnes se stále častěji využívají k determinaci hub, vyskytujících se v půdě, molekulární metody (GHERBAWY 2010)

Plodnice se tvoří jen v určité části roku a teprve až tehdy, kdy počasí mělo určitý průběh, který je pro každý druh houby specifický (např. po kombinaci ochlazení, vlny dešťů a následného oteplení). Pokud má počasí jiný průběh (např. dlouhé období sucha), houba nevytvoří plodnice a nelze ji na lokalitě zjistit. Některé houby fruktifikují (tvoří plodnice) každý rok, jiné jen jednou za několik let. Ani v optimálních podmínkách počasí však některé druhy hub plodnice každoročně netvoří, je to dáno jejich fyziologickým nastavením, dostatečností substrátu včetně fyziologického stavu mykorhizních partnerů (dřevin). Různé druhy hub fruktifikují (nebo jsou fertilní, tj. tvoří výtrusy) v různých fenologicky odlišných částech roku (ANTONÍN et al 2012).

4.3 Faktory určující výskyt makromycetů

Faktorům ovlivňujícím výskyt hub se věnuje mnoho autorů např. Holec et Beran (2006), Carlile (1994)

Základní podmínkou pro výskyt makromycetů je přístup ke zdroji organických látek. U ektomykorhizních je to vhodný symbiont, u saprotrofů vhodný substrát a u parazitů hostitel. Další faktory jsou podobné jako u fytoflóry a jsou shrnuté níže.

- a) Chemismus podloží a pH stejně jako u rostlin zde můžeme rozlišit bazifilní, kalcifilní a acidofilní druhy. Optimum pro většinu hub představuje pH slabě kyselé, mezi 5 až 6,5; při dostatku živin se dá hovořit o širší toleranci zhruba v rozsahu 4 až 7 (zato uvnitř hyf bývá téměř konstantní pH kolem 7). Nejvíce ale houby dominují v půdách kyselejších (pH cca 3 až 6), které nejsou tak optimální pro bakterie (CARLILE 1994).
- b) Obsah živin v půdě – mykorhizní houby obecně upřednostňují místa s nižším obsahem dusíku, saprotrofní naopak (HOLEC et BERAN 2006).
- c) Fyzikální vlastnosti půdy – ekologické požadavky na půdu se liší dle jednotlivých skupin. Zatímco mykorhizní houby potřebují pro svůj růst lehčí provzdušněné půdy s nižším obsahem živin, saprotrofní naopak například velkou vrstvu opadu či humusu (HOLEC et BERAN 2006).

- d) Množství vody v půdě - nejvíce hub roste na stanovištích s průměrnou dostupností vody, jsou však i houby vysloveně vlhkomilné a suchomilné. Dostatek vody je však základním požadavkem pro fruktifikaci pro všechny druhy a všechna stanoviště. Odtud také pochází rčení „růst jak houby po dešti“. Důležitá je nejen vlhkost substrátu, ale i vzdušná vlhkost (CARLILE 1994).
- e) Kontinuita prostředí – ovlivňuje hlavně lignikolní a mykorhizní houby. Např. pokud se celkově a nárazově změní druhová skladba na stanovišti a mykorhizní houby tak přijdou o vyhovujícího symbionta, změní se i druhová skladba hub. U lignikolních hub je to podobné jako u např. hmyzu. Potřebují ten „svůj“, správně starý, správně vlhký, správně odumírající kus dřeva správného druhu stromu (HOLEC et BERAN 2006).
- f) Míra ovlivněnosti člověkem – existují jak druhy synantropní, tak druhy vyžadující rozsáhlá stanoviště s přirozeným vývojem bez zásahu člověka. Člověk ovlivňuje výskyt hub hlavně tím, že ovlivňuje výše zmíněné faktory a to jak přímo, např. zemědělstvím a lesnictvím, tak nepřímo, připustíme-li například, že změna klimatu je dána antropogenním působením (HOLEC et BERAN 2006).
- g) Mezidruhová a vnitrodruhová konkurence - zdravý mykorhizní systém brání vstupu patogenů do kořenového systému, což snižuje výskyt parazitických druhů v takovémto prostředí. Vnitrodruhové konkurenci se věnuje například Hortal (2016), který uvádí, že při zvýšené vnitrodruhové konkurenci dochází ke snížení investice růstu do mykorhizního systému a zvýšení tvorby mycelia, což má za následek celkové zpomalení růstu. Edmann (2016) zkoumá mezidruhovou konkurenci u lignikolních hub specializovaných na spálené dřevo a uvádí, že specialisté na zvolený substrát mají konkurenční výhodu. Carlsson (2014) uvádí, že druhy odolné vůči stresu extrémních teplot, rychleji a lépe kolonizují spálené dřevo než druhy méně odolné a přizpůsobené požárům.

Každý z faktorů působí odlišně na různé druhy/skupiny hub. Kutszegy (2015) například uvádí dle průzkumu ve stejnověkém, pěstovaném lese u lignikolních hub jako hlavní faktor růstu druhové složení živých stromů, u saprotrofních hub rostoucích na zemi pH opadu, u mykorhizních pak pH půdy a také velikost stromů. Ve výzkumu zaměřeném na evropské doubravy bylo zjištěno, že ektomykorhizní druhová bohatost

klesá se snižujícím se pH a hustotou kořenů a také se zvýšenou úrovní vázaného dusíku, přesto dubový specialista *Lactarius quietus* reaguje na zvýšený vstup dusíku pozitivně, stejně tak jako na snižující se pH (SUZ 2014).

Některé druhy vyžadují vyrovnané vlhké mezoklima zapojeného lesního porostu, jiné preferují výslunné a větrem vysoušené okraje lesů, jiné zase otevřená stanoviště jako louky apod. Z hlediska mikroklimatu je pak nejdůležitější to, zda na daném místě substrát vysychá nebo je trvale vlhký (např. vnější a vnitřní strana dutého pařezu, rozdíl mezi osluněnou a neosluněnou stranou údolí potoka, rozdíl mezi padlým kmenem ležícím nad povrchem půdy a kmenem přitisknutým k povrchu půdy). Houby na tyto rozdíly velmi citlivě reagují a jakékoli změny v mezoklimatu nebo mikroklimatu mají za následek změnu druhového spektra hub v dané lokalitě (HOLEC et BERAN 2006).

Je tedy zřejmé, že výskyt různých druhů je stejně jako u fytoflóry indikační jak pro stanoviště, tak pro stanovištní podmínky.

4.4 Jak se změní klima pro houby po odstranění stromového patra

Na holině (pasece) dochází vlivem odstranění stromového patra v letních měsících ke zvýšení teplot, naopak v zimních měsících je vlivem odstranění clony lesa přízemní teplota nižší a to v rádech několika stupňů (AMANN 1956). Toto zvýšení lokálních teplot vede ke zvýšení evapotranspirace a tím i k rychlejšímu vysychání půdy.

Odstraněním stromového patra také dochází k zásadnímu snížení intercepce, což vede ke zvýšení objemu srážek, který se dostane až na zem, což by se na první pohled mohlo zdát jako přínosné, ale velmi záleží na intenzitě a době trvání srážek. Pokud není půdní profil schopný infiltrovat srážky dostatečně rychle (nebo tak dlouho), dochází ke vzniku povrchového odtoku ze stanoviště. A tím i ke zvýšení půdní eroze a vyplavování živin (LEPŠOVÁ 2016)

Po vytěžení porostu také dochází ke snížení půdního dusíku a uhlíku až o 6%, pokud dojde k těžbě celého stromu (JOHNSON 2001). Zároveň je zvýšení přístupu světla příležitostí pro organismy rozkládající organickou hmotu. Změna klimatu na pasece tedy vede k poměrně rychlé degradaci vrstvy surového humusu.

Pokácení části porostu znamená změnu pro houby i v sousedícím, nepokáceném lese. Na houby a jejich výskyt v přírodě má velký vliv nejen makroklima oblasti, ale i

mezoklima konkrétního biotopu a mikroklima přímo v místě jejich výskytu (HOLEC et BERAN 2006).

Samotnou těžbou dochází k narušení opadové vrstvy a k mechanickému poškození mykorhizního systému.

4.5 Ochrana hub v ČR

4.5.1 Vývoj ochrany hub v ČR

Že by bylo vhodné chránit na našem území houby zaznívá v literatuře už na začátku minulého století. Bylo to z důvodů dnes spíše podružných a to pro jejich vysokou estetickou hodnotu. Ovšem už v té době je doporučeno chránit patřičné biotopy, nikoliv jen konkrétní druhy (PROCHÁZKA 1924).

Houby byly na začátku sedmdesátých let 20. století na okraji zájmu státní ochrany přírody. Dokladem je i to, že žádný druh houby nebyl zahrnut mezi organismy chráněné zákonem. Důvodem byla jejich malá znalost mezi pracovníky ochrany přírody i názor české veřejnosti, že houby jsou hlavně oblíbenou surovinou do kuchyně; něco lze přičíst na vrub i malé aktivitě mykologů při prosazování jejich ochrany. Negativní roli sehrála a dodnes sehrává i přehnaná popularizace houbaření v ČR.

Největším úspěšným projektem osmdesátých let 20. století byla práce na čtvrtém svazku Červené knihy tehdejšího Československa. Organizačně ji zajišťovala pracovní skupina sekce pro ochranu hub a jejich životního prostředí Československé vědecké společnosti pro mykologii (HOLEC et BERAN 2006).

Od roku 1992 začal platit nový zákon č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny. K němu byla vydána vyhláška Ministerstva životního prostředí ČR č. 395/92 Sb., která mimo jiné vyjmenovává zvláště chráněné druhy organismů a dělí je do tří kategorií – ohrožené, silně ohrožené a kriticky ohrožené. Do ní se mykologům podařilo zahrnout 46 druhů hub (KOTLABA 1994).

V letech 2000–2005 probíhal na žádost Agentury ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK ČR) výběr druhů hub pro novelu vyhlášky č. 395/92 Sb. V první etapě mykologové navrhli stávající seznam 46 druhů zmenšit o jeden druh a doplnit o dalších 54 ohrožených druhů. V další etapě (v roce 2005) byla na žádost AOPK ČR uplatněna přesnější kritéria (navržené druhy byly bodovány na základě kritérií připomínajících v

minulosti použitý mykosoekologický index) a do dalších jednání zákonodárců byl nakonec odeslán seznam 95 druhů ve třech kategoriích ohrožení (kriticky ohrožené, silně ohrožené, ohrožené) (HOLEC et BERAN 2006). Ke změně v legislativě zatím nedošlo.

4.5.2 ICUN

Metodika tvorby červených seznamů podle IUCN Kritéria pro zařazování ohrožených druhů do červených seznamů stanovila IUCN (International Union for Conservation of Nature and Natural Resources), která je zveřejnila v tištěné podobě i na internetu (IUCN 2005).

Kategorie ohrožení podle IUCN: EX: extinct (vyhynulý); EW: extinct in the wild (vyhynulý ve volné přírodě); CR: critically endangered (kriticky ohrožený); EN: endangered (ohrožený); VU: vulnerable (zranitelný); NT: near threatened (téměř ohrožený); LC: least concern (málo dotčený); DD: data deficient (druh, o němž jsou nedostatečné údaje), není to vlastně kategorie ohrožení, ale jen konstatování, že stupeň ohrožení neznáme; NE: not evaluated (nevyhodnocený). Kritéria pro zařazování druhů do kategorií ohrožení jsou přesně definována a často vycházejí z číselných údajů, použitelných zejména u živočichů. Pro hodnocení ohrožení hub většinu z nich nelze použít. Jsou to např. tato kritéria: velikost populací založená na počtech jedinců (v přírodě nelze běžnými metodami zjistit počet jedinců houby na lokalitě nebo v areálu); počet známých lokalit ve vztahu k ploše celkového areálu (celkový areál většiny druhů hub není zatím znám); počet známých lokalit ve vztahu k ploše jednotlivých arel, kde se druh vyskytuje.

Kritéria ohrožení použitelná u hub:

1. Silně fragmentovaný výskyt (v podobě malých lokálních subpopulací, často velmi vzdálených)
2. Trvalý ústup (pozorovaný, dedukovaný nebo předpokládaný) v rámci celého areálu nebo v jednotlivých částech areálu (arelech), mizení biotopů druhu, snížení počtu lokalit nebo subpopulací.
3. Extrémní fluktuace areálů, arel, počtu lokalit nebo jedinců (HOLEC et BERAN 2006).

4.6 Tvar lesa

Dle vyhlášky 83/1996 je hospodářský tvar lesa, který je výsledkem způsobu hospodaření, zejména způsob vzniku lesních porostů; rozlišují se hospodářské tvary lesa:

1. vysoký (vysokokmenný), vzniklý ze semen nebo sazenic je tvar lesa vzniklý ze semene buď sítí, umělou sadbou či přirozenou obnovou. Vyznačuje se zpravidla dlouhým produkčním obdobím - doba obmýetí je obvykle nejméně stoletá, a těžené stromy dosahují značných rozměrů. Les semenný je nejčastější a nejrozšířenější tvar lesa a k jeho obhospodařování se vztahuje převážná většina pěstebních a hospodářsko-úpravnických pojmů (CHROUST et al 1996).
2. nízký (pařezina), vzniklý výmladností, je hospodářský tvar lesa výlučně založený na systematicky opakované vegetativní obnově výmladky - pařezovými, popř. i kořenovými. Obmýetí je určeno především optimální výmladností, druhem a výší očekávané produkce a je vázáno i na úrodnost stanoviště; pohybuje se v rozmezí 5 (vrbové prutníky) až 40 (dub, habr, buk), popř. 60 let (olše) (CHROUST et al 1996). Szabó (2010) uvádí rozsah 7-30 let. Výmladkový les roste díky možnosti čerpat živiny z živých kořenových systémů zpočátku velmi rychle, takže výškový i tloušťkový přírůst dřevin kulminuje podle úrodnosti stanoviště o 20-30 let dříve než v semenném lese. Těžené dřevo má však výrazně horší jakost, je sukaté, ve spodní části kmene zakřivené a má horší technické vlastnosti. Celková produkce vitálního dobře pěstovaného výmladkového lesa se vyrovná produkci semenného lesa, hodnotový přírůst je však podstatně nižší. Výmladkový les je tvar lesa velmi vzdálený přírodnímu vývoji lesního ekosystému; často opakované a téměř úplné odnímání biomasy hluboce zasahuje do látkového koloběhu a krátká obmýetí jej trvale udržují ve fázi dorůstání (CHROUST et al 1996). Hospodářský tvar výmladkového lesa je historicky velmi starý, Szabó (2010) jej datuje v Evropě do doby před 8 tisíci lety; kryl zejména potřebu palivového dříví. Pro technologickou jednoduchost byl spojen se soukromým vlastnictvím lesů malé výměry. Výmladkový les přispěl k zachování původních populací dřevin (CHROUST et al 1996). Situace se změnila v raném novověku. Řezivové dřevo bylo stále dražší, jako alternativní palivo se začalo používat uhlí a

později ropa. S rozvojem moderního lesnictví (ovlivněného osvícenstvím) ztratilo pařezání na významu a během 20. století bylo opuštěno docela (SZABÓ 2010).

Tento způsob hospodaření zažívá v poslední době renesanci jako často uvažovaný management v chráněných oblastech.

3. střední (sdružený), vzniklý jako kombinace výmladkové složky a jedinců semenného původu. Je to etážový hospodářský tvar lesa, v němž spodní etáž je tvořena lesem výmladkovým, horní etáž pak různě starým stromovým inventářem semenného původu. Sdružený les vznikal tím, že se při každém mýcení výmladkové etáže v obvyklém obmýtí 30 až 50 let ponechal nebo vysadil určitý počet jedinců semenného původu. Tím vznikaly nad výmladkovou etáží 3 až 4 postupné generace výstavků, každá věkově víceméně stejná (CHROUST et al 1996). Podle Konšela (1931) má spodní část porostu (pařezina) funkci výchovnou, krycí, a pro její existenci je důležité zachovávat správný poměr výstavkových tříd. Při čtyřech třídách je možno doporučit následující poměr: 55 % nejmladších výstavků první třídy, druhé třídy 33 %, třetí 12 % a čtvrté 3 %. Pro tři třídy se pak doporučuje použít následující strukturu porostu: u nejmladších jedinců 65 %, u druhé třídy 25 %, třetí pak bude obsahovat 10 %. Vzhledem k mortalitě některých dřevin, výskytu vad a chorob není nutné, aby byl ihned zpočátku ve starších třídách dodržen přesný počet stromů. Ve spodní etáži se pěstují listnaté dřeviny, které mají spolehlivou výmladnost a snášejí stín, jako např. lípy, javory, jilmy, habr, avšak i dřeviny vyžadující více světla - duby, kaštan, olše, jasan. Horní etáž tvoří hospodářsky hodnotné dřeviny, nejčastěji dub, též javory, jilmy, třešeň, modřín, popř. i topoly a bříza. Nepravý sdružený les vznikal ponecháním nejkvalitnějších jedinců z výmladkové etáže, nebo z nepravé kmenoviny, a ty pak tvoří horní etáž přibližně stejně starou. Sdružený les se udržuje tím, že se při každém mýcení výmladkové etáže ponechá nebo vysadí určitý počet jedinců semenného původu. Pěstování sdruženého lesa je odborně náročné; spočívá v udržování optimálního vztahu mezi spodní a horní etáží (CHROUST et al 1996). Podle Konšela (1931) je nejvýhodnější zásoba výstavkové etáže 120–200 m³/ha s tím, že i na nejlepších půdách se jeví zásoba výstavků nad 200 m³/ha pro spodní etáž jako škodlivá. Dále je třeba usměrňovat druhovou skladbu, počet výstavků, míru zápoje apod., a to podle hospodářského cíle s ohledem na stanovištní podmínky (lesní vegetační stupně s dubem) a na růstové vztahy mezi dřevinami (CHROUST et al 1996).

4.7 Rezervace Na Voskopě

Historie využívání území a zásadní pozitivní i negativní vlivy lidské činnosti v minulosti, současnosti a blízké budoucnosti

4.7.1 Ochrana přírody

Jedná se o nově vyhlášené maloplošné chráněné území. V minulosti bylo pouze překryto územím CHKO Český kras. Pokusy o zákonnou ochranu území a jednání s VLČS a.s. probíhají již od poloviny r. 1999, kdy byl zveřejněn první návrh na ochranu území. Následně byly v letech 2000 – 2011 zpracovány inventarizační průzkumy, které podrobně zhodnotily přírodní hodnoty území. Další pokusy o vyhlášení zákonné ochrany území proběhly v r. 2001 a 2008. Dne 12.1.2010 došlo k podepsání memoranda mezi Vápenkou Čertovy schody a Agenturou ochrany přírody a krajiny České republiky, které stanovilo jako jeho hlavní cíle:

1. chránit, případně zlepšovat, dochovaný stav přírody a krajiny na území Národní přírodní památky Zlatý Kůň, Přírodní rezervace Kobyla, Národní přírodní památky Kotýz a navrhované evropsky významné lokality Na Voskopě, ale také na jiných dotčených územích
2. dbát a prosazovat zlepšování přírodního bohatství v předmětných lokalitách
3. spolupracovat na přípravě a implementaci společných projektů
4. spolupracovat při výměně příslušných informací a materiálů týkajících se životního prostředí, zejména při realizaci Záměru
5. spolupracovat v oblasti environmentální výchovy a osvěty veřejnosti 6. realizovat také další formy spolupráce v oblasti životního prostředí (ANONYMUS 2012).

4.7.2 Lesní hospodaření

Autor plánu péče Anonymus (2012) uvádí jako historické využití lesních porostů v PR Na Voskopě jako kombinaci zemědělského a lesnického využití- tzv. pastevní či selský les. To obnášelo velmi intenzivní hospodaření, pařezinový způsob pěstování lesa, pastva v lesích a hrabání steliva. Naopak Hroník (2014) uvádí, že s největší pravděpodobností se na území dnešní rezervace jednalo o les se vzrostlými stromy, hlavně borovicemi, pravděpodobně i se spodní etáží pařezin, ne však o les nízký nebo pastevní porostlinu se zakrslými pokroucenými jedinci. Co se týče otázky selského lesa v PR Na Voskopě, lze z historie vlastnictví předpokládat, že pravou podobu tohoto typu lesa

dostává území pravděpodobně až počátkem 20. století, kdy jsou lesy v majetku sedláků. Hroník (2014) specifikuje současný tvar lesa na západním svahu vrchu Voskop, kde experiment probíhá. „Ve spodních svahových partiích se nachází les střední, kde výmladkovou část porostu představují především habrové pařeziny a výstavkovou část tvoří staré exempláře dubů. V horní části svahu pak porost přechází do tvaru lesa nízkého, tvořeného především směsí habru, dubů a jeřábů, a který je prosvětlen enklávami stepního charakteru.“

4.7.3 Geologie a půdy

Geologický podklad území je tvořen bílými masivními biodetritickými mělkovodními koněpruskými vápenci (starší prvohory, spodní devon, stupeň prag, pražské souvrství). Tento geologický podklad způsobuje výrazně bazickou půdní reakci. Naměřené hodnoty na zkusných plochách se pohybují v rozmezí 7,3-7,7 (HRONÍK 2014).

4.7.4 Mykologický výzkum

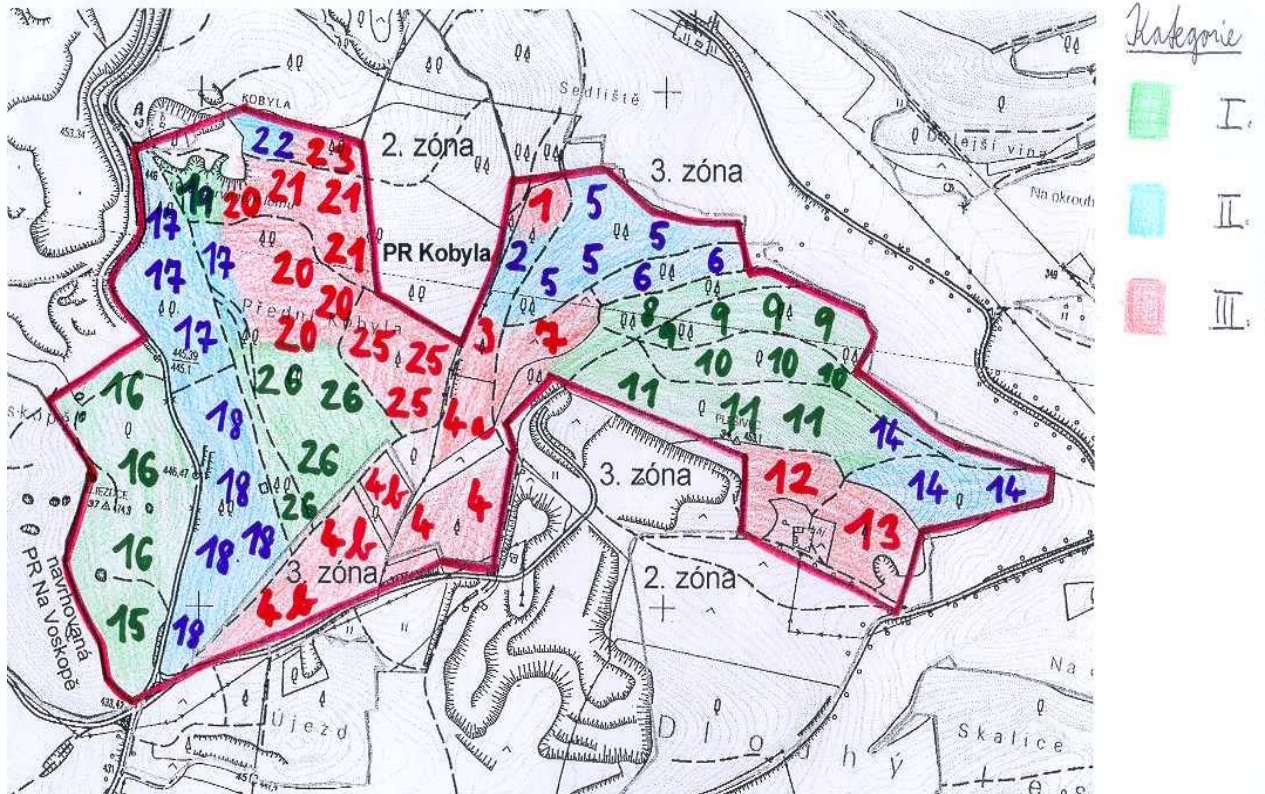
Základní dokumentační přírodovědný výzkum dobývacího prostoru „Suchomasty“ u Koněprus byl realizován v letech 1982-83 a jeho součástí byla i zpráva o mykoflóře daného území. Počet druhů zaznamenaných v této zprávě je sice relativně nízký (124), ale 25% spadalo do kategorie u nás vzácných nebo ohrožených. Nižší počet druhů byl značně ovlivněn klimatickými podmínkami v letech výzkumu, což je na takto vysýchavých lokalitách poměrně častou překážkou mykologických výzkumů.

Na tento výzkum navazoval v roce 2001 další, který přinesl nálezy přes 300 taxonů, z toho minimálně třetina u nás vzácných až ohrožených (FELLNER 2001).

V roce 2001 zde proběhl inventarizační výzkum Holec (2001). Byť v limitovaném čase – 8. a 9. měsíc vegetační sezóny 2001, přinesl poměrně velký počet nálezů (153) taxonů, což svědčí o veliké diverzitě této lokality. Zároveň tento výzkum rozlišil segmenty s různě velikou mykologickou a ochránářskou hodnotou.

Zájmové území v DP Suchomasty I

Mykologická hodnota



Obrázek č. 3 Mapa zájmového území s vyznačením mykologické a ochranné hodnoty jednotlivých studovaných segmentů. I: území s vysokou mykologickou a ochrannou hodnotou (zeleně označené segmenty), II: území mykologicky zajímavá, ochrannou hodnotná (modře označené segmenty), III: území s malou mykologickou hodnotou (červeně označené segmenty) (HOLEC 2001).

Dle plánu péče o Přírodní rezervaci Na Voskopě na období 2012–2026 jsou na toto období naplánovány dva inventarizační mykologické průzkumy, z nichž jeden končí v letošním roce. Prozatím bylo v rámci tohoto průzkumu zaznamenáno 31 druhů z Červeného seznamu a to i přes nepříznivé podmínky pro fruktifikaci - především nedostatek srážek (FELLNER 2016).

5 Vlastní práce

5.1 Sběr vlastních dat

Vlastní výzkum probíhal formou návštěv a zaznamenávání plodnic vybraných druhů na výše popsaných plochách. Návštěvy proběhly v sezóně 2016 v termínech 5.6., 29.6., 6.-8.8., 20.9., 21.10.

Zároveň byly zaznamenávány i další druhy rostoucí na území rezervace na úrovni prvotního sběru dat (ANTONÍN et al 2012) a to jak mykorhizní, lignikolní, tak i saprotrofní. Druhy, které nebylo možné determinovat na místě, byly sebrány, položky jsou uloženy v soukromém herbáři A. Lepšové. Tamtéž jsou uloženy i položky druhů z Červeného seznamu.

5.2 Ostatní použitá data

Pro analýzy byla využita data publikovaná Hroníkem (2014). Jedná se o hodnoty hloubky půdy, pokryvnosti stromového, keřového a bylinného patra a otevřenosti zápoje. Dále byly využity fytoecologické snímky téhož autora.

5.3 Zpracování dat

Do digitální podoby byla data zapsána do programu MS Excel. Z důvodu obtížné determinace byly druhy *Boletus mendax* a *Boletus luridus* sloučeny do jednoho druhu a stejně tak *Russula luteotacta* a *Russula decipiens*. Pro názvosloví a popisy druhů byl využit Červený seznam hub ČR (HOLEC et BERAN 2006).

Byla vytvořena hodnota „poloha“, která vyjadřuje relativní výšku na transektu od nejnižšího místa.

5.4 Analýza dat

Závislost celkového počtu druhů a celkového počtu plodnic v terénu na sledovaných faktorech byla zpracována metodou analýzy variance pro opakovaná měření (LEPŠ et. ŠMILAUER 2016), kde vysvětlujícími faktory byly: zásah A/N a poloha na transektu jako kategoriální proměnná a identita návštěvy jako faktor

opakovaného pozorování. Počty plodnic a počty druhů byly logaritmicky transformovány ($\log(x+1)$ protože data obsahují nuly), aby se zlepšily distribuční vlastnosti. Použit byl program Statistica 12.0.

Data o složení houbových společenstev a jejich vazbách na uvedené vysvětlující proměnné byla hodnocena mnohorozměrnou analýzou (ŠMILAUER et. LEPŠ 2014). Vzhledem k nízkému počtu plodnic při jednotlivých návštěvách a vzhledem k tomu, že data pocházejí z jedné vegetační sezóny, pro další analýzy byla pro každou plochu použita suma plodnic/druhů za všechny návštěvy. Vysvětlující proměnná „poloha“ byla použita jako kvantitativní (ve skutečnosti se jedná o proměnnou ordinální, ale pro potřeby mnohorozměrné analýzy se tyto proměnné běžně užívají jako kvantitativní (ŠMILAUER et LEPŠ 2014)).

První byla provedena redundanční analýza (RDA), kde jedinou vysvětlující proměnnou je zásah a poloha plochy je kovariátou. RDA byla použita, protože umožňuje analyzovat data bez standartizace dat po plochách (tj. že uvažuje absolutní a ne relativní počty plodnic). Tak je možné vzít v úvahu i plochy, které mají nulovou sumu plodnic (tj. ve kterých se houby nevyskytly). Statistická průkaznost vztahu byla testována pomocí Monte Carlo testu s 4999 permutacemi.

Vzhledem k tomu že na plochách se zásahem nebyly téměř žádné plodnice, pro další analýzy byly použity pouze plochy bezzásahové a v nich hodnoceno relativní zastoupení plodnic. Proto byla použita canonical correspondence analysis (CCA). Jako vysvětlující proměnné byly použity: pokryvnost stromového, keřového a bylinného patra, otevřenost zápoje, poloha, hloubka půdy a PH. Zde byla testována významnost jednoduchých efektů každé proměnné zvlášť (simple effects) a potom pomocí postupného výběru (forward selection) vyhledáván nejlepší možný model.

Vztah mezi složením společenstva hub a společenstva rostlin byl testován pomocí analýzy Co-correspondence analysis (Co-CA) (ŠMILAUER et LEPŠ 2014 str. 239). Použito bylo pasivní promítnutí dat o prostředí do ordinačních diagramů.

5.5 Meteorologická data

Tabulka č.1 meteorologická data pro Středočeský kraj v r.2016 - data ČHMÚ

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2016
S	30	44	24	25	56	77	95	32	39	57	28	24	531,00
Ns	32	30	36	43	70	75	72	73	46	36	40	35	588,00
%	94	147	67	58	80	103	132	44	85	158	70	69	90,31
T	-0,4	3,6	3,9	8,2	14,1	17,7	19,3	17,8	16,8	8,2	3	0,4	9,38
Nt	-2	-0,4	3,4	8,1	13	16,3	17,8	17,2	13,6	8,6	3,3	-0,2	8,23
O	1,6	4	0,5	0,1	1,1	1,4	1,5	0,6	3,2	-0,4	-0,3	0,6	1,16

Vysvětlivky:

S = úhrn srážek [mm]

Ns = dlouhodobý srážkový normál 1961-1990 [mm]

% = úhrn srážek v % normálu 1961–1990

T = teplota vzduchu [°C]

Nt = dlouhodobý normál teploty vzduchu 1961-1990 [°C]

O = odchylka od normálu [°C]

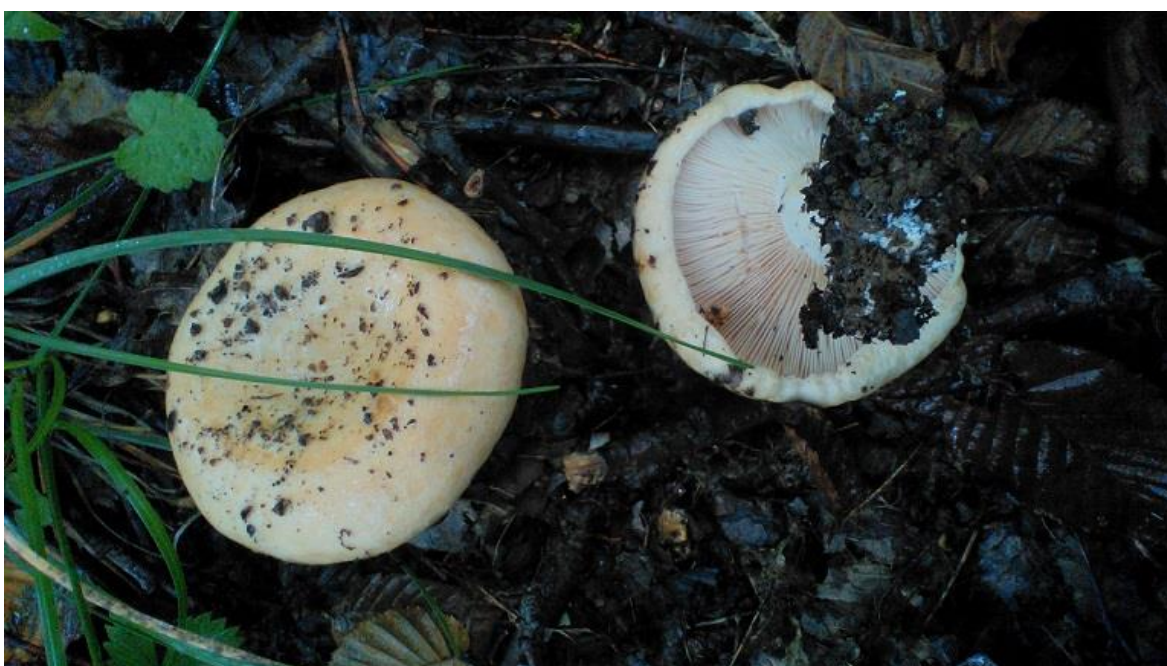
Jak je vidět z tabulky uvedené výše, bylo ve středočeském kraji v roce 2016 méně srážek a tepleji než je dlouhodobý průměr. Nejen že úhrn srážek je o 10% nižší, ale distribuce srážek byla značně nerovnoměrná. Přesto se zde jasně ukazuje závislost fruktifikace hub na srážkách.

6 Výsledky

6.1 Výsledky

V termínech návštěv 5.6. a 20.9. však, vzhledem k meteorologickým podmínkám uvedeným výše, na plochách žádné evidovatelné plodnice nebyly. 29.6. bylo na plochách nalezeno 103 plodnic (9 taxonů), 6-8.8. 330 plodnic (15 taxonů) a 21.10. 24 plodnic (5 taxonů). Celkově bylo na plochách nalezeno 22 taxonů a 457 plodnic.

Na území rezervace bylo nalezeno celkově 118 druhů, z toho 9 z Červeného seznamu.



Obrázek č. 4 *Lactarius acerrimus* druh vázaný především na duby Rezervace Na Voskopě © (Anna Kozáková 2016)

6.1.1 Druhy nalezené na zkusných plochách

Tabulka č. 2 Druhy a počty plodnic na zkusných plochách použité zkratky viz příloha č.1 označení prvního sloupce plocha/návštěva

	BOLTRECT	BOLEMEND	RUSSEDELIC	RUSSALUT	RUSSCHLR	RUSSRISG	RUSSMACL	RUSSLUTE	LACTACER	INOCRIMS	INOCBSL	INOCFAST	CLITPSP	INOCGODE	PEZISUCC	AMANPANT	AMANLIVD	CORTSER	HEBLSINP	CORTTELM	CORTTRIV	CORTBOWN	
1/1																							
2/1																							

3/1																				
4/1																				
5/1																				
6/1		8	5					9												
7/1																				
8/1									3											
9/1																				
10/1									1											
11/1		1	6					3												
12/1								1		1					7					
13/1												3		16						
14/1																				
15/1		1								3										
16/1		1																		
17/1																				
18/1																				
19/1																				
20/1																				
21/1		1	2					1												
22/1										1										
23/1									2											
24/1																				
25/1																				
26/1		2																		
27/1								4												
28/1																				
29/1		1	1							2	1			1						
30/1		1																		
31/1									1	2	1									
32/1																				
33/1																				
34/1																				
35/1		1																		
36/1		2																		
37/1										2										
38/1									1											
39/1		1																		
40/1		3																		
1/2																				
2/2																				
3/2																				
4/2																				
5/2																				
6/2		2		1					7											
7/2								1	2	6										
8/2						3		3	1					6						
9/2				1					3					5						

10/2	1						1													
11/2		2		1			3		2	4										
12/2									11	10		7								
13/2		2							4	1	1				4					
14/2	1								5	3	1				3					
15/2									2	1	1									
16/2				3			5		6				2							
17/2																				
18/2																				
19/2																				
20/2																				
21/2		1											8							
22/2					1		1			8						3				
23/2		4		3					2	4		3								
24/2	2	2							4	8										
25/2		7		1					2											
26/2		2		1					3	3										
27/2							1	1												
28/2							2			2										
29/2				1					4										1	
30/2	1	4																	2	
31/2		1		6	2		1		6		3		1							
32/2				1		2	4	2	3	4					3					
33/2							2	1	2				10		12				1	
34/2		1							5	1									1	
35/2		2							1	1										
36/2		1								1										
37/2		1					1	1	6	3										
38/2		1						1	2	2										
39/2				1			2			1			1							
40/2		2					1		3											
1/3																				
2/3																				
3/3																				
4/3																				
5/3																				
6/3																			1	
7/3																				
8/3																			2	
9/3																				
10/3																				
11/3																			2	1 1
12/3																			1	
13/3																				
14/3																				
15/3																				
16/3																				

17/3																				
18/3																				
19/3																				
20/3																				
21/3																			1	1
22/3																				
23/3																				
24/3																				
25/3																				
26/3																2			4	
27/3																8				
28/3																				
29/3																				
30/3																				
31/3																				
32/3																				
33/3																				
34/3																				
35/3																				
36/3																				
37/3																				
38/3																				
39/3																				
40/3																				



Obrázek č. 5 *Boletus mendax* druh popsáný v r.2013 Rezervace Na Voskopě © (Anna Kozáková 2016)

6.1.2 Druhy z Červeného seznamu

Russula maculata QuéL. et Roze VU

holubinka skvrnitá

Mykorhizní symbiont rostoucí na vápnitých půdách pod listnatými stromy, zejména duby, habrem, lískou, lípami a bukem, převážně na teplejších stanovištích nižších poloh. Je známa např. z okolí Prahy, jihočeských vápencových lokalit, jižní a jihozápadní Moravy a Bílých Karpat (HOLEC et BERAN 2006)..

Russula luteotacta Rea NT

holubinka citlivá

Mykorhizní symbiont rostoucí převážně v teplejších oblastech pod duby, bukem, habrem a lískou, zejména na vápnatých a humózních půdách. Lze ji však nalézt i na mírně kyselých půdách. Velká část nálezů v ČR pochází z hrází rybníků, např. v jižních a východních Čechách a na severovýchodní Moravě. Roste i v dubohabřinách v okolí Brna a v Bílých Karpatech (HOLEC et BERAN 2006).

Russula decipiens (Singer) Kühner et Romagn. EN

holubinka hájová

Mykorhizní symbiont rostoucí hlavně pod duby, méně pod habrem a bukem ve světlých travnatých lesích a na hrázích rybníků. Na Moravě roste roztroušeně, v Čechách je vzácnější. Z dřívější doby jsou známy lokality Lány, Zbraslav a Černošice u Prahy (1930) a Čimelice na Písecku (1962, 1964). V poslední době byla opakovaně nalezena v rezervaci Luční u Tábora; je také doložena z hrází rybníků u Studénky v CHKO Poodří (2001) a ze tří rezervací v Bílých Karpatech (2004–2005) (HOLEC et BERAN 2006).

Pezziza succosa Berk. EN

řasnatka síromléčná

Mykorhizní symbiont rostoucí na humózní lesní půdě, převážně na vápencovém podloží, hlavně v teplejších listnatých lesích (Český kras, rezervace Vyšenské kopce v jižních Čechách, Moravský kras, Bílé Karpaty aj.), v současnosti mizející. V okolí Brna je přesto stále dosti častá (HOLEC et BERAN 2006).

6.1.3 Houby nalezené na území rezervace

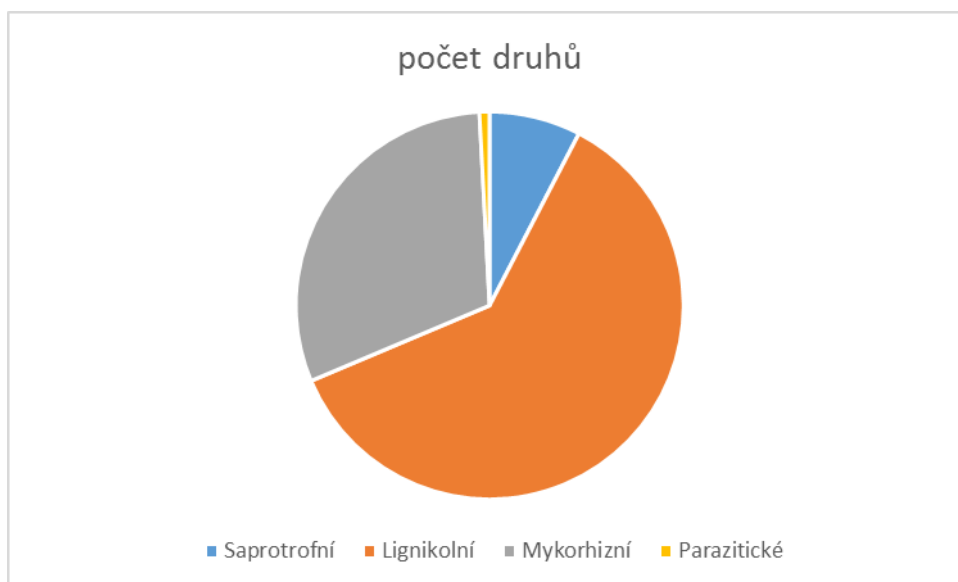
Celkově bylo na území rezervace nalezeno 118 druhů, z toho 9 saprotrofních, 72 lignikolních, 36 mykorhizních a 1 parazitický. Část nalezených hub determinovaly L. Zíbarová a A. Lepšová.

Tabulka č. 3 Druhy nalezené na území PR se zařazením do ekologické skupiny
LI-lignikolní, ST- saprotrofní, M- mykorhizní, PA- paraziti

DRUH	EKOLOGIE	DRUH	EKOLOGIE
<i>Agrocybe praecox</i> s.l. /A. cylindracea	ST	<i>Leucopaxillus compactus</i>	ST
<i>Amanita lividopallescens</i>	M	<i>Leucopaxillus tricolor</i>	ST
<i>Amanita pantherina</i>	M	<i>Lopadostoma dryophilum</i>	LI
<i>Amanita rubescens</i>	M	<i>Mycena acicula</i>	LI
<i>Amanita vaginata</i> sl.	M	<i>Mycena niveipes</i>	LI

<i>Antrodiella hoehnelii?</i> Juv.	LI	<i>Mycena speirea</i>	LI
<i>Aphanobasidium pseudotsugae</i>	LI	<i>Nectria episphaeria</i>	PA
<i>Auricularia auricula judae</i>	LI	<i>Nemania serpens</i> cf.	LI
<i>Auricularia mesenterica</i>	LI	<i>Otidea alutacea</i>	M
<i>Biscognauxia marginata</i>	LI	<i>Peniophora lycii</i>	LI
<i>Biscognauxia nummularis</i>	LI	<i>Peniophora quercina</i>	LI
<i>Boletus</i> cf. <i>Mendax</i>	M	<i>Peniophorella praetermissa</i>	LI
<i>Boletus fechtneri</i>	M	<i>Peziza micropus</i>	M
<i>Boletus luridus</i> s.l.	M	<i>Peziza succosa</i>	M
<i>Boletus reticulatus</i>	M	<i>Phallus impudicus</i>	ST
<i>Botryobasidium asperulum</i>	LI	<i>Phanerochaete livescens</i>	LI
<i>Botryobasidium aureum</i>	LI	<i>Phellinus contiguus</i>	LI
<i>Clitopilus hobsonii</i>	LI	<i>Phellinus ferruginosus</i>	LI
<i>Clitopilus prunulus/cystidiatus</i>	LI	<i>Phellinus robustus</i>	LI
<i>Coprinus domesticus</i> sl.	ST	<i>Phlebia acanthocystis</i>	ST
<i>Coprinus micaceus</i>	ST	<i>Pluteus cervinus</i>	LI
<i>Crepidotus cesatii</i>	LI	<i>Pluteus romelli</i>	LI
<i>Crepidotus pallidus</i>	LI	<i>Pluteus thomsonii</i>	LI
<i>Dacrymyces</i> sp	LI	<i>Polyporus arcularius</i>	LI
<i>Daedalea quercina</i>	LI	<i>Polyporus badius</i>	LI
<i>Dendrothele acerina</i>	LI	<i>Polyporus cilliatu</i>	LI
<i>Dendrothele commixta</i>	LI	<i>Polyporus tuberaster</i>	LI
<i>Diatrype disciformis</i>	LI	<i>Polyporus variegatus</i>	LI
<i>Diatrypella quercina</i>	LI	<i>Polyporus varius</i>	LI
<i>Euepixylon udum</i>	LI	<i>Propolis farinosa</i>	LI
<i>Eutypa spinosa</i>	LI	<i>Psathyrella candolleana</i>	LI
<i>Exidia truncata</i>	LI	<i>Psathyrella microsporoides</i> aff.	LI
<i>Flammulaster muricatus</i>	LI	<i>Radulomyces molaris</i>	LI
<i>Fomes fomentarius</i>	LI	<i>Resupinatus applicatus</i>	LI
<i>Fomitopsis pinicola</i>	LI	<i>Russula alutacea</i>	M
<i>Gloeoporus pannocinctus</i>	LI	<i>Russula aquamarina</i>	M
<i>Gloeoporus taxicola</i>	LI	<i>Russula decipiens</i>	M
<i>Hapalopilus nidulans</i>	LI	<i>Russula delica</i>	M
<i>Hemimycena crispata</i>	ST	<i>Russula fragilis</i>	M
<i>Hohenbuehelia petaloides</i>	ST	<i>Russula chloroides</i>	M
<i>Humaria hemisphaerica</i>	M	<i>Russula laeta</i> cf	M
<i>Hymenochaete rubiginosa</i>	LI	<i>Russula luteotacta</i>	M
<i>Hypholoma fasciculare</i>	LI	<i>Russula maculata</i>	M
<i>Hypoxylon fuscum</i>	LI	<i>Russula risigalina</i>	M
<i>Hypoxylon howeanum</i>	LI	<i>Scopuloides rimosa</i>	LI
<i>Inocybe cervicolor</i>	M	<i>Sebacina incrustans</i>	M
<i>Inocybe fastigiata</i> s. l.	M	<i>Schizophyllum commune</i>	LI
<i>Inocybe godeyi</i>	M	<i>Schizopora flavipora</i>	LI
<i>Inocybe griseolilacina</i>	M	<i>Schizopora radula</i>	LI

<i>Inocybe obsoleta</i>	M	<i>Steccherinum fimbriatum</i>	LI
<i>Inocybe rimosa</i>	M	<i>Steccherinum ochraceum</i>	LI
<i>Inocybe tenebrosa</i> cf	M	<i>Stereum gausapatum</i>	LI
<i>Lactarius acerimus</i>	M	<i>Stereum hirsutum</i>	LI
<i>Lactarius azonites</i>	M	<i>Trametes hirsuta</i>	LI
<i>Lactarius flavidus</i>	M	<i>Trechispora stevensonii</i>	LI
<i>Lactarius fulvissimus</i>	M	<i>Vuilleminia cystidiata</i>	LI
<i>Lactarius quietus</i>	M	<i>Xerula longipes</i>	LI
<i>Laetiporus sulphureus</i>	LI	<i>Xerula radicata</i>	LI
<i>Leccinum pseudoscabrum</i>	M	<i>Xylaria carpophila</i>	LI



Obrázek č.6 Zastoupení druhů v jednotlivých ekologických skupinách



Obrázek č.7 *Amanita lividopallenscens* Rezervace Na Voskopě © (Anna Kozáková 2016)

4. Druhy z červeného seznamu

Kromě již zmíněných v kapitole výše to jsou následující

Vuilleminia cystidiata Parmasto CR

většovka teplomilná

Saprotrof rostoucí na suchých trčících větvích hlohů v teplých oblastech na křovinatých a polostepních lokalitách. Roste jihozápadně od Prahy (Barrandova skála, Radotínské údolí u Zadní Kopaniny) a severně od Brna (1942). Jinde v Evropě roste na růžích, jilmech, trnce a dalších listnáčích. Na místech nálezů se vyskytuje pravidelně (HOLEC et BERAN 2006).

Pluteus thomsonii (Berk. et Broome) Dennis EN

štítočka Thomsonova

Saprotrof rostoucí na tlejícím dřevě různých listnatých stromů, především buku, dubů, topolů a habru, často také z detritu nebo ze zbytků trouchnivého dřeva ukrytého v

zemi, v přirozených až pralesovitých porostech od nížiny do hor. Je známa např. z Posázaví, ze Šumavy, z jižních Čech (Táborsko, Třeboňsko, Českobudějovicko, Novohradské hory, 188 Jindřichohradecko), Železných hor, Beskyd, Hostýnských vrchů a jižní Moravy (okolí Brna, Podyjí, Znojemsko, Ždánický les) (HOLEC et BERAN 2006).

Boletus fechtneri Velen. EN

hřib Fechtnerův

Mykorhizní symbiont rostoucí ve světlých listnatých lesích nižších poloh, převážně na bazických podkladech v přirozených společenstvech teplomilných doubrav, dubohabřin a květnatých bučin. Tvoří mykorhizu s duby a bukem. V ČR je v současné době znám z více lokalit na území CHKO Český kras a z okolí Brna. Mimo tyto oblasti se vyskytuje roztroušeně (např. Polabí, rezervace Vyšenské kopce v jižních Čechách, Ždánický les, okolí Kopřivnice na severní Moravě, Bílé Karpaty). Většina jeho dřívějších lokalit zanikla. Je ohrožen nejen necitlivými lesnickými zásahy, ale také přímou likvidací biotopů (těžba vápence, např. v CHKO Český kras) a nepřímo i vysbíráním plodnic houbaři včetně rezervací s nejpřísnějším stupněm ochrany (HOLEC et BERAN 2006).

Flammulaster muricatus (Fr.: Fr.) Watling EN

kržatka ostnitá

Saprotrof rostoucí na mrtvém dřevě listnáčů (např. buku, habru, javorů, jilmů), hlavně na padlých kmenech v pozdějším stádiu rozkladu. Vzácný, roztroušeně se vyskytující druh přirozených porostů. Roste např. v lužních lesích (tvrdý luh), habřinách, bučinách, suťových lesích a horských smíšených lesích, od nížiny až do montánního stupně. V poslední době byla nalezena např. v rezervacích Medvědice na Šumavě, Doubí na Táborsku, Stará řeka na Třeboňsku a Fabián na Jindřichohradecku. Je ohrožena odstraňováním padlých kmenů z porostů (HOLEC et BERAN 2006).

Leucopaxillus compactus (Fr.) Neuhoff CR

Syn.: *Leucopaxillus tricolor* (Peck) Kühner

běločechratka trojbarvá

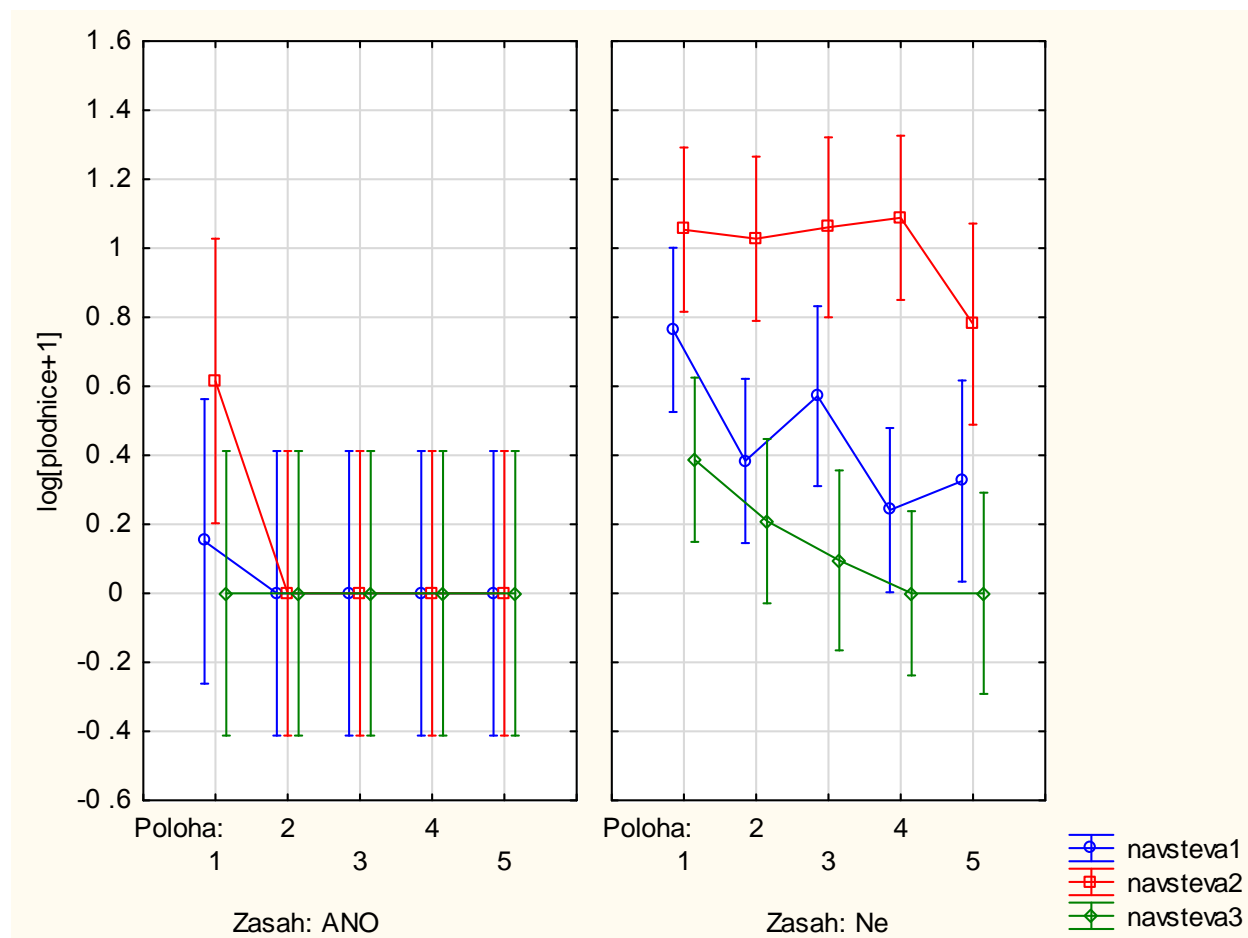
Saprotrof rostoucí na zemi v listnatých lesích, zejména pod duby, habrem a bukem, především na vápnatých půdách. V ČR je známo sedm lokalit, z toho čtyři z poslední doby. Jde o následující lokality: Karlštejn (1950) a Čertovy schody (2005) v Českém krasu, Kozí hůrka u Luk pod Medníkem ve středních Čechách (2002),

rezervace Hády (1974) a okolí Horákovské myslivny (2001) v Moravském krasu a Zbrodský les u Dubňan (2006) a Roztrhánky u Ratíškovic (pravidelně od roku 1982) na jižní Moravě (HOLEC et BERAN 2006).

6.1.4 Změny počtu plodnic a počtu druhů na kontrolních a zásahových plochách v průběhu sezony

Byly prokázány velké rozdíly jak v počtech plodnic (Obrázek 8, Tab. 4) tak v počtech druhů (Obr. 9, Tab 5), mezi plochami se zásahem a bez zásahu, stejně tak je zde patrný výškový gradient, kde se zvyšující se polohou počty druhů i plodnic klesají. Také se obě proměnné výrazně liší mezi jednotlivými návštěvami.

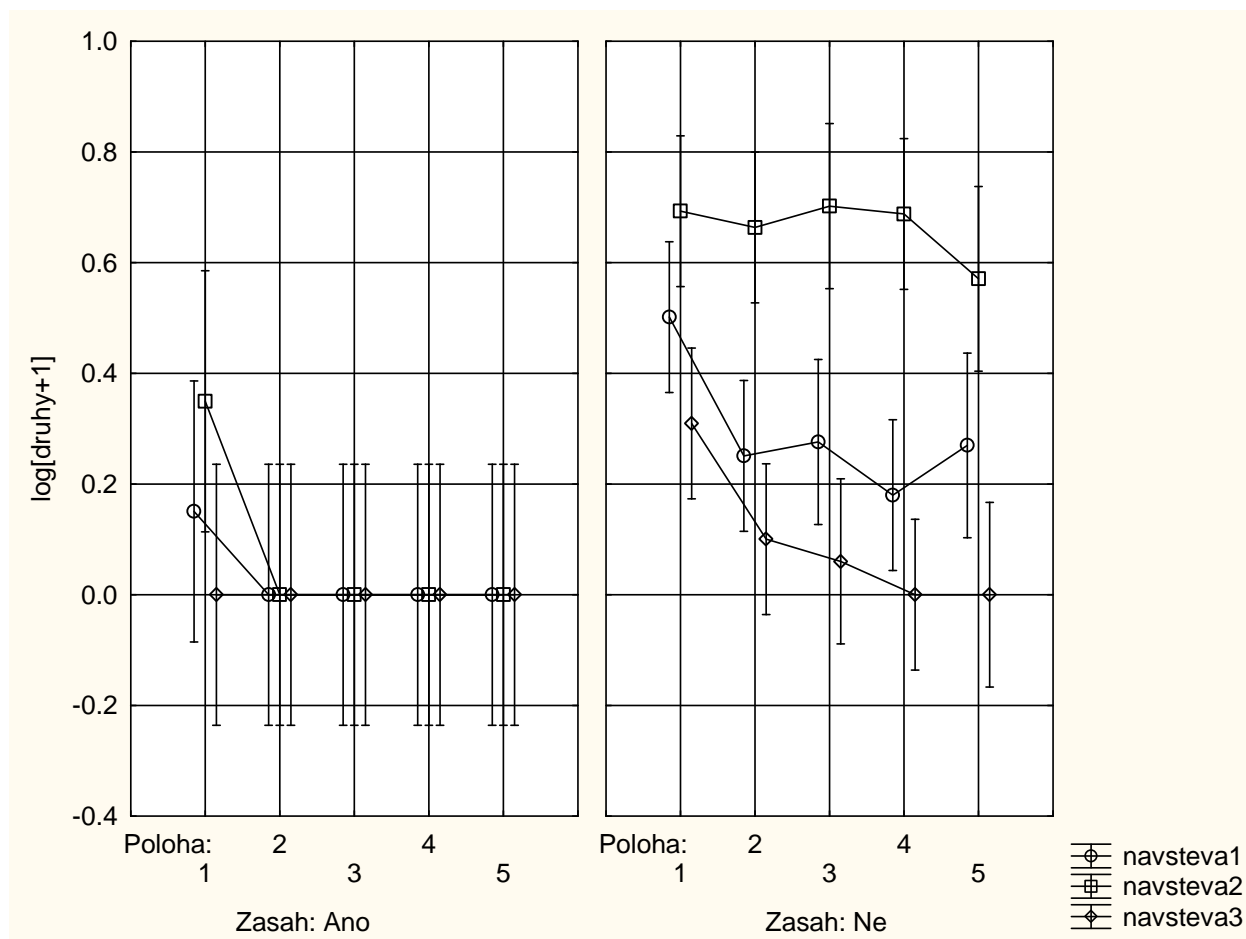
Protože je analýza variance založena na předpokladu homogenity variancí (který není možné v daných datech splnit, protože plochy bez plodnic mají vždy varianci nulovou), dochází v grafickém znázornění k paradoxní situaci, že dolní meze konfidenčních intervalů jsou záporné.



Obrázek č. 8 Změny počtu plodnic v závislosti na poloze a typu zásahu, pro tři návštěvy. Chybové úsečky představují 95% konfidenční intervaly.

Tabulka č.4 Výsledky analýzy variance počtu plodnic pro opakovaná měření. Počet plodnic byl logaritmičsky transformován ($\log(x+1)$). Charakteristiky analýzy variance: SS – Sum of squares (součet čtverců), MS – Mean Square (průměrný čtverec), Degr. Of Freedom – stupně volnosti, F – testové kritérium F, P – dosažená hladina významnosti. Červeně jsou průkazné efekty.

Effect	Univariate Tests of Significance for log[plodnice] (ponavstevach.sta) Over-parameterized model Type III decomposition; Std. Error of Estimate: 0.2908							
	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	7.789439	1	7.789439	27.00000	0.095146	81.86807	0.000000
navsteva	Fixed	3.629051	2	1.814525	54.00000	0.084589	21.45104	0.000000
Zasah	Fixed	5.049501	1	5.049501	27.00000	0.095146	53.07094	0.000000
Poloha	Fixed	1.132632	4	0.283158	27.00000	0.095146	2.97603	0.037039
navsteva*Zasah	Fixed	2.020044	2	1.010022	54.00000	0.084589	11.94032	0.000051
navsteva*Poloha	Fixed	0.180938	8	0.022617	54.00000	0.084589	0.26738	0.973805
Zasah*Poloha	Fixed	0.111290	4	0.027822	27.00000	0.095146	0.29242	0.880309
navsteva*Zasah*Poloha	Fixed	0.645626	8	0.080703	54.00000	0.084589	0.95406	0.481133
Site(Zasah*Poloha)	Random	2.568949	27	0.095146	54.00000	0.084589	1.12480	0.348296
Error		4.567815	54	0.084589				



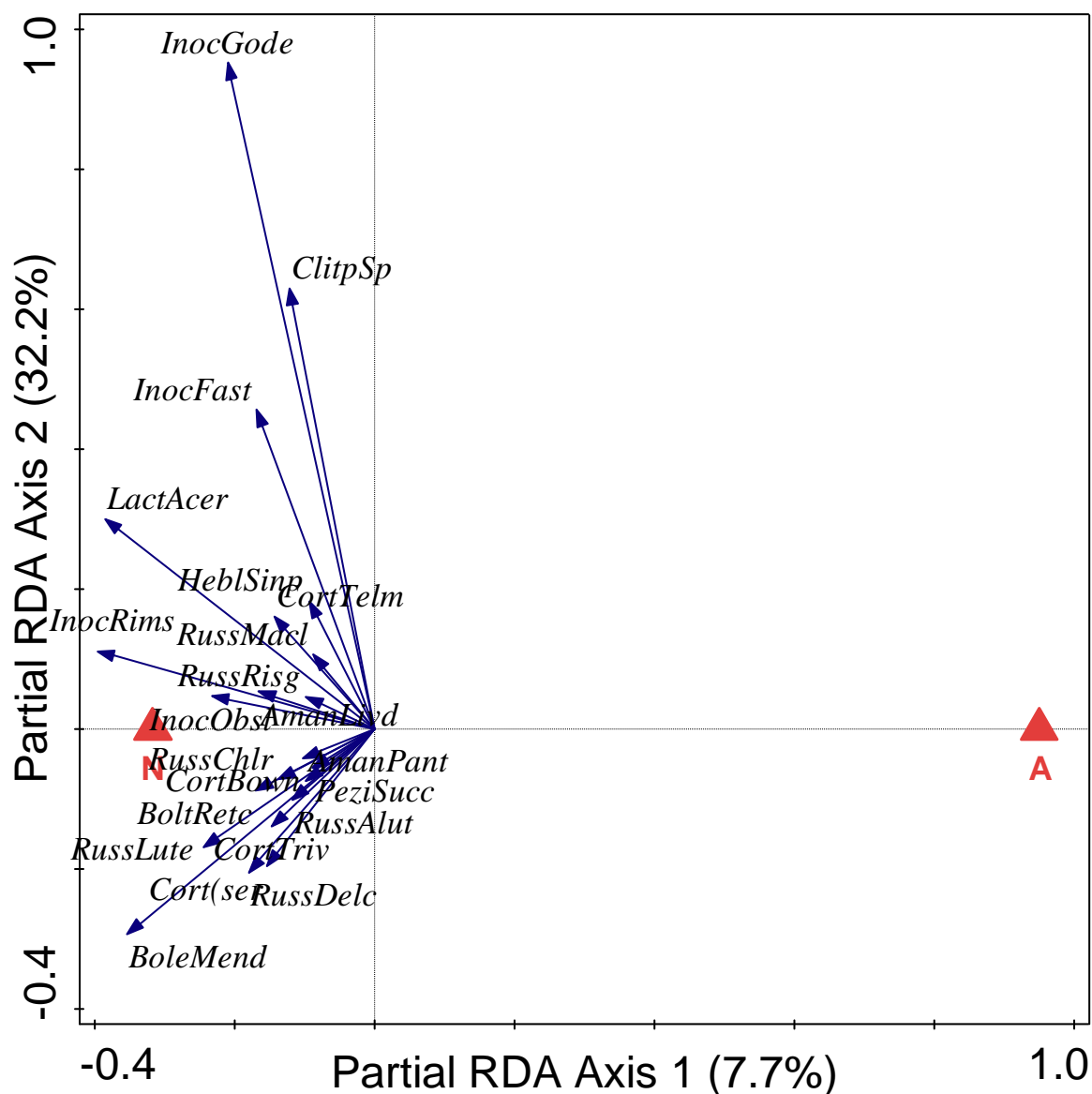
Obrázek č. 9. Změny počtu druhů v závislosti na poloze a typu zásahu, pro tři návštěvy. Chybové úsečky představují 95% konfidenční intervaly

Tabulka č. 5 Výsledky analýzy variance počtu plodnic pro opakovaná měření. Počet druhů byl logaritmičsky transformován ($\log(x+1)$). Charakteristiky analýzy variance: SS – Sum of squares (součet čtverců), MS – Mean Square (průměrný čtverec), Degr. Of Freedom – stupně volnosti, F – testové kritérium F, P – dosažená hladina významnosti. Červeně jsou průkazné efekty.

Univariate Tests of Significance for log[druhy] (ponavstevach.sta)								
Over-parameterized model								
Type III decomposition; Std. Error of Estimate: 0.1664								
Effect	Effect (F/R)	SS	Degr. of Freedom	MS	Den.Syn. Error df	Den.Syn. Error MS	F	p
Intercept	Fixed	3.378171	1	3.378171	27.00000	0.028908	116.8589	0.000000
navsteva	Fixed	1.518811	2	0.759405	54.00000	0.027685	27.4304	0.000000
Zasah	Fixed	2.198361	1	2.198361	27.00000	0.028908	76.0465	0.000000
Poloha	Fixed	0.513054	4	0.128263	27.00000	0.028908	4.4369	0.006935
navsteva*Zasah	Fixed	0.934089	2	0.467045	54.00000	0.027685	16.8701	0.000002
navsteva*Poloha	Fixed	0.032522	8	0.004065	54.00000	0.027685	0.1468	0.996382
Zasah*Poloha	Fixed	0.015926	4	0.003981	27.00000	0.028908	0.1377	0.966855
navsteva*Zasah*Poloha	Fixed	0.235012	8	0.029377	54.00000	0.027685	1.0611	0.403741
Site(Zasah*Poloha)	Random	0.780519	27	0.028908	54.00000	0.027685	1.0442	0.433935
Error		1.494978	54	0.027685				

6.1.5 Analýza druhového složení s ohledem na zásah

Dle ordinačního diagramu RDA analýzy (obrázek č. 10) je viditelná jednoznačná preference ploch bez zásahu u všech zaznamenaných druhů. Je zajímavé, že osa 1 (Zásah ano/ne) vysvětluje pouze 7,7% a i když byla použita poloha plochy jako kovariáta, osa 2 vysvětluje 32%, tedy je zde vysoká variabilita v druhovém složení mezi plochami. Data nebyla standardizována ani po druzích, ani po vzorcích. Monte Carlo permutační test ukazuje průkazné rozdíly ($F=3,2$, $P=0,011$).



Obrázek č. 10 Ordinační diagram RDA. Seznam použitých zkratk viz Příloha 1

6.1.6 Vliv faktorů prostředí na společenstvo makromycetů

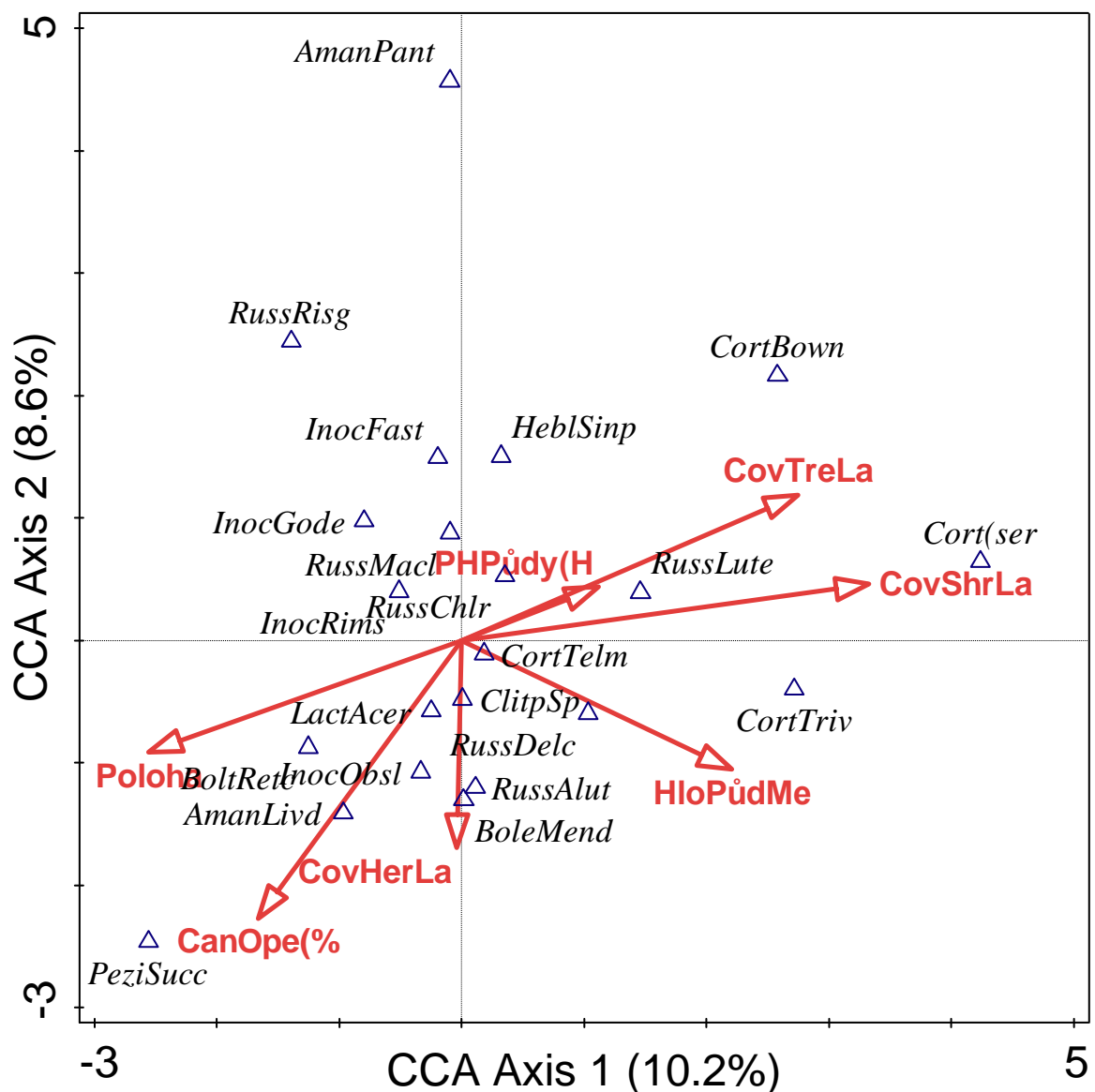
Jako vysvětlující proměnné byly použity: pokryvnost stromové, keřové a bylinné vrstvy, poloha, hloubka půdy, otevřenost zápoje a pH. Testována byla významnost jednoduchých efektů každé proměnné zvlášť a potom hledán nejlepší model pomocí postupného výběru (forward selection).

Jako nejvýznamnější proměnné se ukázaly pokryvnost keřového patra, pokryvnost stromového patra a poloha plochy při testování každé proměnné zvlášť,

ostatní proměnné byly statisticky neprůkazné, z toho hloubka půdy a otevřenost porostu jen těsně.

Tabulka č. 6 Výsledky testování jednotlivých proměnných

ANALYSIS 'CONSTRAINED'				
Simple Term Effects:				
Name	Explains %	pseudo-F	P	P(adj)
Cover shrub layer (%)	7.4	2.2	0.0176	0.04107
Cover tree layer (%)	6.3	1.9	0.0132	0.04107
Poloha	6	1.8	0.0134	0.04107
Hloubka půdy, medián (cm)	5.4	1.6	0.0588	0.08232
canopy openness (%)	5.3	1.6	0.0508	0.08232
Cover herb layer (%)	4.3	1.3	0.1524	0.1778
pH půdy (H2O)	4.2	1.2	0.2084	0.2084



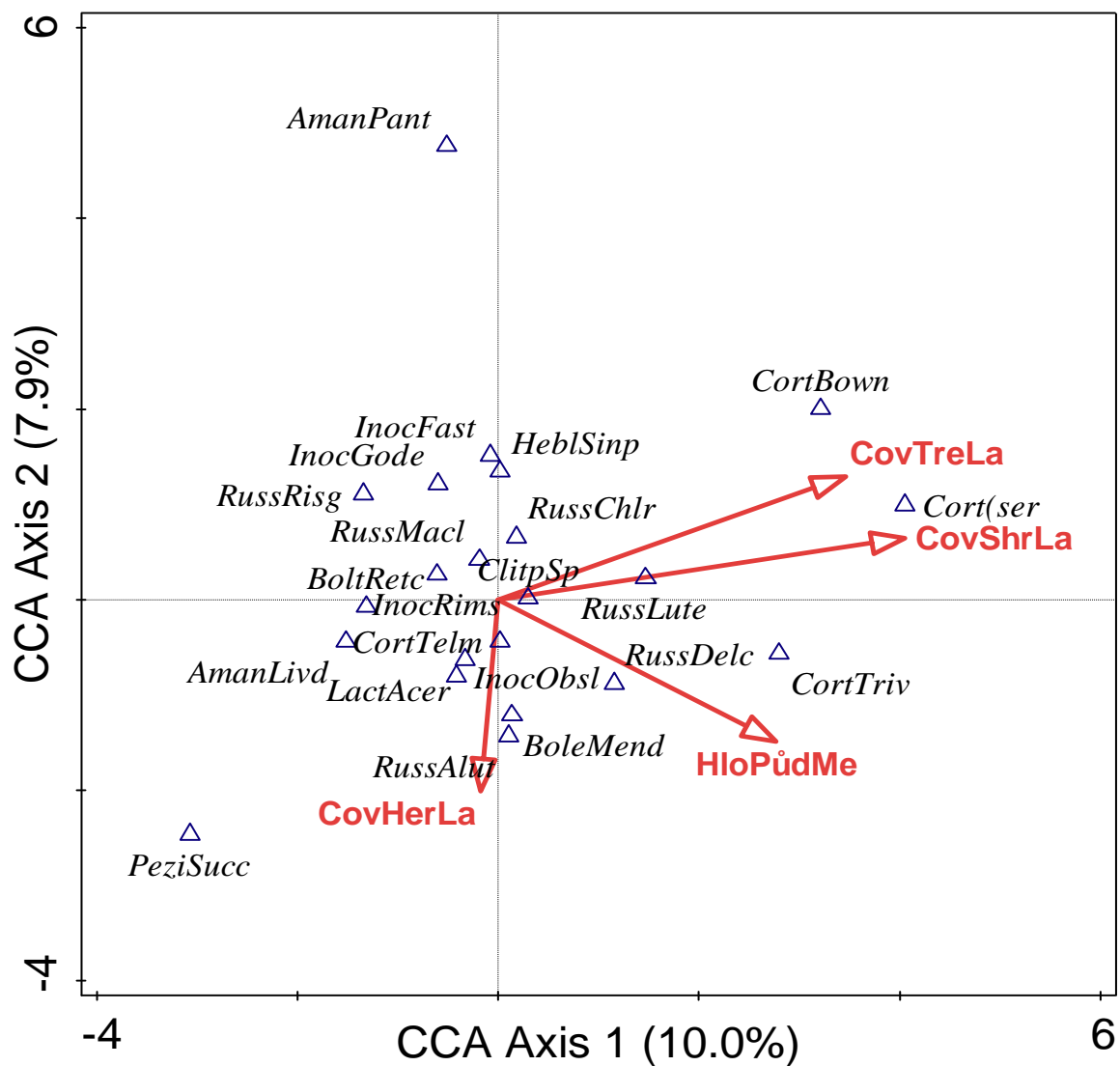
Obrázek č. 11 Ordinační diagram při testování všech proměnných. Seznam použitých zkratk viz Příloha 1

Test se všemi proměnnými vyšel vysoce průkazně ($F=1,9$, $P=0,0002$). Proto bylo možné testovat jednotlivé proměnné a také přikročit k postupnému výběru proměnných.

Jako nejlepší model byly vybrány proměnné pokryvnost keřového, stromového i bylinného patra a hloubka půdy, tedy už ne poloha, což je dáno tím, že poloha je velice úzce negativně korelovaná s pokryvností stromového i keřového patra. Z diagramu je možné vyčíst například preferenci pavučinců (*Cortinarius*) ve stinnějších místech, nebo vysokou negativní korelaci muchomůrky pantherové s výraznějším bylinným patrem.

Tabulka č. 7 výsledky testování s forward selection

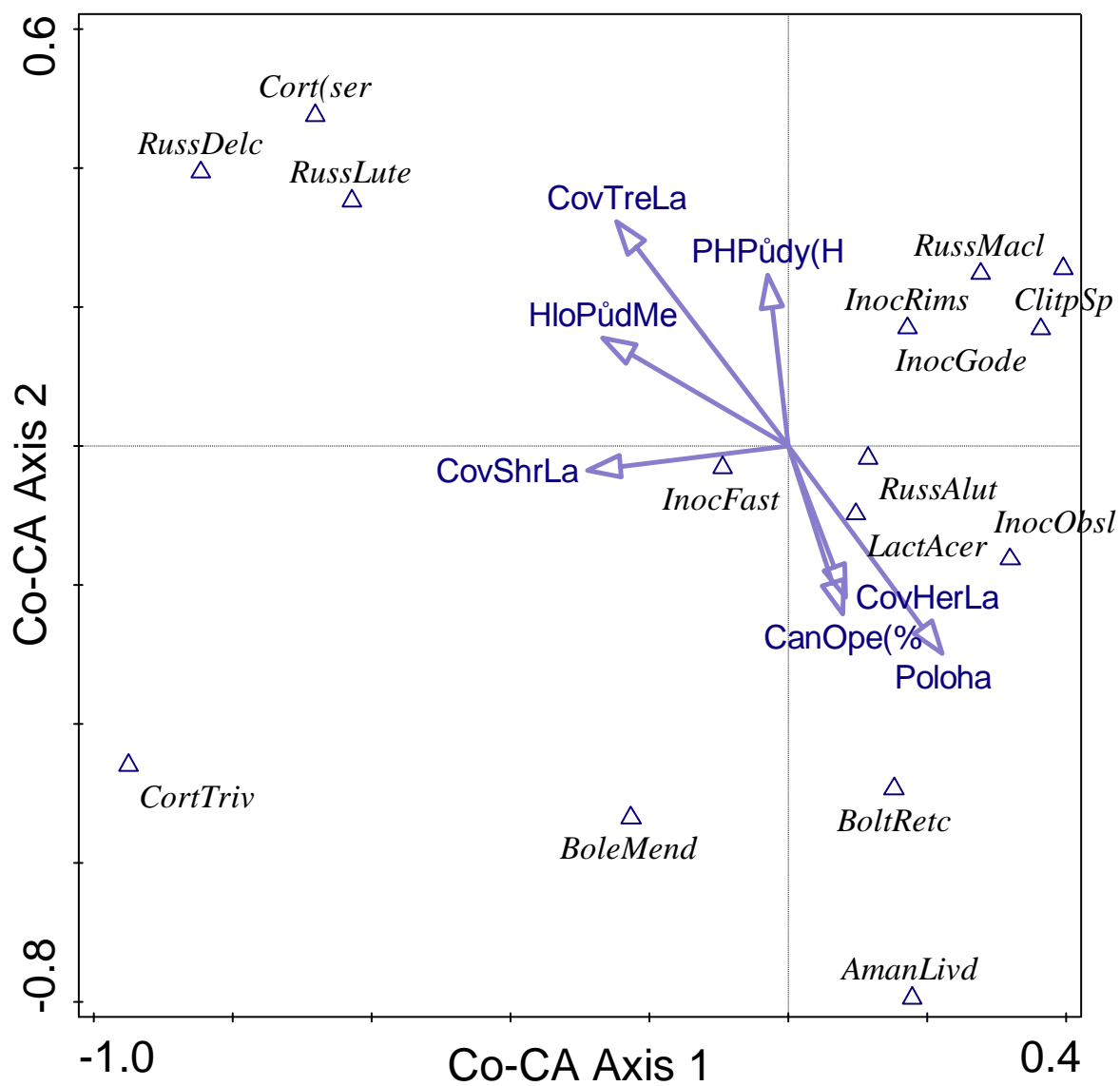
ANALYSIS 'CONSTRAINED'				
Conditional Term Effects:				
Name	Explains %	pseudo-F	P	P(adj)
Cover shrub layer (%)	7.4	2.2	0.0156	0.0273
Cover tree layer (%)	6	1.9	0.0112	0.02613
Hloubka půdy, medián (cm)	6.2	2	0.0112	0.02613
Cover herb layer (%)	6.7	2.3	0.004	0.02613
Poloha	4.6	1.6	0.0584	0.08176
pH půdy (H2O)	4.4	1.5	0.075	0.0875
canopy openness (%)	2.7	1	0.492	0.492



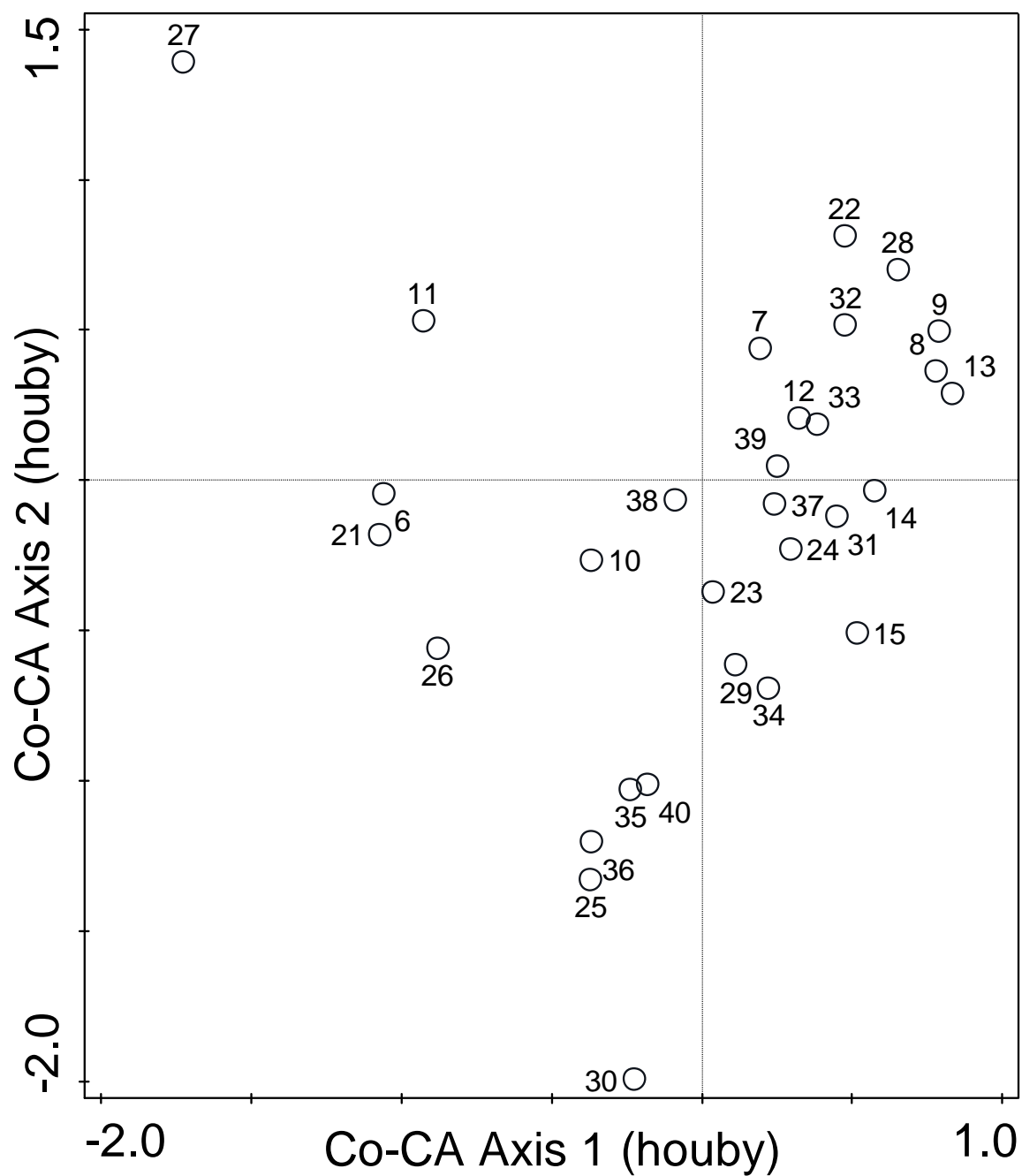
Obrázek č. 12 Ordinační diagram testování proměnných s forward selection. Seznam použitých zkratk viz Příloha 1

6.1.7 Vztah mezi druhovým složením makromycetů a složením společenstva cévnatých rostlin

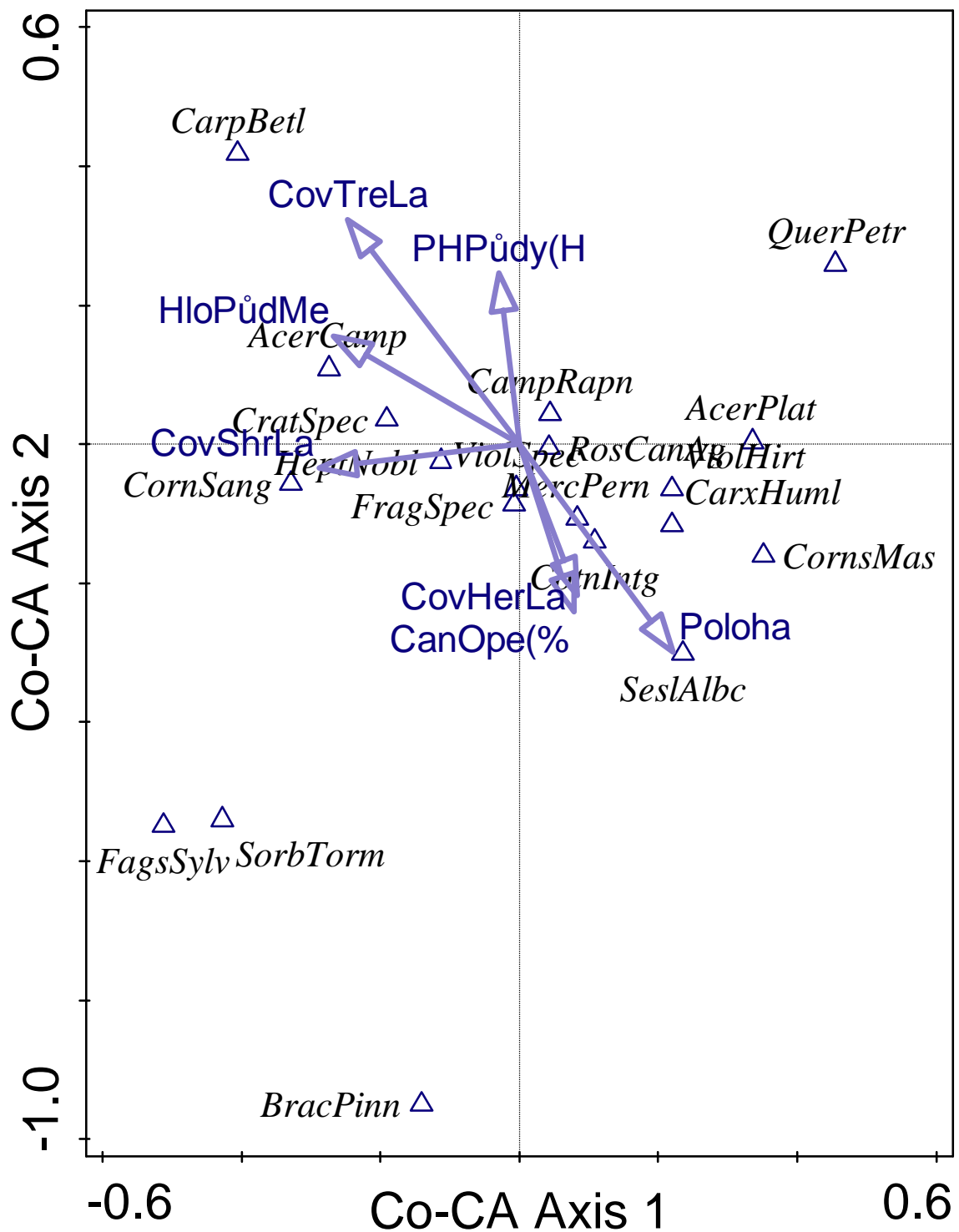
Složení houbového společenstva je vysvětlované složením společenstva rostlin, a charakteristiky prostředí jsou pasivně promítnuty do diagramů. Vztah houbového a rostlinného společenstva je průkazný (Monte Carlo permutační test, $P=0,034$), korelace prvních os hub a rostlin = 0,84, druhých os = 0,80).



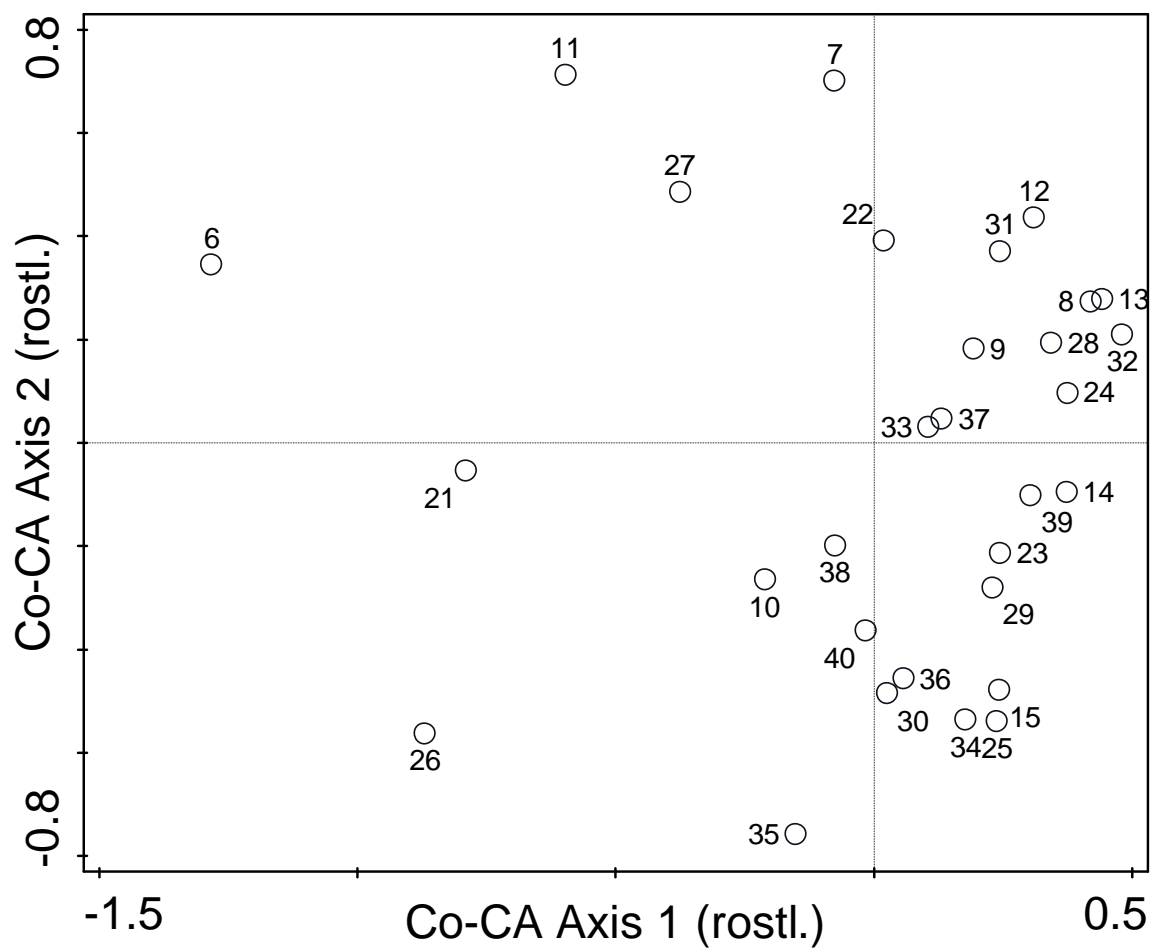
Obrázek č. 13 Ordinační diagram Co-CA pro 15 nejpočetnějších druhů hub. Seznam použitých zkratk viz Příloha 1



Obrázek č. 14 ordinační diagram Co-CA jednotlivých ploch v závislosti na společenstvech hub



Obrázek č. 15 Ordinační diagram Co-CA pro 20 nejpočetnějších druhů rostlin/dřevin.
Seznam zkratk viz Příloha 1



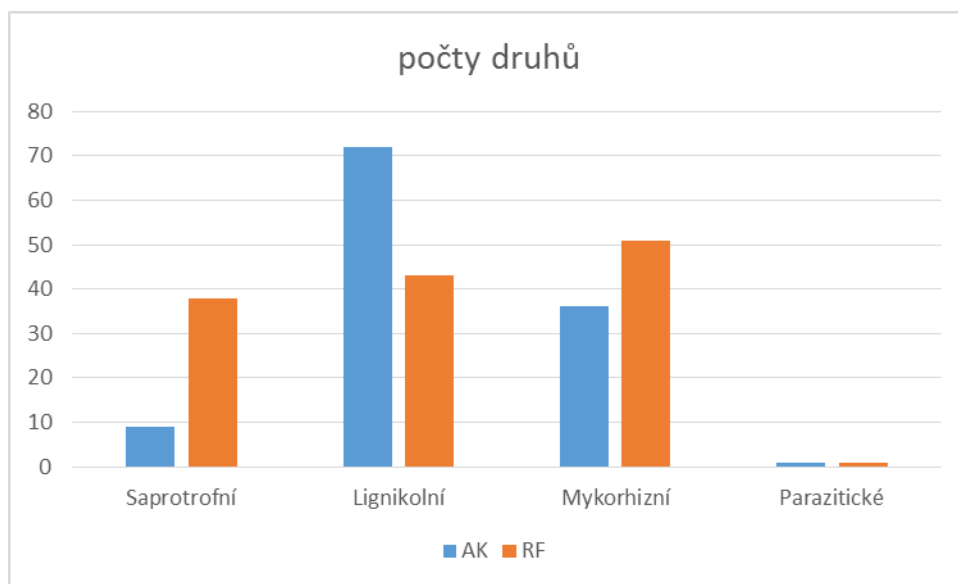
Obrázek č. 16 ordinační diagram jednotlivých ploch v závislosti na společenstvech rostlin

7 Diskuse

7.1 Nálezy v PR Na Voskopě

V rámci podrobného inventarizačního průzkumu pro CHKO Český kras bylo v roce 2016 nalezeno a determinováno 133 druhů, z toho 15 druhů z Červeného seznamu (FELLNER 2016). Ze srovnání počtu nalezených druhů je patrný rozdíl mezi počty saprotrofních a lignikolních druhů. Tento rozdíl je způsoben hlavně rozdílným způsobem vyhledávání druhů. Vzhledem k slabé fruktifikaci mykorhizních druhů v průběhu celé sezóny byl čas v terénu využit pro sběr dat i mimo plochy. Vlivem klimatických podmínek bylo možné při některých návštěvách najít pouze lignikolní druhy tvořící víceleté plodnice. Z toho plyne i výrazně větší počet mykorhizních druhů publikovaných Fellnerem (2016), který uskutečnil za danou sezónu 9 návštěv i v klimaticky vhodnějších termínech.

Díky ne zcela ideální klimatické situaci diskutované sezóny se tak podařilo zaznamenat i nové druhy z Červeného seznamu ČR, zvláště kriticky ohrožená *Vuilleminia cystidiata*, obtížně determinovatelný lignikolní saprotrof.



Obrázek č. 17 Srovnání počtu druhů za rok 2016 s výsledky Fellnera (2016) dle ekologických skupin AK- Anna Kozáková, RF- Rostislav Fellner

Mezi další zajímavé nálezy patří *Boletus mendax* popsaný v roce 2014 (VIZZINI 2014). Během průzkumu byla nalezena i hrotnatečka *Phlebia acanthocystis*, v ČR dosud známá jen z lokality Opičák (LEPŠOVÁ et al. 2014)

7.2 Zkusné plochy

Celkově bylo nalezeno na plochách v této vegetační sezóně přes 450 plodnic 22 druhů makromycetů. Vzhledem k druhové bohatosti této lokality je to spíše podprůměrný výsledek. Zároveň je ovšem potřeba si uvědomit, že plodnice byly sbírány na velmi malé ploše- 40 ploch o výměře 225m², tedy necelý hektar. Zároveň byly zahrnuty pouze ektomykorhizní druhy. Přesto je zde možné v dalších letech výzkumu (budou-li lepší klimatické podmínky) předpokládat výrazné navýšení počtu druhů.

Z výše uvedených dat je zřejmé, že jsou velké výkyvy ve fruktifikaci v průběhu celé vegetační sezóny, způsobené hlavně meteorologickými podmínkami. Nízké srážky ve vegetační sezóně způsobily na poměry takto bohatého naleziště relativně nízký počet nálezů jak druhů, tak i plodnic. Podobně hodnotí tuto sezónu i inventarizační průzkum ze stejné lokality (FELLNER 2016).

Přestože byla tato sezóna hodnocena jako nepříznivá, byly na plochách nalezeny 4 druhy z Červeného seznamu. Uvážíme-li, že zkusné plochy byly cíleně umístěny mimo mykologicky nejzajímavější části rezervace, ukazuje se, jak cenná tato rezervace je.

Vytvořením proměnné „poloha“ byla získána možnost vyhodnotit vliv relativní polohy plochy na svahu. Podobně tyto plochy klasifikoval Hroník (2014). Tento postup umožnil souhrnně pracovat s dílčími neměřenými hodnotami, jako jsou vlhkost půdy, mocnost surového humusu, množství světla a další.

Faktorem, který nejvíce ovlivnil variabilitu na zkusných plochách, byl dle RDA analýzy právě lesnický zásah. Na první pohled by se mohla jevit RDA analýza jako nepotřebná pro vyjádření vztahu, který je vidět už z ANOVA. Nicméně to, že suma všech plodnic byla o hodně vyšší v nezášahových plochách ještě nevyklučuje, že by některý z druhů preferoval plochy vykácené. Nicméně, RDA ukázala, že žádný takový druh nalezen nebyl. Ale vzhledem k tomu, že byla sledována pouze fruktifikace a ne životaschopnost mycelií, není možné stanovit, zda došlo k trvalé ztrátě jedinců na daných plochách. Dá se předpokládat, že s obnovou keřového patra a následně i patra

stromového dojde opět ke zvýšení fruktifikace hub. A bude velmi zajímavé mít možnost porovnat vývoj preferencí v ordinačních diagramech RDA.

CCA analýza ukázala, co již bylo zmíněno v rešeršní části práce, že různé taxony upřednostňují různé mikroklimatické podmínky. Je například zajímavé, že *Pezizia succosa*, druh vedený na Červeném seznamu, upřednostňuje spíše prosvětlená stanoviště a tím by s rozšiřujícím se lesnickým zásahem mohlo dojít i k rozšíření plodnic tohoto ohroženého druhu. Pro potvrzení této domněnky bude ovšem potřeba dlouhodobějšího výzkumu a získání více dat.

Nebyla potvrzena domněnka, že hodnota pH ovlivňuje fruktifikaci druhů na škále naměřené na zkusných plochách.

Jak je vidět z prezentovaných výsledků z ploch bez zásahu, fruktifikaci nejvíce ovlivňuje pokryvnost stromového, keřového a bylinného patra a také relativní poloha plochy na svahu, která je ovšem korelovaná s ostatními hodnocenými parametry.

Zároveň je z prezentovaných diagramů Co-CA analýzy patrné, že je zde poměrně těsná závislost složení fyto- a mykocenóz. Ten je jednak dán preferencí druhů hub k symbióze s konkrétními dřevinami, jednak můžeme předpokládat, že složení jak společenstva hub, tak vyšších rostlin je určeno shodnými nebo velmi podobnými proměnnými prostředí.

Pokud je pařezina ponechána bezzásahově, dochází v průběhu času ke snižování druhové bohatosti rostlin (HÉDL 2003). Tentýž autor nabízí jako alternativu obnovu původního lesnického managementu pro udržení druhové bohatosti fytoflóry. Pařezní způsob hospodaření je také spojován s druhovou bohatostí bezobratlých (KONVIČKA, ČÍŽEK et BENEŠ 2004). Stejný pozitivní vliv předpokládá i výzkum na plochách v Českém krasu druhově podobný rezervaci Na Voskopě (LEPŠOVÁ 2016), ovšem vzhledem k nepříznivým klimatickým podmínkám nebylo možné tento předpoklad statisticky doložit. I tyto výzkumy jsou důvodem proč je v poslední době v ochraně přírody pařezina zmiňována jako nástroj udržování druhové bohatosti chráněných území.

Zatím nebyl proveden dlouhodobý průzkum směřující na diversitu hub v obnovovaných pařezinách. Neznáme ani reakci chráněných druhů na takovýto management. Proto by bylo vhodné před zavedením takového managementu do mykologicky nejčinnějších lokalit prokazatelně vyhodnotit vliv i na houbová společenstva.

8 Závěr

Cílem práce bylo zjistit, jakým způsobem budou makromycety reagovat na obnovování tradičního lesnického managementu. Výsledky ukazují, že v prvních letech po vytvoření holiny dochází k výraznému snížení fruktifikace ektomykorhizních makromycetů. Pro zhodnocení dalšího vývoje je třeba sebrat data za delší období a vyhodnotit vliv pařezení nejen na fruktifikaci, ale i na životaschopnost mycelií.

Při zavádění tohoto způsobu lesnického managementu v chráněných oblastech je třeba nejdříve vyhodnotit, jaké skupiny organismů, případně druhy chceme chránit a tomu managementu uzpůsobit.

Dále je možné zvážit využití provázanosti mykocenóz a fytoocenóz pro typologii stanoviště a jako další kritérium určování pro lesnickou typologii. Z toho důvodu by bylo přínosné vyhodnotit preference jednotlivých druhů a jejich korelaci se soubory lesnických typů a hospodářskými tvary lesa a managementy.

9 Seznam použitých zdrojů

- AMANN G. (1956): Bäume und Sträucher des Waldes. (2. Aufl.). - Melsungen, NeumannNeudamm.
- ANONYMUS, (2012): Plán péče pro Přírodní rezervaci Na Voskopě na období 2012–2026. Depon. Správa Chráněné krajinné oblasti Český kras, Karlštejn: 37 s.
- ANTONÍN V., BIEBROVÁ Z., BERAN M., BROM M., BUREL J., HOLEC J., KRŽÍŽ M., LEPŠOVÁ A., SLAVÍČEK J. (2012): Metodika provádění mykologického průzkumu, materiál AOPK a ČVSM, 39 pp
- ARNOLDS E. (1992): The analysis and classification of fungal communities with special reference to macrofungi. – In: Winterhoff W. [ed.], Fungi in vegetation science. Handbook of vegetation science 19/1: 7–47.
- CARLILE, J. MICHAEL et WATKINSON, C. SARAH [eds.] (1994): The Fungi. - Academic Press, London
- CARLSSON, F., EDMAN, M., HOLM, S., et JOHNSON, B. G. (2014). Effect of heat on interspecific competition in saprotrophic wood fungi. *Fungal Ecology*, 11, 100-106.
- EDMAN, M., et ERIKSSON, A. M. (2016). Competitive outcomes between wood-decaying fungi are altered in burnt wood. *FEMS microbiology ecology*, 92(6), fiw068.
- FELLNER, R. (1987): Poznámky k mykocenologické syntaxonomii. 1. Zásady výstavby syntaxonomické klasifikace mykocenóz. – Čes. Mykol. 41: 225–231.
- FELLNER, R. et LANDA, J. (2001) Výsledky mykologického průzkumu v předpolí východní části Velkolomu Čertovy schody: lokalita „Na voskopě“
- FELLNER, R. (2016): Komplexní mykologický průzkum na území PR Na Voskopě, Závěrečná zpráva za rok 2016
- GHERBAWY, Y., & VOIGT, K. (Eds.). (2010). *Molecular identification of fungi* (pp. vii-xi). Berlin: Springer.
- GRYNDLER, M., BALÁŽ, M., HRŠELOVÁ, H., JANSKA, J., et VOSÁTKA, M. (2004). *Mykorhizní symbióza: o soužití hub s kořeny rostlin*. Academia.
- HÉDL, R. (2003). Lesní vegetace NPR Děvín (CHKO a BR Pálava) po 50 letech samovolného vývoje a alternativy budoucího hospodaření. In *Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů. Sborník příspěvků z konference v Kostelci nad Černými lesy* (Vol. 20, No. 21, p. 11).

- HOLEC J., (2001) Biologický průzkum hub k revizi zonace v předpolí Velkolomu Čertovy schody v DP Koněprusy a Suchomasty.
- HOLEC J. et BERAN M. [eds.] (2006): Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. – Příroda, Praha, 24: 1–282.
- HORTAL, S., POWELL, J. R., PLETT, J. M., SIMONIN, A., et ANDERSON, I. C. (2016). Intraspecific competition between ectomycorrhizal *Pisolithus microcarpus* isolates impacts plant and fungal performance under elevated CO₂ and temperature. *FEMS microbiology ecology*, 92(8), fiw113.
- CHROUST, L., KANTOR, P. et PEŇÁZ, J. (1996). Pěstování lesa v heslech: studijní příručka. Brno:: ediční středisko MZLU v Brně
- IUCN (2005): Guidance for using the IUCN red list categories and criteria. – URL: <http://app.iucn.org/webfiles/doc/SSC/RedList/RedListGuidelines.pdf>
- JOHNSON, D. W., et CURTIS, P. S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta analysis. *Forest Ecology and Management*, 140(2), 227-238.
- KONŠEL, J. (1931). Stručný nástin tvorby a pěstění lesů v biologickem ponětí.
- KONVIČKA, M., ČÍŽEK, L., et BENEŠ, J. (2004). *Ohrožený hmyz nížinných lesů: ochrana a management*. Sagittaria.
- KOTLABA F. (1994): Rukopis červené knihy – nižší rostliny. – Mykol. Listy no. 51: 18–24
- KUTSZEGI, G., SILLER, I., DIMA, B., TAKÁCS, K., MERÉNYI, Z., VARGA, T. et ÓDOR, P. (2015). Drivers of macrofungal species composition in temperate forests, West Hungary: functional groups compared. *Fungal Ecology*, 17, 69-83.
- LEPŠ J. & ŠMILAUER P. (2016). Biostatistika. Episteme, Nakladatelství Jihočeské univerzity, České Budějovice. 440 pp.
- LEPŠOVÁ, A. (2003): Les jako ektomykorhizní system. - Les. Práce, 82 04/03: 194-195.
- LEPŠOVÁ, A., et MATĚJKA, K. (2008). Makromycety ve výškovém transektu na vrcholu Plechý (Šumava). URL: http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/rep2007_makromyc.pdf.
- LEPŠOVÁ, A., ZÍBAROVÁ, L., GAISLER, J., MRAČEK, I., et MORÁVKOVÁ, K. (2014) Závěrečná zpráva projektu č. 131402 „Mykologický průzkum lokality PS Opičák – 1. etapa“ v roce 2014 (průzkum zájmové lokality pozemkového spolku Mokřady a louky Liberecka).

- LEPŠOVÁ, A. (2016). Vliv pěstebních opatření na strukturu společenstev makromycetů na vybraných výzkumných plochách lesů.
- PEŠKOVÁ, V. (2005). Dynamics of oak mycorrhizas. *Journal of Forest Science*, 51, 259-267.
- PROCHÁZKA, J. S. (1924): Ochrana nižších tajnosnubných. – *Mykologia* 1. 41-43
- RAYNER, A. D. M., & BODDY, L. (1988). Fungal communities in the decay of wood. In *Advances in microbial ecology* (pp. 115-166). Springer US.
- SUZ, L. M., BARSOUM, N., BENHAM, S., DIETRICH, H. P., FETZER, K. D., FISCHER, R., et NEAGU, S. (2014). Environmental drivers of ectomycorrhizal communities in Europe's temperate oak forests. *Molecular ecology*, 23(22), 5628-5644.
- SZABÓ P, HÉDL R. 2010. Hluboké hvozdy nebo pokřivené křoví?: Nástin historie lesů nížinných oblastí. *Vesmír*. 89(4):232–236
- ŠMILAUER, P., & LEPŠ, J. (2014). Multivariate analysis of ecological data using CANOCO 5. 2nd edition. Cambridge university press, 376 pp.
- VIZZINI, A., SIMONINI, G., ERCOLE, E., et VOYRON, S. (2014). *Boletus mendax*, a new species of *Boletus* sect. *Luridi* from Italy and insights on the *B. luridus* complex. *Mycological progress*, 13(1), 95-109.
- WINTERHOFF, W. (1992). Fungi in vegetation science in LIETH, H.(ed.) *Handbook of vegetation science* 19

10 Přílohy

příloha č. 1- Tabulka použitých zkratk

Použitá zkratka	Název
AcerCamp	<i>Acer campestre</i>
AcerPlat	<i>Acer platanoides</i>
AmanLivd	<i>Amanita lividopallescens</i>
AmanPant	<i>Amanita pantherina</i>
BoleMend	<i>Boletus mendax/luridus</i>
BoltRect	<i>Boletus reticulatus</i>
BracPinn	<i>Brachypodium pinnatum</i>
CampRapn	<i>Campanula rapunculoides</i>
CanOpe(%)	Otevřenost zápoje
CaprBetl	<i>Carpinus betulus</i>
CarxHuml	<i>Carex humilis</i>
ClitpSp	<i>Clitophilus sp.</i>
CornSang	<i>Cornus sanguinea</i>
CornsMas	<i>Cornus mas</i>
Cort(ser	<i>Cortinarius (sericeocybe)</i>
CortBown	<i>Cortinarius bowinus</i>
CortTelm	<i>Cortinarius telamonia</i>
CortTriv	<i>Cortinarius trivialis</i>
CotnIntg	<i>Cotoneaster integerrimus</i>
CovHerLa	Pokryvnost bylinného patra
CovShrLa	Pokryvnost keřového patra
CovTreLa	Pokryvnost stromového patra
CratSpec	<i>Crataegus species</i>
FagsSylv	<i>Fagus sylvatica</i>
FragSpec	<i>Fragaria species</i>
HeblSinp	<i>Hebeloma sinapizans</i>
HeptNobl	<i>Hepatica nobilis</i>
HloPūdMe	Hloubka půdy
InocFast	<i>Inocybe fastigiata</i>
InocGode	<i>Inocybe godeyi</i>
InocObsl	<i>Inocybe obsoleta</i>
InocRims	<i>Inocybe rimosa</i>
LactAcer	<i>Lactarius acerimus</i>
MercPern	<i>Mercurialis perennis</i>
PeziSucc	<i>Peziza succosa</i>
PHPūd(H	pH půdy
QuerPetr	<i>Quercus petraea</i>

RosCanAg	<i>Rosa canina</i> agg.
RussAlut	<i>Russula alutacea</i>
RussDelc	<i>Russula delica</i>
RussChlr	<i>Russula chloroides</i>
RussLute	<i>Russula luteotacta/decipiens</i>
RussMacl	<i>Russula maculata</i>
RussRisg	<i>Russula risigallina</i>
SeslAlbc	<i>Sesleria albicans</i>
SorbTorm	<i>Sorbus torminalis</i>
ViolHirt	<i>Viola hirta</i>
ViolSpec	<i>Viola species</i>