

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích

Biologická fakulta



Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezné hoře na Šumavě

Diplomová práce

Václav Pouska

2005

Vedoucí práce: Anna Lepšová

Pouska V. 2005: Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezné hoře na Šumavě. [Decaying Wood of Spruce and the Occurrence of Fungi at Trojmezná Mountain in Bohemian Forest. Mgr. Thesis, in Czech] – 40 p. + 10 p. suppl., Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic

Anotace:

Features and quantity of decaying wood and its' relations to occurrence of fungi were investigated. The study was performed on 12 circular plots (2.4 ha together) lying on the northern slope of Trojmezná Mt. in an old-growth Norway spruce (*Picea abies*) forest at the altitude around 1300 m. Fungal community consists mostly of Aphyllophorales and Agaricales. 43 species were found. 12 species of these (28 %) were causing brown rot. The most abundant white rot species was *Phellinus viticola* that participated on decay of 76 logs - 38.6 % of volume of all logs. *F. pinicola* as a brown rot one participated on decay of 36 % of the volume. The most common fungus on snags was *F. pinicola*. Species of conservation value indicating "near to nature" conditions were *P. nigrolimitatus*, *Phlebia centrifuga* and *Cystostereum murrayi*.

Species that occurred at least on 2 logs were subject to ordination analysis (DCA and CCA). Several environmental variables of significant relation to the occurrence of fruit bodies reflected stage of decay. Other important variables were volume, lichen cover on the surface without bark, spruce saplings, vegetation cover and peeling of bark against bark-beetles. Origin of logs was of considerable importance for differences in the occurrence of fruit bodies – significant was breakage at the trunk height, uprooting, cut in past, recent cut + peeling and an "unknown – very old" category. Possible cause of tree death was also important, namely: bark beetle attack, root rot and cut.

Type of rot along the trunks was observed with an attempt to reveal relationship with the occurrence of fruit bodies. Such relation was found in case of rot caused by *Fomitopsis pinicola*, *Antrodia serialis* and *Phellinus nigrolimitatus*.

Relation of sapling (seedling) growth on logs was tested to the occurrence of fruit bodies and type of rot. Positive relation with rot and fruit bodies of *P. nigrolimitatus* was found, and also with fruit bodies of *Gymnopilus picreus* and *Tricholomopsis decora*.

Prohlašuji, že jsem tutu práci vypracoval samostatně, pouze s použitím citované literatury.

V Českých Budějovicích 2. května 2005

कार्यमित्येव यत्कर्म नियतं क्रियतेऽर्जुन ।
सङ्गं त्यक्त्वा फलं चैव स त्यागः सात्त्विको मतः ॥

सहजं कर्म कौन्तेय सदोषमपि न त्यजेत् ।
सर्वारम्भा हि दोषेण धूमेनाग्निरिवावृताः ॥

Bhagavadgītā XVIII – 9, 48

Děkuji

Obsah

1 Úvod	1	
1.2.1 Dynamika rozkladu dřeva		1
1.2.2 Význam dřeva pro zmlazování lesa	2	
1.2.3 Houby a lýkožrout		2
1.2.4 Populace hub		3
1.2.5 Výskyt hub v lesích ve vztahu k přirozenosti porostů a k vlastnostem dřeva	4	
1.3 Cíle práce		5
2 Charakteristika lokality	6	
2.2 Společenstva	6	
2.3 Využívání lesa člověkem		7
3 Materiál a metody		7
3.1 Studijní plochy		7
3.2 Sledování výskytu hub a charakteru tlení dřeva	8	
3.3 Vlastnosti tlejícího dřeva	9	
3.4 Zpracování dat		10
3.5 Určování a jména hub a rostlin		11
4 Výsledky		12
4.1.1 Nalezené druhy hub ve vztahu k množství dřeva		12
4.1.2 Vztah hub k vlastnostem prostředí	14	
4.1.3 Vztah hub k původu klád		14
4.1.4 Plodnice hub a pravděpodobná příčina smrti stromů		20
4.1.5 Vztah výskytu plodnic a hniloby		21
4.1.6 Rozdíly ve výskytu plodnic podél kmenů		23
4.1.7 Houby na souších		24
4.1.8 Vztah mezi výskytem hub a zmlazováním smrku		25
4.2 Souhrn		27
5 Diskuse		28
5.1 Množství dřeva v lesích		28
5.2 Vztah výskytu hub k charakteristikám klád		29
5.3 Výskyt hub ve smrkových lesích Evropy		29
5.4 Mycelia – plodnice – sukcese	32	
5.5 Podíl hub bílé a hnědé hniloby na rozkladu dřeva		33
5.6 Stromky a houby		34
6 Literatura		35

1 Úvod

Tlející dřevo je nedílnou součástí lesních ekosystémů (Harmon et al. 1986) a houby rozkládající dřevo v nich mají velmi významnou úlohu, nejen jako články v koloběhu živin, ale i v ovlivňování jejich struktury.

V procesu rozkladu dřeva převažují dřevokazné houby a xylofágní hmyz, s postupem rozkladu zřejmě přibývá bakterií a dřevo se nakonec stává součástí půdy (Graham 1925). Je však třeba zmínit i podíl dalších hub, které již během odumírání stromů využívají snadno dostupné látky z cytoplasmy buněk. Rozkládání dřeva ovlivňují také lišejníky, mechorosty, byliny a semenáčky dřevin (Vacek 1982).

Rozklad dřeva houbami obvykle probíhá tak, že parazitické houby napadají živé stromy a některé mohou v odumřelém stromě nějakou dobu dále žít jako saproparazit, dokud nevyčerpají dostupné živiny, nebo nejsou vytlačeny specializovanými saprotrofními houbami. Pokud strom uschne bez přičinění parazitů, je proces velmi podobný. V živých stromech jsou často přítomné vřekovýtrusé endofytní houby. Jejich rozvoj začíná až se stárnutím, zastíněním, nebo jiným poškozením listů nebo větví, takže se chovají jako parazité až v odumírajících částech a podílí se na jejich odpadávání. Ve zdravých stromech mají spíše roli symbiontů, protože brání vstupu agresivních parazitů. (Kowalski et Kehr 1997). Houby osidlující dřevo v prvním sledu, jsou vystřídány houbami, které rozkládají především buněčné stěny, což se děje činností specifických do dřeva vylučovaných enzymů hydrolytické nebo oxidázové povahy. Tyto houby, nejčastěji stopkovýtrusé, se podle způsobu výživy rozdělují na lignivorní, způsobující rozklad dřeva bílou hnilobu, a celulózovorní, způsobující hnědou hnilobu (Rypáček 1957). Houby znatelně mění nejen chemické složení dřeva, ale celou jeho vnitřní strukturu. Ve dřevě rozkládaném těmito dvěma skupinami hub jsou nápadné rozdíly.

Interakce mezi houbami jsou značně složité a často neobjasněné. U dřevokazných hub se konkurenčními vztahy a zabývali např. Boddy (2000), Holmer et Stenlid (1997) a Owens et al. (1994). Niemellä et al. (1995) se pokusili popsat sukcesní řady.

1.2.1 Dynamika rozkladu dřeva

Množství tlejícího dřeva závisí na rychlosti odumírání stromů a na rychlosti, s jakou se dřevo stává součástí půdy. V boreálních lesích se roční úbytek hmotnosti smrkového dřeva pohybuje mezi 0,5 – 4,8 % (Tarasov et Birdsey 2001, Næsset 1999). Práce se však rozcházejí v závěru o rychlosti rozkládání vzhledem k průměru dřeva. Renvall (1995) odhaduje dobu rozkladu mezi 70 – 200 lety. Obecně udávaná doba rozkladu smrkového kmene – nejméně 80 let, platí i pro horské lesy smrkové lesy ve střední Evropě. Rozklad smrkových kmenů v Tatrách trvá více než 100 let (Zielonka et Niklasson 2001). V Krkonoších Vacek (1982) u vývrátů zjistil stáří až 145 let, u zlomů v patě až 80 let a u kmenových zlomů až 35 let. Ve většině případů (kromě vývrátů) však rozklad před zlomením už nějakou dobu probíhá. Ve chvíli vyvrácení nebo zlomení bylo 84 % stromů suchých a jen 16 % stromů živých, ale většinou napadených houbovými parazity. Ve většině případů (kromě vývrátů) rozklad už nějakou dobu před zlomením probíhá.

Kůra (borka) často velice dlouho odolává rozkladu, zejména pokud je celistvá, např. při vyvrácení živého stromu. Rozklad vnitřní lýkové části probíhá mnohem rychleji než rozklad vnější korkové vrstvy. Souvislé, téměř nedotčené pláty kůry mohou vydržet až 55 let (Vacek 1982). Renvall (1995) uvádí, že kůra vydržela na smrkových kládách dlouho přes 30 let. Rozkladu kůry brání hlavně obsah tříslovin, suberinu a některých dalších látek (Rypáček 1957). Lišejníky, do určité míry brání rozkladu kůry i dřeva, protože některé jejich metabolity působí na růst hub alelopaticky (Rypáček 1957).

U stromů napadených kůrovcem je však situace značně odlišná, protože kůra může začít opadávat už od prvního roku po napadení. U souší se většinou napřed odlomí vrchol, který ještě bývá pokrytý kůrou, silnější části kmenů se však většinou lámou v době, kdy kůra opadáva, což je většinou od pátého roku po uschnutí. Kůrou pokryté vršky souší, které po odlomení leží na zemi, bývají porostlé plodnicemi *T. abietinum* (druh způsobující bílou hnilobu), jehož aktivita zřejmě značně přispívá, podobně jako u *F. pinicola*, ke ztrátě pevnosti dřeva (Renvall 1995, Pouska 2001).

1.2.2 Význam dřeva pro zmlazování lesa

Prospěšnost tlejícího dřeva pro uchycení a růst stromů je známá už dlouho (McCullough 1948, Maser et Trappe 1984). Málo lidí se tím však zabývalo zevrubně, u nás např. Vacek (1982), který shrnuje důvody zmlazování na dřevě: na odumřelých ležících kmenech jsou semenáčky chráněny před ničivými účinky proudící povrchové vody, mají kratší dobu sněhovou pokrývku než okolní půda a zároveň se jim na těchto vyvýšených místech dostává více světla. Na tlejícím dřevě jsou pro klíčení a zmlazování smrku příznivější teplotní poměry než na minerální půdě podzolů.

Stromky v podmínkách horských smrčín často vyrůstají také kolem kořenových náběhů jiných stromů a souší, na krátkých pahýlech a na jiných vyvýšeninách jako jsou kameny.

1.2.3 Houby a lýkožrout

Rozklad dřeva smrku napadeného lýkožroutem *Ips typographus* L. se liší od rozkladu z jiných příčin. Solheim (1999) uvádí, že lýkožrout přednostně napadá oslabené nebo umírající smrky. Zároveň s kůrovci se do stromů dostávají parazitické houby. Brouci tyto houby využívají jako potravu (Graham 1925). Součástí mykoflóry přenášené kůrovci jsou většinou vřeckovýtrosé houby, nejčastěji z řádu *Ophiostomatales*, které rychle způsobují usychání stromů a modráni dřeva. Virulence pro stromy dosud není u mnoha druhů z rodů *Ophiostoma* a *Leptographium* zjištěna (Harrington 1993). Ne všechny tyto druhy mají podíl na smrti stromu a mnoho z nich není broukům, kteří je přenášejí, nijak prospěšná. Některé mohou být i škodlivé pro vývoj larev. Houby ze skupiny *Ophiostoma* při přenosu ulpívají na povrchu těl brouků, nebo se dostávají do trávicí soustavy. Brouci také mají prospěch z kvasinek, které přenášejí v mycangiích. Později se ve dřevě projeví i stopkovýtrusé houby, které se také mohou šířit pomocí brouků, izolovány byly *Heterobasidion annosum*, *Phellinus viticola*, *Stereum sanguinolentum*, které se uchycují v bělí spodní části kmene, kde zůstává vysoká vlhkost (Solheim 1992). Vytvoření chodbiček hmyzem (*Trypodendron lineatum*), kromě jiných změn, zvyšuje přístup vzduchu do dřeva a to může podpořit růst některých hub (Müller et al. 2002).

Z těl brouků je možné izolovat také entomopatogenní houby. Landa a kol. (2001) uvádí z Trojmezny tyto druhy: *Paecilomyces farinosus*, *P. fumoroseus*, *P. javanicus* a *Tolyptocladium niveum*.

Rozdíl mezi stromy, které odumírají kvůli napadení kůrovcem, od jiných stromů, např. vývrátů, spočívá v tom, že se v prvních fázích do dřeva dostávají kůrovcem přenášené houby (Solheim 1992), což má vliv na další vývoj společenstva. Druhý podstatný rozdíl je v tom, že ztrácí kůru mnohem dříve než jinak odumřelé stromy. Kůra snižuje výpar a celkově ovlivňuje mikroklima ve dřevě (Renvall 1995). Sukcese hub na dřevě smrku odumřelého v důsledku napadení kůrovcem se tedy zřejmě liší od sukcese na stromech, které odumřely z jiných příčin. Ale hmyz se dříve či později usadí i v kmenech jiných stromů a ovlivňuje růst hub např. tvorbou chodbiček. Basidiomycety se šíří hlouběji do jádrového dřeva podél chodbiček hmyzu a podél prasklin (Hood et

al. 2004). Müller a kol. (2002) uvádějí že přítomnost brouků podporuje výskyt *A. serialis*, ale potlačuje výskyt *H. annosum*.

1.2.4 Populace hub

V poslední době se u hub vedle metod somatické kompatibility stále více využívají metody molekulární biologie. A to hlavně pro objasňování populační struktury ve vztahu k jejich rozšíření a přírodním podmínkám, např. Nordén (1997), Högberg et Stenlid (1999), Kauserud et Schumacher (2002, 2003). Poněkud méně prací se zabývá dynamikou vývoje mycelií ve dřevě a jejich vztahem k výskytu plodnic, např. Hood et al. (2004).

V populacích hub jsou velké rozdíly. Zatímco na jediné smrkové jehlici může být mnoho různých hub (Müller et Hallaksela 2000), jediný klon václavky (*Armillaria bulbosa*) může být rozšířený na velké ploše lesa – zjištěno bylo 15 ha (Smith et al. 1992). Šíření nepohlavními a pohlavními výtrusy, stejně jako vegetativní šíření vede k nejrůznějším populačním strukturám. Další důležité faktory jsou systémy párování a různé životní strategie (Kauserud et Schumacher 2002). Druhy s velkou produkcí výtrusů mají šanci šířit se na velké vzdálenosti. Ačkoli velká většina výtrusů z plodnice *Heterobasidion annosum* dopadne v okruhu 100 m, není přenos na velké vzdálenosti (< 500 km) vzácný a zajišťuje dostatečný tok genů (Stenlid et Gustafsson 2001). Obecně platí, že široce rozšířené populace basidiomycetů jsou mezi kontinenty většinou geneticky uniformní (Kauserud et Schumacher 2002). Např. u *Fomitopsis pinicola* bylo ve Skandinávii a ve Finsku 84 % genetické variability v rámci populací, 11 % mezi oblastmi a jen 5 % mezi populacemi v rámci oblastí (Nordén 1997). Jeho populace jsou velké a probíhá mezi nimi častá výměna genů. Ani u velmi hojného druhu *Trichaptum abietinum* nebyly ve Skandinávii zjištěny významnější genetické rozdíly (Kauserud et Schumacher 2003).

Šíření větrem je jen jednou z možností. Příkladem houby, která má úzkou vazbu na hmyz, je *Amylostereum areolatum* přenášené blanokřídlým *Sirex juvencus*. Přítomnost jediného klonu této houby byla zjištěna v několika zemích (Stenlid et Gustafsson 2001).

V poslední době se k objasňování struktury populací používají metody molekulární biologie. U ohroženého druhu *Fomitopsis rosea* (Alb. et Schw.: Fr.) Karst. ukázaly RAPD markery omezený tok genů mezi populacemi v severní Evropě a deficit počtu heterozygotů (Högberg et Stenlid 1999). Fragmentace a izolace přírodních lesů vede k omezení toku genů mezi populacemi a zmenšování populací zvyšuje nebezpečí příbuzenského křížení. Pozdější výsledky však tyto závěry u *F. rosea* vyvracejí (Kauserud et Schumacher 2003) a tak důvod, proč je tato houba mnohem vzácnější než jeho sesterský druh *Fomitopsis pinicola*, zůstává neobjasněný.

U poněkud méně vzácného druhu *Phellinus nigrolimitatus* frekvence genotypů ve většině případů souhlasily s Hardy - Weinbergovou rovnováhou. Geograficky oddělené populace *P. nigrolimitatus* sdílejí velmi podobné genové profily, což ukazuje, že se geografické populace nevyvíjejí nezávisle a možná tvoří jedinou populaci (Kauserud et Schumacher 2002).

1.2.5 Výskyt hub v lesích ve vztahu k přirozenosti porostů a k vlastnostem dřeva

Houby, jejichž životní strategií je obsazování pozdějších sukcesních stádií v tlejícím dřevě, v první řadě čelí problému uchytit se v již obsazené nise. U některých těchto hub byla zjištěna schopnost vytlačovat jiné druhy (Holmer et Stenlid 1997). V dnešní době je však pro ně největším problémem nepřítomnost tlejícího dřeva. Důležitý faktor, který pak může tyto druhy ohrožovat, je neschopnost šířit se mezi rozptýlenými ostrůvky přírodě blízkých lesů (Stenlid et Gustafsson 2001).

Při srovnání mykoflóry chorošů v Národním parku Vodlozero v Ruské Karélii, kde jsou zachovány jedny z nejrozsáhlejších přírodních lesů v Evropě, s rezervacemi ve Finsku, které mají průměrnou rozlohu 3100 ha, byla druhová bohatost ve Vodlozeru větší. Z toho vyplývá, že ani lesy o takové rozloze, jakou mají Finské rezervace, nepostačují k zachování životaschopných populací všech druhů a některé možná již vyhynuly (Siitonen et al. 2001). Není však jasné, jestli za tím stojí jen zmenšení rozlohy přírodě blízkých lesů, nebo jestli to také není následek degradace lesů v minulosti nebo v současnosti.

Četnost některých "indikačních" druhů chorošů se snižovala již při počtu pařezů 100 na hektar (Bader et al. 1995). Bylo zjištěno, že v izolovaných zbytcích lesa v průběhu času ubývá druhů hmyzu, které jsou vázány plodnicí choroše *Fomitopsis rosea* (Komonen et al. 2000).

Andrén (1994) uvádí, že při by se fragmentaci stanovišť negativní vlivy izolace a zmenšování "ostrovů" neměly na zastoupení druhů projevit, i když v krajině zůstává jen 30 až 10 % původního biotopu. Další snižování podílu ostrovů v krajině vede k jejich exponenciálnímu vzdalování a potom je jejich uspořádání velmi důležité pro udržení jejich funkcí. V krajině s velmi roztržitým biotopem se vlivy zmenšení rozlohy a rostoucí izolace umocňují a snižování počtu druhů a velikosti populací je větší, než by vyplývalo jen ze ztráty biotopu. Zachování funkcí ostrova nezávisí jen na jeho velikosti a geografické izolaci, ale i na povaze okolní krajiny.

V hospodářských lesích významně přispívá "jemná dřevní hmota" (*fine woody debris*) k druhové bohatosti dřeva obývajících kryptogam (Kruys et Jonsson 1999). V této studii bylo zahrnuto i dřevo (ležící kmeny) o průměru 5 – 9 cm a délky od 30 cm. S ohledem k výskytu ohrožených druhů však jemná dřevní hmota tlející dřevo velkých rozměrů nemůže zastoupit. Dřevu nad 10 cm v průměru se říká *coarse woody debris* (hrubá dřevní hmota) a ve většině prací je registrační hranice právě 10 cm.

Prací, které by měly za cíl popsat vazby mezi vlastnostmi dřeva a výskytem hub, je ještě méně než inventarizací množství tlejícího dřeva a popisování celkové struktury porostů. McCullough (1948) nezjistil žádné významné rozdíly mezi zastoupením druhů hub na různě zetlelém dřevě. Většina prací o významu hub rozkládajících dřevo v lesích pochází ze Skandinávie a Finska, např. Renvall (1995), Høiland et Bendiksen (1997). Některé práce se zabývají vlivem těžby v lesích na výskyt dřevokazných hub, např. Bader et al. (1995), Lindblad (1997), Kruys et al. (1999), Stokland et Kauserud (2004). Jiní autoři se zaměřili možnost využití některých druhů jako indikátorů přirozenosti lesů (Sverdrup-Thygeson et Lindenmayer 2003).

1.3 Cíle práce

- I. Popsat výskyt dřevokazných hub na vymezených trvalých plochách a vyhodnotit význam dominantních druhů při rozkladu dřeva.
- II. Vyhodnotit význam dominantních druhů hub pro zmlazování smrku.
- III. Porovnat získané údaje s poměry přirozených smrčín v horských a severských oblastech Evropy.

2 Charakteristika lokality

Lokalita leží na severním svahu Trojmezské hory na Šumavě, která má nadmořskou výšku 1364 m. Podle členění Národního parku Šumava je součástí 1. zóny č. 124 Trojmezská.

Podnebí je vlhké, má oceánický charakter s chladnějším jarem a teplejšími podzimy. Sníh tam obvykle leží od poloviny listopadu do konce dubna. Roční úhrn srážek je přibližně 1200 mm a průměrná roční teplota je 3,5 °C (Novák et al. 1999).

Podloží tvoří světlá dvojslídňá žula, hrubozrnná (Čech 1962). Na vrcholu Trojmezské hory se, podobně jako na několika dalších místech Trojmezské hornatiny, nachází mrazové sruby a malé kamenné moře s *Pinus mugo* var. *pumilio*.

V půdním pokryvu převažuje podzol kambizemní a typický; na skalnatých místech je vyvinut ranker typický a kambizemní (Albrecht et al. 2003). Podle Nováka a kol. (1999) je nejčastější půdní typ humuso-železitý podzol, půdy jsou hlinitopísčité, skeletovité, s ostrůvky žulových monolitů, humusový horizont je 12 cm hluboký. Převažující humusová forma je Hemimor, méně zastoupené jsou Humimor a Resimor (Svoboda 2003b).

2.2 Společenstva

Celou plochu lokality pokrývá porost smrku ztepilého (*Picea abies*), který je místy silně poškozený následkem šíření lýkožroutů; ojediněle se vyskytuje jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*).

V podrostu dominuje *Athyrium distentifolium* nebo *Calamagrostis villosa*, místy *Luzula sylvatica*; na balvanitých místech převažuje *Vaccinium myrtillus*. V oblasti pod vrcholem je hojná *Avenella flexuosa*, místy *Calamagrostis villosa* a *Luzula sylvatica*, což zřejmě odpovídá zařazení do *Calamagrostio villosae-Piceetum typicum* var. *avenellosum* – viz snímky v Neuhäuslová a Eltsova (2003).

Typické mechorosty v těchto lesích jsou např. *Dicranum fuscescens*, *Polytrichastrum alpinum*, *Plagiothecium undulatum* a *Hylocomium umbratum*. Ekologické optimum zde mají *Polytrichastrum formosum*, *Dicranum scoparium* a *Lophozia ventricosa* (Kučera 1996).

Podle mapy potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová 2001) je hřebenová část místo pro třtinovou smrčinu s bukem (*Calamagrostio villosae-Piceetum fagetosum*) a spodní část pro papratkovou smrčinu (*Athyrio alpestris-Piceetum*). Stav spodní části v podstatě odpovídá tomuto zařazení.

Podle lesního hospodářského plánu (LPH), porostní a typologické mapy, jsou porosty zařazeny do smrkového lesního vegetačního stupně (8. lvs) a částečně také do bukosmrkového (7. lvs). Lesnické zařazení do fytocenóz je Kyselá smrčina – SLT 8K, Kyselá kamenitá smrčina – SLT 8N, Kamenitá smrčina – SLT 8Y, Svěží smrčina – 8S a Podmáčená smrčina – 8V (Svoboda 2003a).

2.3 Využívání lesa člověkem

Téměř celá oblast Trojmezí byla od konce 18. století po vybudování Schwanzerberského plavebního kanálu ovlivněna intenzivní těžbou dřeva a následnou výsadbou smrku. Lesy také ovlivnila pastva dobytka. Již v roce

1933 byla na Trojmezí vyhlášena přírodní rezervace (Albrecht et al. 2003). Podle Zatloukala (1998) se stav porostů na Šumavě výrazně zhoršil po sérii vichřic v letech 1868 - 1870, kdy k poškození lesů přispěla předcházející nadměrná holosečná těžba a pastva. Tehdy se hroutily i přírodnímu stavu blízké lesy, které z části odolaly větru, avšak neodolaly tlaku kůrovce namnoženého v porostech změněných lidskou činností. Ještě v letech 1856 – 1874 téměř polovinu plochy lesů v jižní části Šumavy pokrýval prales. Hřebenová část rezervace byly na přelomu 18. a 19. století ovlivněna těžbou (Jelínek 1997). Lze se domnívat, že do té doby byla hřebenová část Trojmezí lidskou činností nedotčená. Za hraniční čarou, která je i jižní hranicí rezervace, je hospodářský les.

Rozpad smrkového porostu v důsledku žiru kůrovců (především *Ips typographus*), který ve větší míře začal od roku 1996, zde stále pokračuje. Podle tiskové zprávy NP Šumava z 22. 10. 2003 byl celkový objem souší 66000 m³, což přibližně odpovídá ploše 237 ha. Ke 30. 11. 1998 to bylo 22644 m³, tj. plocha zhruba 72 ha. Celková rozloha 1. zóny č. 124, která zahrnuje i Plechý a Plešné jezero, je 598,94 ha. V okolí Plešného jezera jsou porosty více poškozené než u Trojmezí hory.

Rezervace Trojmezí je přesto největším a nejzachovalejším zbytkem horského smrkového lesa pralesovitého charakteru v České republice (Jakuš 2002). Porost je různověký a lze v něm najít všechny fáze vývojového cyklu lesa. Průměrný věk stromů se pohybuje mezi 160 a 240 lety. Nejstarší stromy se nacházely na plochách T2/1 a 2, měly 290 a 355 let (Svoboda M. 2005b).

Poškození smrčín větrem, sněhem nebo suchem a na to navazujícím množением kůrovců je běžné. Rozsáhlé paseky v okolí této 1. zóny NP, které na několika místech sahají na její hranici, představují hrozbu pro stabilitu porostu a značně snižují její potenciál sloužit jako refugium pro vzácné a ohrožené druhy organismů.

3 Materiál a metody

3.1 Studijní plochy

Využil jsem kruhové plochy, které na lokalitě v roce 2000 vytyčil Miroslav Svoboda z FLE ČZU v Praze. Ploch je celkem 18 ve třech transektech vedených po svahu severojižním směrem. Podrobnější popis uvádí Svoboda (2002; 2003c). Letecký snímek lokality s vyznačením ploch je v příloze 2. Vzdálenost mezi transekty je přibližně 500 m, začínají od spodní hranice porostu; na každém je šest ploch (fotografie 1 v příloze). Středů krajních ploch leží mezi 48° 47' až 48° 48' severní šířky a 13° 49' až 13° 50' východní délky v nadmořské výšce od 1220 do 1335 m. Plochy mají průměr 50 m a výměru 0,2 ha. Vzdálenost jejich středů ležících na transektu je 100 m; vzdálenost středů prvních ploch od kraje území je 75 m. Plochy mají kódy, např. T3/5 (před lomítkem je číslo transektu a číslo plochy je za lomítkem). Plochy byly rozloženy tímto způsobem proto, aby byly zachyceny různé stanovištní podmínky, především ty které souvisí s měnící se nadmořskou výškou, a aby výběr ploch nebyl subjektivní. Šest nejnižších ležících ploch, tedy první dvě plochy na všech třech transektech, jsme v srpnu 2004 zmapovali laserovým zaměřovačem s programem Field-Map. Provedli jsme také revizi dalších ploch: T2/3 – 6, T3/4 a 5. Na zbytku transektu 1 a na plochách T3/3 a 6 nebyly změny zaznamenány kvůli nedostatku času. Plocha T3/3 leží v kůrovcovém oku.

Na plochách byly zaměřeny živé stromy a stojící souše s výčetní tloušťkou (DBH) nad 7 cm; ležící kusy dřeva (dále klády) delší než 1 m a silnější než 10 cm a také nízké pahýly nebo pařezy. Snažili jsme se zjišťovat původ klád, tedy z jakého pahýlu se odlomily, a u kmenů rozlámaných na více kusů najít všechny části. Bylo to důležité mj. proto, že byly zaměřovány

i klády, které se po pádu dostaly za hranici ploch. Naopak nebyly zaměřeny klády ze stromů, které rostly v okolí ploch.

3.2 Sledování výskytu hub a charakteru tlení dřeva

Výskyt hub byl zjišťován na základě výskytu plodnic v období od srpna do listopadu 2004. Při sledování výskytu hub byla většina ploch prozkoumána dvakrát. Na těch plochách, kde byl výskyt plodnic zaznamenán v srpnu a v září, jsem šetření zopakoval. Kvůli krátké době trvání plodnic lupenatých hub je jejich výskyt na Trojmezí podhodnocen.

Práce probíhala na plochách prostředního transektu (T2/1 – 6), na prvních dvou plochách transektů 1 a 3 (T1/1, 2 a T3/1, 2) a na plochách 4 a 5 na transektu 3 (T3/4, 5). Výskyt plodnic byl sledován na všech kládách. Výskyt plodnic na spodních částech stojících souší (přibližně do výšky 3 m) byl zaznamenán během října na šesti dolních plochách (skupina A) a na T3/4. Výskyt plodnic na nízkých pahýlech a pařezech po těžbě byl ve stejném období zaznamenán na T1/1, 2 a T3/4. Sledování hub tedy probíhalo na ploše 2,4 ha. Většina zástupců skupiny *Corticaceae* s.l. nebyla určena ani sbírána, pouze jsem zaznamenal jejich přítomnost.

Sledoval jsem také charakter tlení dřeva. Rozklad dřeva je jeden z nejpodstatnějších životních projevů sledovaných hub. Zaznamenával jsem typ hniloby u souší, podél klád a typ hniloby na čele, tedy v místě jejich zlomu. Některé typy hnilob se dají rozlišit podle druhu houby, která je způsobuje. Dostí spolehlivě jsem rozlišoval hnědou kostkovitou hnilobu, kterou způsobuje *Fomitopsis pinicola* (hk_fom), hnědou drobně kostkovitou hnilobu *Antrodia serialis* (hk_tra), bílou hnilobu bez bližšího zařazení (b), bílou voštinovou hnilobu *Trichaptum abietinum* nebo *Phellinus viticola* (bv), bílou hnilobu *Phellinus nigrolimitatus* s charakteristiky velkými voštinami (bv_nig), bílou drobně kostkovitou hnilobu *Climacocystis borealis* (bk) a bílou hnilobu *Armillaria* v pokročilejší fázi (b_arm). Zástupce rodu *Armillaria* v počátečních fázích rozkladu bylo někdy možné poznat podle syrrocií, příp. rhizomorf. Hniloba *Heterobasidion annosum* (b_het) je značně proměnlivá a proto jsem ji pravděpodobně ani v pokročilejších fázích tlení nemohl vždy rozlišit. Podrobnosti k této problematice a popisy hnilob některých druhů jsou uvedeny v příloze 4.

3.3 Vlastnosti tlejícího dřeva

Způsob sledování charakteristik dřeva použitý v bakalářské práci (Pouska 2001) jsem poněkud upravil krátce po jejím dokončení, hlavně v tom, že jsem místo přítomnosti či nepřítomnosti mechorostů a lišejníků začal používat pokryvnost na kládách v % (Pouska et Lepšová 2002). Pro tuto práci jsem zaznamenával na škálách i další proměnné, které jsem před tím bral pouze jako kvalitativní. Přidal a upravil jsem další charakteristiky použité v jiných pracích (např. Lindblad 1998, Høiland et Bendiksen 1996, Heilmann-Clausen 2001).

Souhrn sledovaných charakteristik je v tab. 1. Podrobnosti k jednotlivým stupnicím jsou v příloze VI.

Pokročilost rozkladu jsem hodnotil podle stupnice, kterou uvádí Renvall (1995) a později ji mírně upravuje (Sipplola et Renvall 1999). Tento přístup zohledňuje na prvním místě pevnost dřeva, zjišťovanou podle hloubky, do které proniká rukou zarážející bodec (s vyznačenými zářezy kvůli snadnému odečítání hodnot); bodec jsem do klád zapichoval z různých stran po celé jejich délce:

1 – zcela v kůře, alespoň místy živé lýko, bodec (nůž) do hloubky max. 0,5 cm

- 2 - dřevo tvrdé - hloubka 1 - 2 cm, většina kůry zachovalá, ale žádné čerstvé lýko
- 3 - dřevo částečně rozložené (zvenku nebo uvnitř) - hloubka 3-5 cm, velké kusy kůry obvykle uvolněné až bez kůry
- 4 - většina dřeva měkká – celá čepel (15 - 20 cm) proniká do dřeva (běli), obvykle bez kůry, části dřeva odpadlé (někde může zůstat jen tvrdší vnitřek – souhlasí s 5. stupněm rozkladu běli)
- 5 - dřevo velmi měkké (rozpadává se, když je zvedáno) a kopíruje terén, kmen pokrytý terrestrickými mechorosty a lišejníky nebo jím začíná prorůstat vegetace

Tab. 1: Charakteristiky klád a souší

Proměnná	Hodnoty / jednotky	
	<i>Klády</i>	<i>Souše</i>
<i>Charakteristiky</i>		
Délka	m	
Objem	m ³	
Rozklad	1 – 5	pevnost [cm]
Rozklad běli	0 – 5	
Pokrytí kůrou	%	4 – 0
Pokrytí mechorosty	%	
Lišejníky na holém dřevě	%	0 – 1
Zachovalost větví	4 – 0	4 – 0
Stromky	0 – 3	
Borůvka	0 – 1	
Vegetace kolem klády	0 – 3	
Dotyk se zemí (DsZ)	1 – 4	
Styk se dřevem	počet	
Expozice	1 – 3	
Dlabání ptáků		0 – 1
<i>Původ klády / zlom souše</i>		
vývrat	0 – 1	
vývrat souše	0 – 1	
zlom v patě	0 – 1	
pahýl do výšky 1,3 m	0 – 1	
kmenový zlom	0 – 1	0 – 1
korunový zlom	0 – 1	0 – 1
vrškový zlom		0 – 1
pokáceno v minulosti	0 – 1	
pokáceno a odkorněno	0 – 1	
neznámý	0 – 1	
bez poškození		0 – 1
<i>Pravděpodobná příčina smrti stromu</i>		
kůrovec	0 – 1	0 – 1
konkurence	0 – 1	0 – 1

kořenová hniloba (infekce)	0 – 1	0 – 1
vývrat	0 – 1	
pokácení	0 – 1	
neznámá	0 – 1	

3.4 Zpracování dat

Většinu analýz jsem provedl v programu CANOCO for Windows 4.5 a ordinační diagramy byly vytvořeny programem CanoDraw for Windows 4.12. Pro zjištění korelací mezi proměnnými prostředí byly použita metoda PCA (Principal component analysis), kde byly proměnné zadány jako druhy. Pro zjišťování vztahů mezi druhy a vazeb druhů na vlastnosti dřeva (proměnné prostředí) byly použity metody DCA (Detrended correspondence analysis) a CCA (Canonical correspondence analysis). Pro test vztahu mezi zastoupením stromků a pokročilostí rozkladu jsem použil regresi v programu STATISTICA 7.

Každé dřevo bylo použito jako jeden vzorek. Data ze všech ploch byla hodnocena dohromady. Pokryvnosti v procentech byly použity po log transformaci.

V metodě PCA byla zadána volba centrování a standardizace po druzích, což byly ve skutečnosti proměnné prostředí (*Centering/standardization by species*).

Pro zjištění podobnosti druhů ve výskytu byla použita nepřímá gradientová analýza DCA. Do analýzy byly zařazeny všechny druhy, které se vyskytly nejméně v 5 vzorcích. Byly použity přednastavené volby (odstraňování trendu po segmentech a váha méně zastoupených druhů nebyla snižována). Do nepřímých analýz byly přidány kvantitativní charakteristiky prostředí, pro zjištění jejich korelace s ordinačními osami. Objem a délka byly zadány jako kovariáty, kvůli odstranění vlivu různé velikosti klád.

Použití unimodální metody CCA při přímých gradientových analýzách bylo zvoleno na základě délky gradientů na ordinačních osách zjištěných metodou DCA.

CCA metodou byl zjišťován vztah druhů hub k charakteristikám klád. Do analýzy byly zařazeny všechny druhy, které se vyskytly nejméně ve 2 vzorcích. Bylo použito zaměření na mezidruhové vzdálenosti, projekční škálování a snižování váhy méně zastoupených druhů. Charakteristiky prostředí byly vybírány metodou *forward selection* s Monte Carlo permutačním testem (999 permutací, $p < 0,05$). Plochy byly zadány jako kovariáty a permutace probíhaly v rámci jimi definovaných bloků. Zadané charakteristiky klád jsou uvedeny výše.

Stejně zadané analýzy byly také provedeny zvlášť na kmenových a korunových částech klád. Jejich výsledky jsou uvedeny v případě, že poskytly nové informace. Stejným způsobem byly zpracovány i údaje ze souší.

Pro test rozdílů ve výskytu hub mezi kmenovými a korunovými částmi klád byla použita metoda CCA, kde byla kláda jako *whole plot* a pár kmen – koruna jako *split plot*.

Zobecněné lineární modely *glm* (Generalized linear models) kvadratického stupně byly použity pro zjišťování zastoupení druhů hub nebo typů hnilob vůči pokročilosti rozkladu, objemu klád a zastoupení stromků. Zobrazeny jsou pouze křivky, které mají průkazný vztah ke zvolené vysvětlující proměnné. Vytvořeny byly programem CanoDraw for Windows 4.12.

Pro možnost porovnávání druhové diverzity s jinými výsledky jsem odhadl Fisherův α index diversity (Fisher et al. 1943), který je do značné míry nezávislý na velikosti vzorků. Odhad jsem dělal pomocí diagramu v původní práci a zpřesňoval jsem ho podle tabulky (Rice et Demarais 1996).

3.5 Určování a jména hub a rostlin

Názvosloví chorošů (*Polyporaceae*) se řídí podle: Ryvarden et Gilbertson (1993; 1994). Názvosloví ostatních *Aphylophorales* s.l. je podle: Jülich (1984); jména lupenatých hub (*Agaricales*) jsou podle: Moser (1983). Při určování hub mně pomohly tyto knihy: Breitenbach et Kränzlin (1986, 1991, 1995), Papoušek et al. (2004). Jména vyšších rostlin jsou podle Kubáta et al. (2000).

4 Výsledky

4.1.1 Nalezené druhy hub ve vztahu k množství dřeva

Na dvanácti plochách o celkové výměře 2,4 ha, kde byl sledován výskyt hub, bylo 316 klád, což představuje objem 268,3 m³; v přepočtu na hektar to je 111,8 m³. Souší (včetně pahýlů vyšších než 1,3 m) bylo na sedmi plochách celkem 116, což je na hektar 83 kusů. Jejich objem je v příloze 3. Nízkých pahýlů a pařezů bylo na třech plochách nalezeno 63, což odpovídá na hektar počtu 105.

Na sledovaných plochách bylo nalezeno a určeno celkem 43 druhů dřevokazných hub. jejich seznam je v příloze 1. Některé základní statistiky jsou uvedeny v tabulce 2. Objemy klád a počty druhů na jednotlivých plochách jsou v tab. 3.

Na 84 kládách (26,6 % z celkového počtu) nebyly nalezeny plodnice, avšak na 26 z nich (31 %) byly nalezeny houby skupiny *Corticaceae* s.l., které nebyly určeny. Z celkového počtu byly neurčené druhy *Corticaceae* s.l. na 175 kládách (55,4 %). Z 232 klád (73,4 %), na kterých byly plodnice, byly na 149 (64,2 %) také *Corticaceae* s.l. Na 37,9 % klád byl pouze jeden druh. Druhů, které byly nalezeny pouze jednou (na jedné kládě), bylo 21,4 % (9 druhů z 42).

Prvních deset druhů podle počtu výskytů jsou *Dacrymyces stillatus*, *Phellinus viticola*, *Fomitopsis pinicola*, *Hypholoma marginatum*, *Oligoporus caesius*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Gymnopilus picreus*, *Antrodia serialis*, *Stereum sanguinolentum* a *Tricholomopsis decora*.

Druhů způsobujících hnědou hnilobu bylo 28 % (12 ze 43). Plodnice druhu *D. stillatus*, který způsobuje hnědou hnilobu, byly nalezeny na 80 kládách. Nejhojnější houba s trvalými plodnicemi byla *P. viticola*. Jeho plodnice byly nalezeny na 76 kládách o objemu 103,7 m³ (38,6 % celkového objemu) a nebo 43,2 m³ / ha. Plodnice *F. pinicola* byly na 68 kládách o objemu 96,4 m³ (36 %) a nebo 40,2 m³ / ha. Hnědá kostkovitá hniloba typu *F. pinicola* (hk_fom) byla zjištěna u 85 klád o objemu 97,6 m³ (36,4 % objemu všech klád), což představuje 40,7 m³ / ha. Objem klád s plodnicemi *P. nigrolimitatus* tvořil 12 % celkového objemu a objem klád s bv_nig byl 12,6 % (33,8 m³).

Je však třeba zdůraznit, že výskyt plodnic určitého druhu na dřevě neznámá, že tato houba rozkládá jeho celý objem. Druhy jako *D. stillatus* rozkládají dřevo převážně na povrchu, zatímco jiné, jako *F. pinicola*, postupují z povrchu do hloubky, až obsadí celý průřez. Pokud však již dříve nebyl obsazen jinou houbou, která přednostně prorůstá vnitřkem, jako např. *P. nigrolimitatus* nebo *Heterobasidion annosum*.

Na souších byly nalezeny plodnice 15 druhů. Nejhojnější byl *F. pinicola* na 32 souších (27,6 %). Druhý nejhojnější byl *D. stillatus* na 12 (10,3 %) a třetí *Crepidotus subsphaerosporus* na 5 souších. Na 12 souších (10,3 %) byly *Corticaceae* s.l.

Na pahýlech a pařezech bylo nalezeno 9 druhů. Více než jednou se vyskytly plodnice *F. pinicola*, *Hypholoma capnoides*, *H. marginatum* a *Pleurocybella porrigens*. *Corticaceae* s.l. byly zaznamenány na 8 (12,7 %).

Fisherův index diversity pro houby na všech kládách je přibližně 10,3, na souších 6 a na pahýlech s pařezy přesně 8,51. U klád byl ze všech ploch nejnižší na T2/1 – 4,8 a nejvyšší byl na ploše T3/1 – 28,53; viz tab. 3.

V prvním stupni rozkladu bylo velmi málo klád, nejvíc klád bylo ve středním – 3. stupni, viz tab. 4.

Tab. 2: Základní statistika objemu klád [m³]; počty druhů na 3 skupinách dřeva a základní statistika rozkladu; SD – směrodatná odchylka.

	Počet klád (známý objem)	Objem	Průměr	Medián	Min.	Max.	SD
Klády	303	268,32	0,8855	0,4197	0,0125	7,2889	1,1646
	Počet klád (souší / pahýlů)	Počet výskytů	Průměr	Medián	Min.	Max.	SD
Počet druhů na kládu	316	578	1,829	1	0	12	1,8919
Počet druhů na souši	116	68	0,586	1	0	3	0,6334
Počet druhů na pahýl	60	14	0,233	0	0	3	0,5635
Rozklad	315		3,0159	3	1	5	0,9357

Tab. 2: Celkový objem klád na jednotlivých plochách, průměrný objem klád, počet klád (kusů ležících kmenů), počet druhů dřevokazných hub (podle plodnic), průměrný počet druhů na kládu a Fisherův index diversity α .

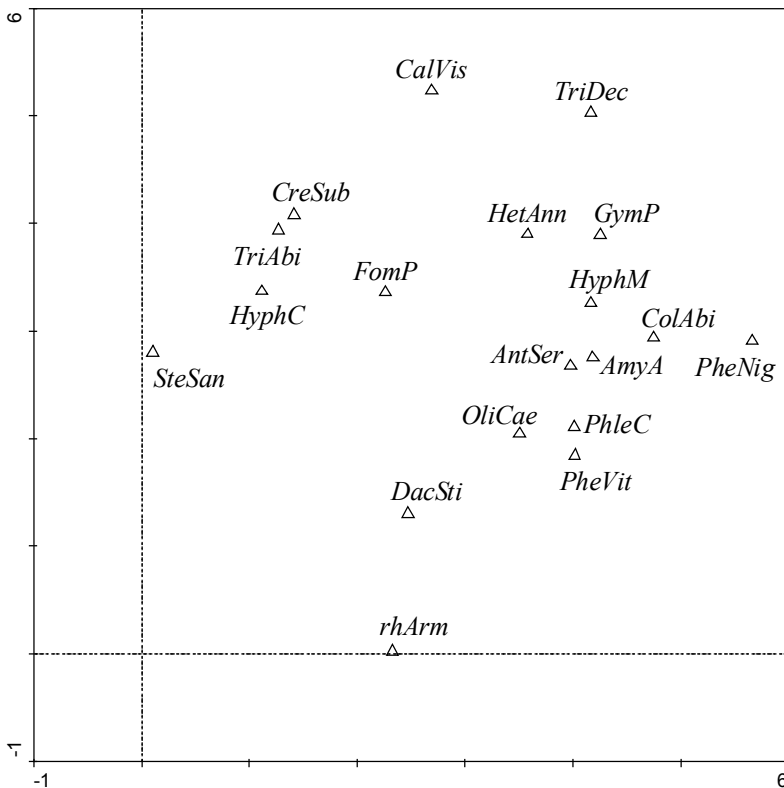
* celkový objem je podhodnocený, protože u několika klád, které přibyly během sezóny, chyběl údaj o rozměrech.

Plocha	Objem klád [m ³]	Průměrný objem [m ³]	Počet klád	Počet druhů	α
T1/1	32,13	2,01	17	19	14,7
T2/1	24,28	0,71	35	13	4,8
T3/1	19,44	2,16	9	19	28,53
T1/2	17,51	0,65	30	19	9,5
T2/2	22,45	0,86	38	20	10
T3/2	30,43*	1,9	19	23	11
T2/3	18,39	1	18	17	12
T2/4	6*	0,6	16	11	6
T3/4	30,35	1,05	29	17	9
T2/5	17,67	0,55	33	12	5
T3/5	20,78	0,65	33	13	7
T2/6	12,79	0,36	39	17	13

Tab. 4: Počet klád v jednotlivých stupních rozkladu a jejich podíl na celkovém objemu v %.

Stupeň rozkladu	Počet klád	% objemu
1	3	1,6
2	102	27,6
3	121	52
4	65	13
5	25	5,5

4.1.2 Vztah hub k vlastnostem prostředí



mf – minimum fit; vyjadřuje nejmenší procento variability vysvětlené v hodnotách druhů prostorem, který je zobrazený ordinačními osami.

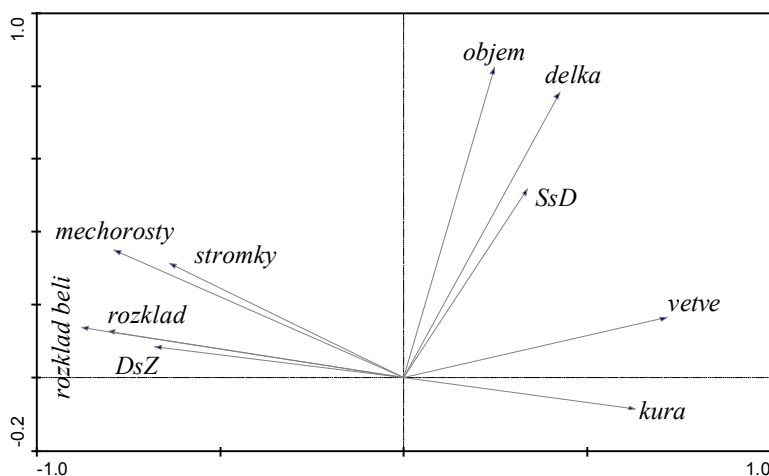
Obr. 1: Ordinační diagram DCA pro druhy.

První osa je nejlépe pozitivně korelovaná s proměnnými - rozklad bělí, rozklad mechorosty; negativně - větve, kůra. 2. osa – stromky, vegetace

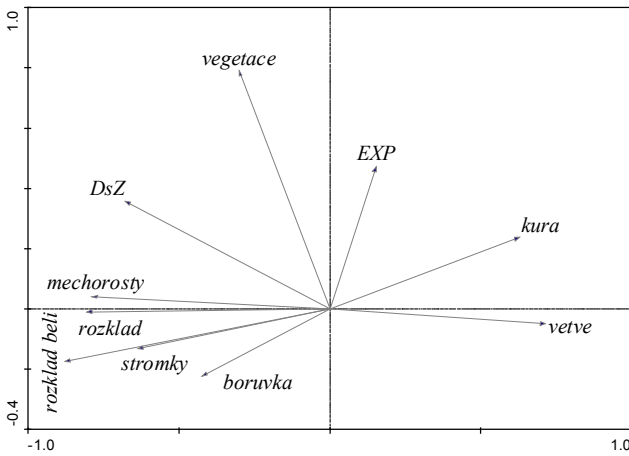
Druhy se podle podobnosti ve výskytu plodnic dají rozdělit na dvě základní skupiny, viz obr. 1. Do první skupiny patří *H. capnoides*, *T. abietinum* a *C. subsphaerosporus*, blízko k nim mají i *F. pinicola* a *S. sanguinolentum*. Druhou

skupinu tvoří *G. picreus*, *H. marginatum*, *C. abietina*, *A. areolatum*, *A. serialis*, *P. centrifuga*, *O. caesius* a *P. viticola*. Jim jsou blízké *P. nigrolimitatus*, *T. decora* a *H. annosum*. Stranou a zároveň na pomezí obou skupin stojí *C. viscosa*, *D. stillatus* a václavka.

Analýza stejného souboru metodou CCA, kde byly zadány plochy jako proměnné prostředí, neukázala výraznou vazbu mezi nějakou plochou a druhem houby. Přesto bylo patrné, že z méně zastoupených druhů byl na plochách T3/1 a 2 poměrně častý *H. annosum* a na ploše T2/1 pak *T. decora*.



Obr. 2: Korelace mezi proměnnými prostředí (jako druhy) u klád přirozeného původu; PCA, 1. a 2. osa, *mf* 20 – zobrazeno 10 druhů (proměnných) z 15

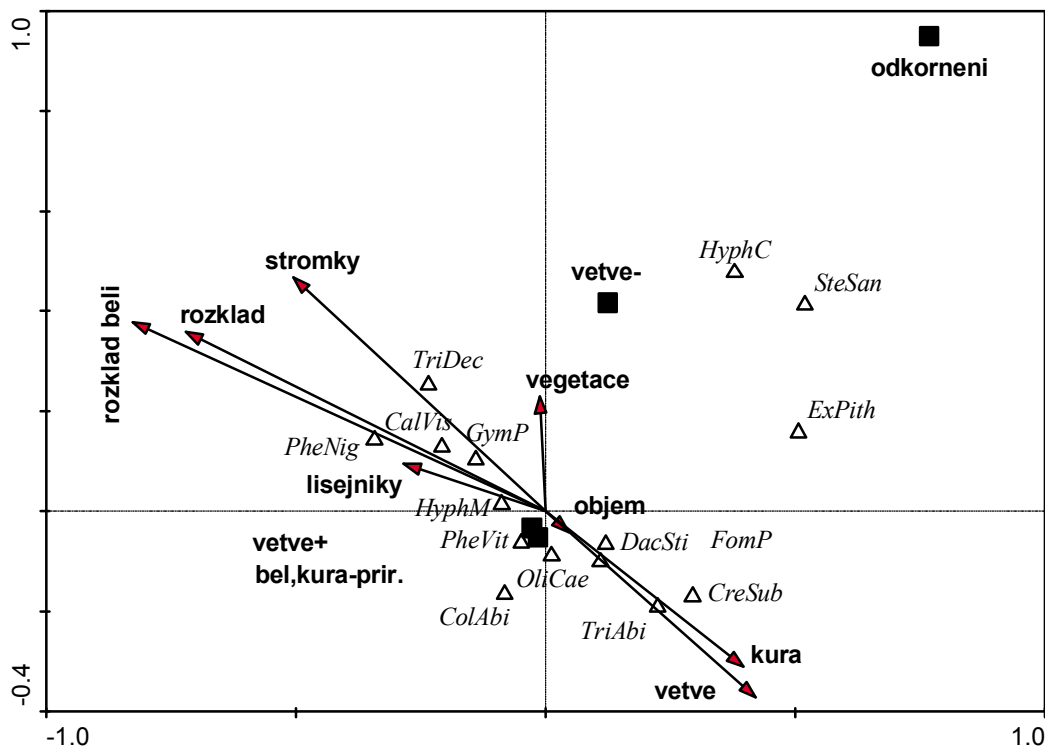


Obr. 3: Korelace mezi proměnnými prostředí u klád přirozeného původu; PCA, 1. a 3. osa, *mf* 20 – 10 proměnných z 15

Z obrázků 2 a 3 je vidět vzájemné postavení proměnných prostředí. Podél první osy jsou od sebe oddělené charakteristiky, které se mění s pokročilostí rozkladu dřeva. Šipky ukazující nalevo (k menším hodnotám na 1. ose) vyjadřují pokročilejší rozklad a šipky napravo (větve a kůra) míří proti postupu rozkladu (k větším hodnotám na 1. ose).

S postupujícím rozkladem tedy rostou: stromky, mechorosty, rozklad běli, rozklad a dotyk se zemí (DsZ), a také borůvka a vegetace (nezobrazeno). Na počátku rozkladu jsou vysoké hodnoty u kůry a větví.

Druhá osa je v souladu s rostoucí velikostí klád (délka, objem) a tím i s rostoucím počtem kusů dřeva, kterých se kláda dotýká (SsD), méně také s lišejníky a expozicí (nezobrazeno). Proměnné vegetace a expozice (EXP), které rostou s 3. osou, ukazují na řidší zápoj korun. Na 1. a 3. ose (a 4. ose, nezobrazeno) se ukazuje, že zastoupení borůvky a stromků nemíří jen proti proměnným větve a kůra jako v předchozích zobrazeních, ale i proti expozici a méně již proti vegetaci a lišejníkům.



Obr. 4: Vztah charakteristik klád a výskytu plodnic, použity všechny klády; CCA, *mf* 2 – zobrazeno 15 druhů z 33

odkornění znamená, že kláda byla asanovaná proti kůrovci

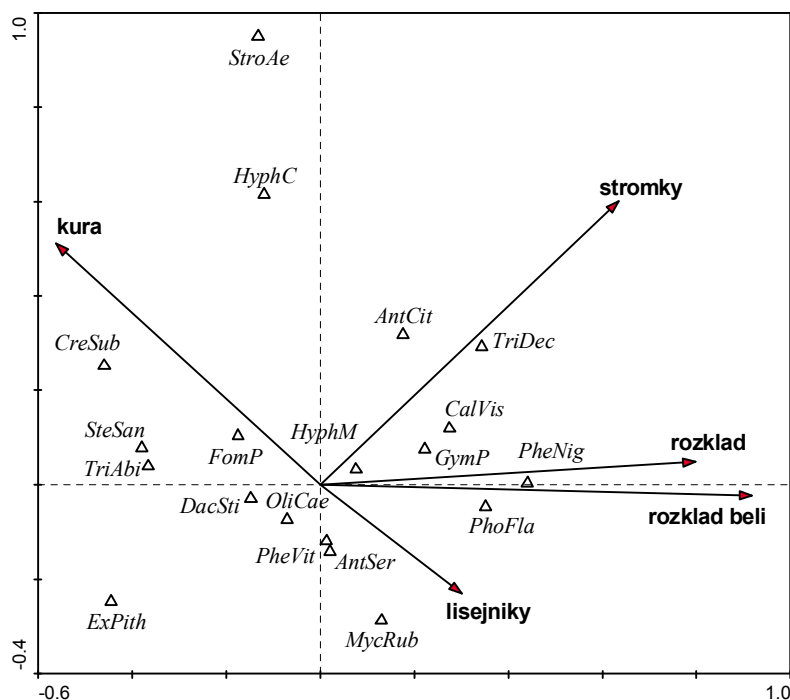
větve- u těchto klád byly větve osekané při kácení před několika desítkami let, nebo byly ořezané při odkornění, nebo kláda pocházela z kmene stromu a větve na ní v době smrti nebyly

větve+ na kládě v době smrti byly větve

běl,kůra-přír z klád nebyly osekané větve, ani z nich nebyla oloupaná kůra

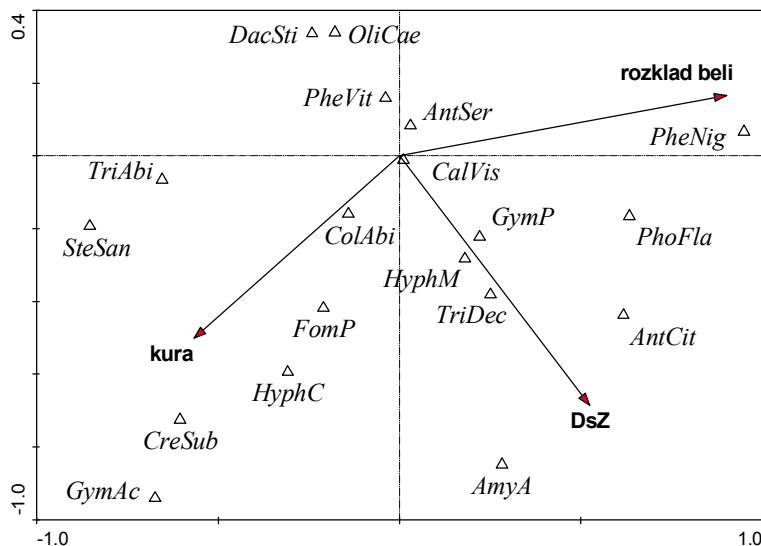
Poté jsem udělal stejně nastavenou analýzu s tím rozdílem, že jsem objem zadal jako kovariátu. V diagramu byl při stejné hodnotě *mf* nepatrný rozdíl – navíc byl zobrazen druh *C. borealis* (a nebyl zobrazen objem; *C. borealis* už se při *mf* 3 nezobrazil.)

Nejzřetelnější vztahy hub k charakteristikám klád znázorňuje obr. 4. Druhy s výskytem plodnic na málo rozloženém dřevě jsou: *C. subsphaerosporus* a *T. abietinum*. Druhy s plodnicemi nejčastěji na středně rozloženém dřevě jsou: *D. stillatus*, *F. pinicola*, *O. caesius*, *P. viticola* a *H. marginatum*. Na dřevě tlejícím dlouhou dobu se vyskytují plodnice: *G. picreus*, *C. viscosa*, *P. nigrolimitatus* a *T. decora*. Plodnice druhů *E. pithya*, *S. sanguinolentum* a *H. capnoides* se objevují také na kládách s oloupanou kůrou.



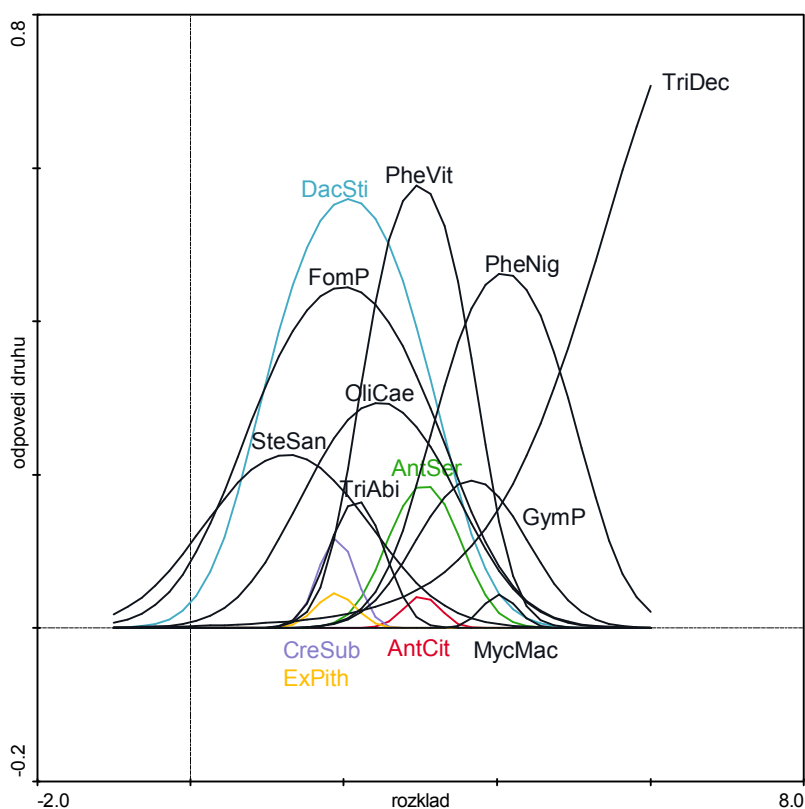
Obr. 5: Ordinační diagram CCA pro klády přirozeného původu – vztah charakteristik klád a hub, (kromě jednotlivých ploch byl zadán jako kovariátu objem), *mf* 2 – 19 druhů ze 32

V obr. 5 se druhy dají podél první osy rozdělit na tři skupiny. Vlevo jsou druhy, jejichž plodnice se vyskytují na počátku rozkladu, uprostřed jsou druhy, jejichž plodnice jsou nejčastější na středně rozloženém dřevě (se středními hodnotami ostatních proměnných) a vpravo druhy s plodnicemi s hojným výskytem v pozdních fázích rozkladu. U druhu *T. decora* je vidět úzká vazba na klády, kde zmlazují stromky. Podobně je u *C. subsphaerosporus* zřejmá vazba na klády v kůře. V jiné, nezobrazené, analýze se slabší vazba na tyto klády ukázala i u *H. capnoides* a *C. abietina*. Klády s větším množstvím lišejníků na holém dřevě poměrně často hostí druhy *A. serialis* a *P. viticola*; také *A. areolatum* (analýza není zobrazena).



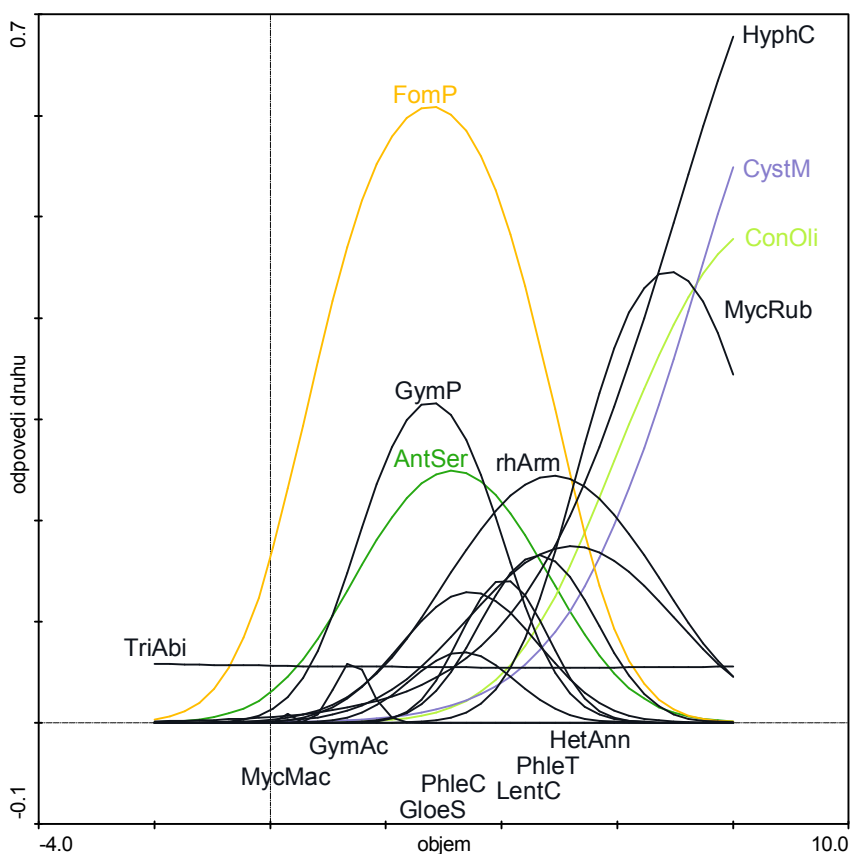
Obr. 6: Výskyt plodnic na kládách přirozeného původu, které pocházejí z korun stromů – vztah k charakteristikám klád; CCA, *mf* 0

V analýze k obr. 6 vyšel vliv proměnné *DsZ* (dotyk se zemí) průkazně a největší význam má v korunové části kmenů pro druhy *T. decora*, *H. marginatum* a *G. picreus*. Se zachovalou kůrou se nově objevuje vztah u *G. acervatus*. Na dřevě bez kůry tvoří plodnice *D. stillatus*.



Obr. 7: Odpovědi výskytu plodnic na pokročilost rozkladu jako zobecněné lineární modely – *glm*; zobrazeny při $p < 0,01$

Optima většiny druhů zobrazených v obr. 7, tedy těch, pro které byly modely průkazné na hladině významnosti 0,01, se pohybují kolem středních hodnot pokročilosti rozkladu. Na méně rozložených kládách (především ve stupni 2) se objevují plodnice *S. sanguinolentum*, *F. pinicola*, *D. stillatus*, *O. caesius*, *C. subsphaerosporus* a *E. pithya*. Na hodně rozložených kládách (hlavně stupeň 4) se vyskytují plodnice *G. picreus*, *M. maculata* a *P. nigrolimitatus*. Druh *T. decora* se ode všech ostatních liší tím, že jeho plodnice převažují v poslední fázi rozkladu. U čerstvých klád byl nejčastější stupeň 2, stupeň 1 byl vzácný – odpovídá především čerstvým vývratům nebo zlomům v patě, na jejichž vzniku mají podíl kořenové patogeny. Z nezobrazených druhů, pro které byly modely průkazné na hladině významnosti 0,05, měly optimum na méně rozloženém dřevě *M. rubromarginata*, *G. acervatus*, *S. aeruginosa* a *L. castoreus*; na dřevě ve střední fázi rozkladu *A. areolatum*, *C. murraini*, *C. borealis* a *C. abietina*; na hodně rozloženém dřevě pak *H. annosum*, *M. viridimarginata*, *P. centrifuga*, *P. tremellosa* a *P. gelatinosum*.



Obr. 8: Odpovědi výskytu plodnic na objem klád jako zobecněné lineární modely; zobrazeny při $p < 0,01$

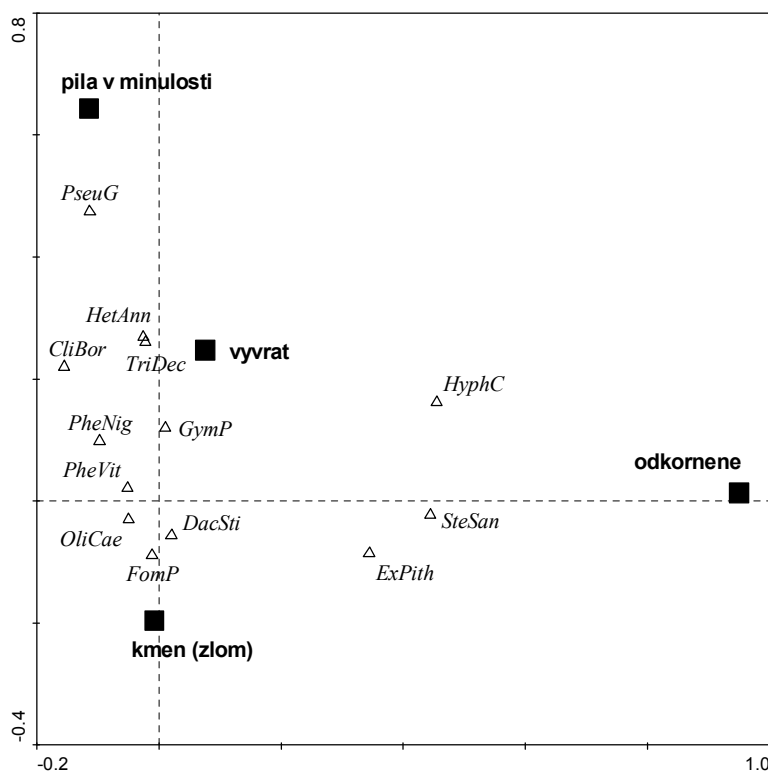
Houby lze podle výskytu plodnic ve vztahu k objemu klád rozdělit na tyto skupiny (viz obr. 8): Druhy s převahou plodnic na nejobjemnějších kládách (více než 6 m^3) jsou *H. capnoides*, *C. murraini*, *C. olivacea* a *M. rubromarginata*. Houby s plodnicemi na kládách s menším objemem než 4 m^3 jsou *F. pinicola*, *G. picreus*, *A. serialis* a také *G. acervatus* a *M. maculata*.

Nejvíce druhů dávalo přednost kládám o objemu 4 – 6 m³: *H. annosum*, *P. tremellosa*, *P. centrifuga*, *L. castoreus* a *G. sepiarium*. Rhizomorfy václavky byly nalézány spíše na objemnějších kládách. Druh *T. abietinum* tvořil plodnice na kládách všech objemů, na velkých kmenech však zpravidla na špičkách.

Důvod, proč nevyšel průkazně model pro *P. nigrolimitatus* může být ten, že jeho plodnice vytrvávají také na kratších zbytcích dlouho ležících klád. Fruktifikace *P. nigrolimitatus* na tenkých kládách (10 – 20 cm) byla zaznamenána zcela ojediněle. Rozměry dlouho ležících klád s typickým výskytem jeho plodnic jsou menší než byly původně, protože na nich většinou chybí vrchní vrstva dřeva.

Objem sice vyjadřuje hmotu klád, ale nejsou z něj patrné rozměry. Hlavně u středních a menších hodnot není jasné, jestli jde o krátkou tlustou kládu nebo o tenkou a dlouhou. Je známo, že např. druhu *G. sepiarium* pro růst stačí i tenké kmínky. Naopak plodnice *F. pinicola* jsou běžné i na krátkých, ale tlustých kusech rozlámaných kmenů. Délka klád v permutačním testu nevyšla průkazně.

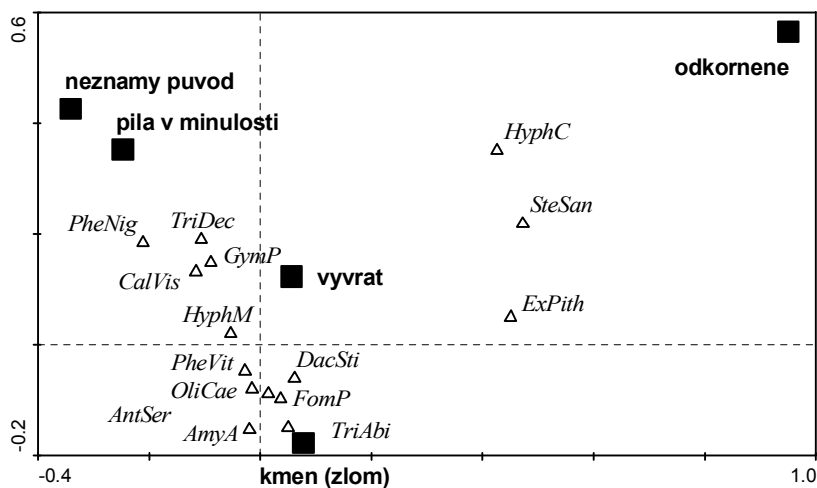
4.1.3 Vztah hub k původu klád



Obr. 9: Zobrazení výskytu plodnic ve vztahu k původu klád. Velmi staré klády neznámého původu nebyly v analýze; CCA, mf 3 – 13 z 33 druhů

Relativní zastoupení druhů na zobrazených typech klád ukazuje obr. 9. Vývraty: *H. annosum*, *G. picreus* a *T. decora*; také *H. capnoides* (nezobrazený výsledek jiné analýzy). Zlom kmene: *F. pinicola*, *O. caesius*, *D. stillatus*; také *T. abietinum* a *C. subsphaerosporus* (nezobrazeno). Na odkorněných kládách se poměrně často vyskytují plodnice druhů *H. capnoides*, *S.*

sanguinolentum a *E. pithya*. (*P. gelatinosum* poblíž stromů pokácených v minulosti mě poněkud zaráží, je to možná způsobeno malým počtem výskytů. Roste na silně zetlelém dřevě.)



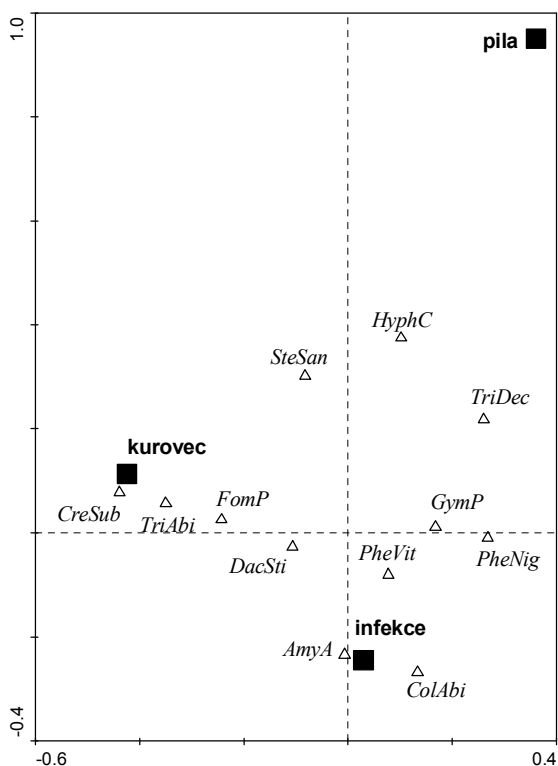
Obr. 10: Zobrazení výskytu plodnic ve vztahu k původu všech klád. Klády neznámého původu byly v naprosté většině případů velmi staré a nebylo možné poznat příčinu smrti; CCA, *mf* 2 – 15 druhů ze 33

Klády neznámého původu a v minulosti pokácené stromy si jsou podobné, viz obr. 10. Je to způsobeno značným stářím obou skupin. Přesto se ale v mnoha případech rozkládají odlišně. Např. *P. nigrolimitatus*, který je velmi významný u dlouho ležících klád, roste na pokácených kmenech zřídka.

Oproti předchozímu diagramu se ukázala vazba *T. abietinum* na kmenové zlomy. Stejná vazba vyšla v jiné nezobrazené analýze i u *C. subsphaerosporus*.

4.1.4 Plodnice hub a pravděpodobná příčina smrti stromů

Na obrázku 11 je vidět podobnost s obrázkem 9 a 10 např. v tom, že je poloha u *S. sanguinolentum* a *H. capnoides* vychýlena směrem ke kládám z pokácených stromů, což jsou i ty odkorněné, které pocházejí ze stromů napadených kůrovcem. (*S. sanguinolentum* se může rozšiřovat prostřednictvím brouků.) *T. decora* se poměrně hojně vyskytuje na starých pokácených kmenech. Druhy, které pravděpodobně dávají přednost kládám ze stromu, na jejichž smrti měla podíl infekce, jsou *A. areolatum* a *C. abietina*, a samozřejmě také druhy, které přímo kořenové hniloby způsobují. Jejich výskyt se však tvorbou plodnic neprojevuje příliš často. Na kládách ze stromů, které uschly kvůli napadení kůrovcem, jsou hojné *F. pinicola*, *T. abietinum* a *C. subsphaerosporus*. Mnoho těchto klád pochází z kmenových zlomů. Na ztrátě pevnosti dřeva a brzkém lámání kůrovcových souší se významně podílí právě *F. pinicola*.

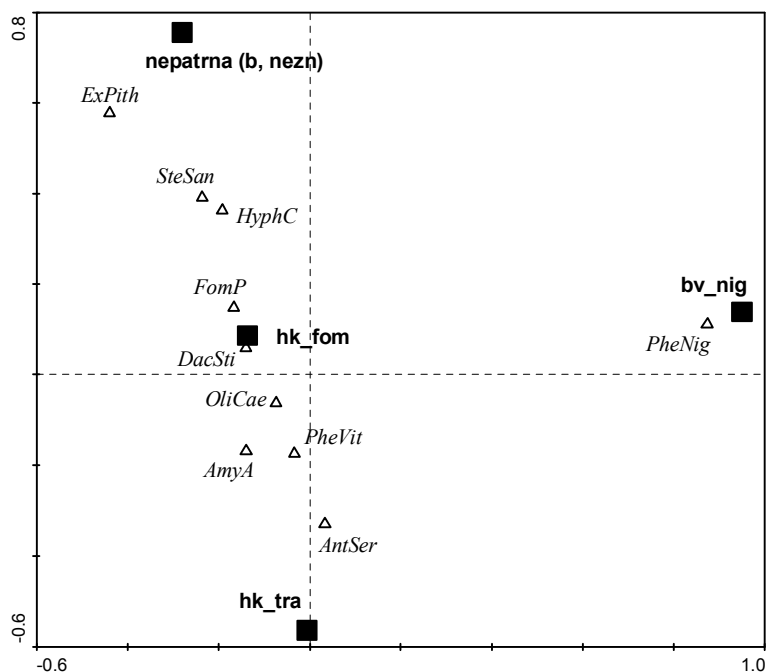


U *C. abietina* se v jiné analýze ukázala také vazba na stromy odumřelé kvůli konkurenci, a méně silně i u *P. viticola*. Tyto stromy většinou mají tenké kmeny.

Mnoho klád s plodnicemi a hnilobou *F. pinicola* je kůrovcového původu. Naopak většina klád s houbou *P. nigrolimitatus*, ačkoli byla zařazena do kategorie „neznámý původ“, pravděpodobně pochází ze stromů, k jejichž smrti přispěla infekce. Domnívám, se že nemohou pocházet ze stromů uhynulých kvůli kůrovci.

Obr. 11: Výskyt plodnic a pravděpodobná příčina smrti stromu; CCA, mf 1 - 12 druhů z 34

4.1.5 Vztah výskytu plodnic a hniloby



Obr. 12: Zobrazení výskytu plodnic ve vztahu k výskytu hnilob; CCA, mf 2 – 9 druhů z 32

Výsledek testu vztahů mezi výskytem plodnic a zaznamenanými typy hniloby ukazuje obr. 12. Zcela jednoznačná je shoda výskytu plodnic *P. nigrolimitatus* s jím způsobovanou objevenou hnilobou (bv_nig). Pokud se na dřevě vyskytuje plodnice, je jisté, že lze

charakteristickou hnilobu také objevit, někdy však značně hluboko pod povrchem dřeva. V některých, nejčastěji hodně starých kládách, byla zjištěna hniloba, ale ne plodnice, nebo byly plodnice mrtvé. Pravděpodobně už v nich houba vyčerpala dostupné živiny.

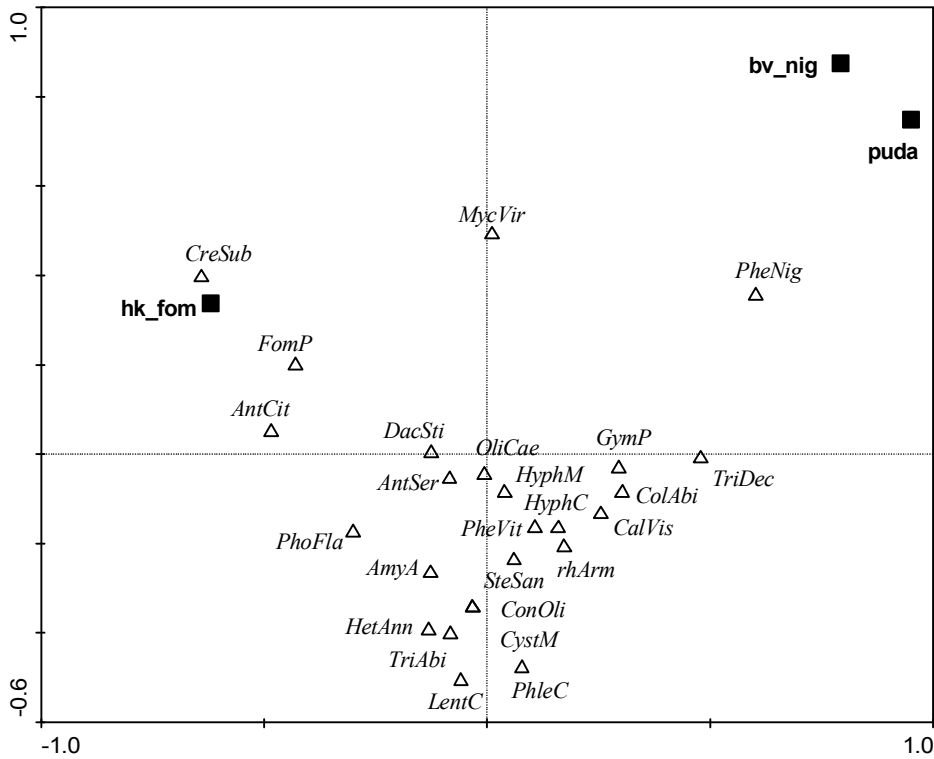
Hnilobu *hk_tra* způsobuje druh *Antrodia serialis* (dříve *Trametes*). Vazba mezi zaznamenanou hnilobou a výskytem plodnic v tomto případě není tak těsná. Na mnoha kládách, kde byla hniloba zjištěna, nebyly plodnice. Plodnice *A. serialis* jsou jednoleté a často se rozpadají již v létě, činností nějakého hmyzu, který se v nich kuklí. Je možné, že se na šíření této houby podílejí brouci (Müller et al. 2002).

Vazba mezi výskytem plodnic a hniloby *F. pinicola* je poměrně těsná. I když se samozřejmě objevují případy, kdy je možné zjistit hnilobu, ale plodnice nerostou nebo naopak. Druhy zobrazené v okolí této hniloby (*D. stillatus*) často tvoří plodnice na kládách s *F. pinicola*, neznamená to však, že nutně rostou v místech s jeho hnilobou. Na velkých kládách bývá značná diverzita hnilob a plodnic, viz další analýzy. Plodnice hub *E. pithya*, *S. sanguinolentum* a *H. capnoides* se vyskytovaly na kládách, kde jsem často žádnou hnilobu nezpozoroval (kategorie nepatrná hniloba).

Obrázek 13 se od obrázku 12 liší tím, že vyšel průkazně vliv typu půda a naopak *forward selection* neprošly „*hk_tra*“ a „*nepatrná*“. Ukazují na zde další vztahy, např. plodnice *P. nigrolimitatus* se vyskytují nejen na kládách, v jejichž čele je hniloba *bv_nig*, ale i na těch, kde je čelo velmi rozložené a splývá s půdou. Nedaleko od *hk_fom* a od *F. pinicola* se zde umístila *A. citrinella*, což je houba, o které je známo, že se její plodnice vyskytují na dřevě rozloženém houbou *F. pinicola*. Shluk druhů v dolní části diagramu vypovídá o tom, že se tyto houby vyskytují na jiných kládách, než na těch, jejichž čelo (zlom) nese zobrazené typy hniloby; nejčastěji na kládách s převažující hnilobou *b*, *bv* nebo *nepatrnou*. Jsou to zejména tyto druhy (podle zobrazení s *mf* 1): *A. areolatum*, *H. annosum*, *L. castoreus*, *P. centrifuga*, *Cystostereum murrayi* a *P. viticola*.

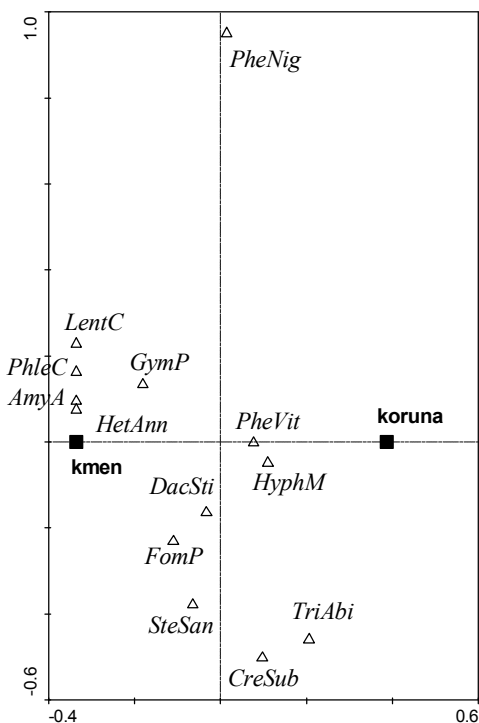
Velmi podobný výsledek se ukázal i v analýze hniloby a plodnic rostoucích na korunových částech klád. *A. citrinella* tentokrát stála ještě blíž k *hk_fom*, než *F. pinicola*. Dále se vyčlenila skupina druhů *S. sanguinolentum*, *T. abietinum*, *P. viticola*, *D. stillatus* a *O. caesius*, jejichž plodnice se v korunových částech málo vyskytují na místech s *hk_fom*, která je častější ve kmenových částech (nezobrazeno).

V analýze, kam jsem nezařadil klády s nepatrnou hnilobou se od sebe zřetelně oddělily tři skupiny druhů. S hnilobou *bv_nig* byly opět úzce vázané jen plodnice *P. nigrolimitatus*, s hnilobou *hk_tra* byly poněkud volněji vázány plodnice *D. stillatus*, *O. caesius*, *P. viticola* a *A. serialis*. Poslední typ hniloby s průkazným vztahem k výskytu plodnic byl *hk_fom* a byl k němu volně vázány *C. subsphaerosporus*, *H. annosum* a *F. pinicola*. V případě *H. annosum* jde o protikladný výsledek s obrázkem 10, ale neznamená to velký rozpor. Údaj o hnilobách v obrázku 13 se týká pouze dolních konců kmenových částí klád a údaj o plodnicích jen těchto kmenových částí. Výše uvedený výsledek se však, podobně jako v obrázku 12, týká celých klád, avšak bez hnilob na jejich dolních koncích. Z toho, že se kořenoví parazité jako *H. annosum* většinou v kmenech šíří odspoda, plyne že jejich hniloba i plodnice jsou převážně na dolních částech kmenů. V tomto případě však plodnice na spodní části kmene byla zaznamenána, ale ne už odpovídající hniloba, narozdíl od hniloby *hk_fom*, která v kmenech převažovala.



Obr. 13: Vztah výskytu plodnic na kmenových částech klád přirozeného původu a hniloby v místě zlomu (čelo); CCA, *mf* 0 - zobrazeny všechny druhy

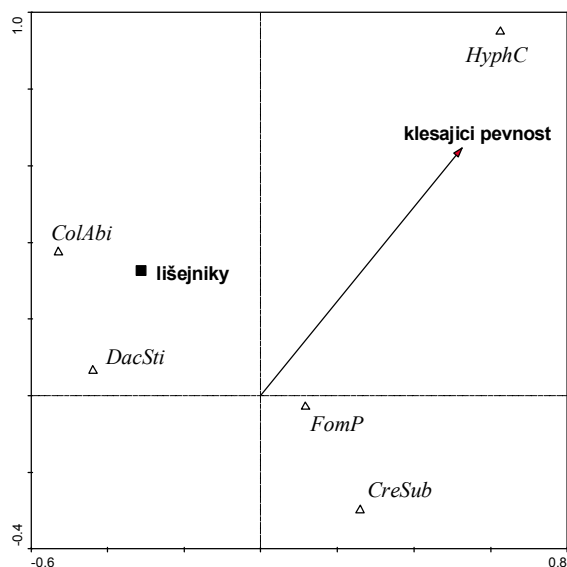
4.1.6 Rozdíly ve výskytu plodnic podél kmenů



Obr. 14: Rozdíly ve výskytu plodnic na kmenových a korunových částech klád; CCA, *mf* 2 – 13 druhů z 28

Z obrázku 14 je vidět, že většina druhů dává přednost kmenům před korunami. Některé druhy se zdají být vázané pouze na kmen (*H. annosum*, *A. areolatum*, *P. centrifuga* a *Lentinus castoreus*). U *H. annosum*, jehož hniloba často začíná od kořenů, je to pravděpodobné. Naopak plodnice druhů *P. viticola*, *H. marginatum*, *T. abietinum* a *C. subsphaerosporus* se poněkud častěji vyskytují v korunových částech ležících kmenů.

4.1.7 Houby na souších



Obr. 15: Charakteristiky souší ve vztahu k výskytu plodnic; CCA, mf 2 – 5 druhů z 8

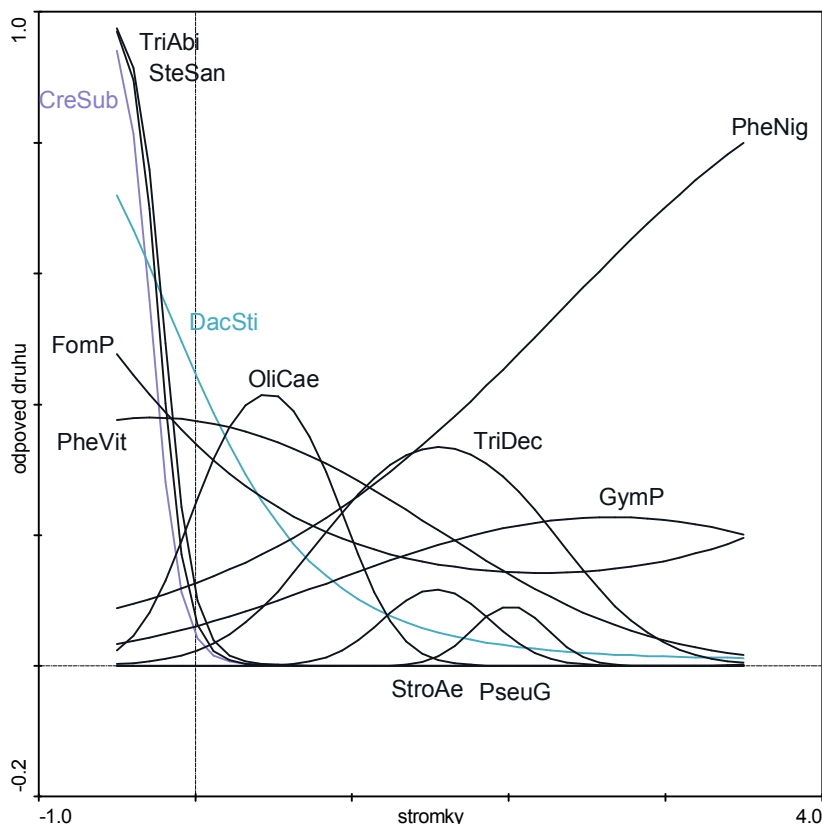
V obr. 15 je vidět větší zastoupení plodnic *C. abietina* a *D. stillatus* na souších s lišejníky na holém dřevě. Plodnice *F. pinicola* a *C. subsphaerosporus* převažují na souších bez lišejníků (s kůrou) a se středními hodnotami pevnosti. *H. marginatum*, pokud se vyskytne v dolních částech kmenů, je vázána na nejvíce rozložené souše.

V analýze zlomů souší vyšel průkazný vliv na výskyt plodnic pouze u kategorie „bez poškození“ a z obrázku bylo vidět, že druh nejvzdálenější této kategorii byl *F. pinicola*.

Podle analýzy vlivu předpokládaného důvodu smrti stromu na výskyt plodnic vyšla průkazně pouze kategorie „konkurence“ a bylo zjevné, že této skupině souší nadává přednost žádná houba.

Z analýzy vztahu typu hniloby k výskytu plodnic vyšla průkazně pouze bílá hniloba. Ta nejčastěji vypadala jako zvětralé dřevě na kmenech, které byly u země ztenčené. Tento způsob rozkladu souší byl úzce vázán výskytem plodnic *H. capnoides*. Plodnice *F. pinicola* a *C. subsphaerosporus* se naopak vyskytovaly spíše na jinak rozkládaných souších (nezobrazeno).

4.1.8 Vztah mezi výskytem hub a zmlazováním smrku

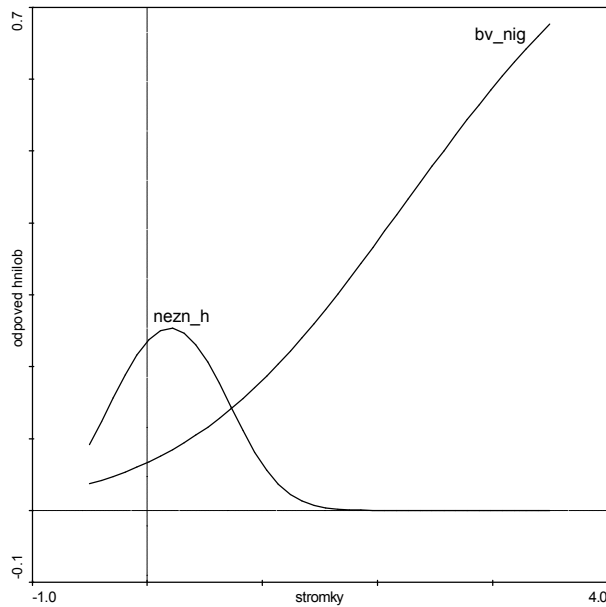


Obr. 16: Odpovědi výskytu plodnic na zastoupení stromků jako zobecněné lineární modely; zobrazeny při $p < 0,05$

Z obrázku 16 vyplývá, že na kládách se stromky vysokými přes 1 m, byly časté plodnice druhu *P. nigrolimitatus* a také *G. picreus*. Na kládách se stromky vysokými mezi 26 a 100 cm se navíc vyskytují plodnice *T. decora* a objevily se i plodnice *P. gelatinosum* a *S. aeruginosa*. Plodnice druhů *O. caesius*, *P. viticola*, *T. decora* a *F. pinicola* jsou poměrně časté na kládách se stromky vysokými 5 až 25 cm. Z předchozích výsledků bylo vidět, že *T. decora* je poměrně častým druhem na vývratech, dlouho ležících kládách neznámého původu a také na dlouho ležících pokácených kmenech. Také je druhem s úzkou vazbou na klády, kde rostou stromky. Druhy *O. caesius* a *F. pinicola* způsobují hnědou hnilobu.

Na základě obrázků 16 a 17 lze udělat závěr, že stromky nejvíce rostou na kládách s hnilobou *P. nigrolimitatus* a většinou dávají přednost kládám s převahou druhů způsobujících bílou hnilobu. Klády s houbou *P. nigrolimitatus* mají dlouho zachovaný tvrdý vnitřek, který je prorostlý voštinovou hnilobou. Vrchní vrstvu dřeva mohou v průběhu času rozkládat různé druhy hub. Tyto klády se rozkládají pomalu a stromky mají dost času na nich vyrůst, jejich kořeny prorůstají vrchní vrstvou dřeva až dosáhnou země. To ale neznamená, že na kládách s jinými houbami ke zmlazování nedochází. Je možné, že se klády, kde převažují jiné houby, rozpadnou rychleji a tak už nejsou pod velkými stromky patrné. Tato možnost je pravděpodobná u některých hub s hnědou hnilobou. Především klády, kde převažuje hnědá

kostkovitá hniloba druhu *F. pinicola*, se rychle rozpadají. To by se mohlo v některých případech stát ještě předtím, než kořeny stromků dosáhnou ze dřeva do země. Potom by mohlo dojít k obnažení jejich kořenů, vyvracení a uhynutí (A. Lepšová, pers. comm.).



Obr. 17: Odpovědi hnilob na zastoupení stromků jako zobecněné lineární modely; zobrazeny při $p < 0,05$

Stromky se začínají objevovat od stupně rozkladu 2.

Zastoupení stromků se podle mnohonásobné regrese průkazně zvyšuje s postupem rozkladu dřeva:

$$R^2 = 0,2641 \quad F = 112,33 \quad p < 0,00001$$

$$\text{zastoupení stromků} = -0,906 + 0,436 * \text{rozklad}$$

Podrobnosti k ordinačním analýzám jsou v příloze 5

4.2 Souhrn

Neurčené druhy skupiny *Corticaceae* s.l. se vyskytovaly na více než polovině klád, ale pouze na desetině souší a krátkých pahýlů.

Nejhojnější druhy na kládách byly *D. stillatus*, *P. viticola* a *F. pinicola*. Nejhojnější druh na souších byl *F. pinicola*. Jinde vzácný druh *P. nigrolimitatus* zde patřil k nejhojnějším.

Složení společenstva hub na tlejícím dřevě se v průběhu času mění a vyvíjí se těžko předvídatelným způsobem. Na počátku rozkladu se vyskytují plodnice druhů *S. sanguinolentum*, *C. subsphaerosporus*, *D. stillatus*, *F. pinicola* a *T. abietinum*. Z nich se plodnice posledních tří běžně vyskytují i na středně rozloženém dřevě. Druhy s převahou výskytu plodnic na značně rozloženém dřevě jsou *P. nigrolimitatus*, *G. picerus*, *P. centrifuga* a *T. decora*. Mezi těmito skupinami stojí druhy *P. viticola*, *A. serialis*, *O. caesius*, *A. areolatum* a *H. marginatum*.

Pro výskyt plodnic některých druhů však není pokročilost rozkladu určující a větší vliv má např. přítomnost kůry. Na dřevo s kůrou a často i s větvemi jsou vázány *C. subsphaeropus* a *T. abietinum*. Naopak *S. sanguinolentum* je druh, který dává přednost čerstvému dřevu s oloupanou kůrou.

Původ dřeva a příčina smrti stromů má vliv na výskyt hub, ale některé houby zároveň osud stromů ovlivňují. Houby rostoucí na dřevě ze stromů, které byly napadeny kůrovcem, a které zároveň pochází ze zlomů souší, jsou *F. pinicola*, *C. subsphaerosporus* a *T. abietinum*. Vývratům dává přednost *T. decora*, *G. picreus* a *H. annosum* (který se podílí na jejich vzniku). Klády neznámého původu s plodnicemi *P. nigrolimitatus* pravděpodobně pocházejí z vývratů nebo z nízkých zlomů.

Houba s výskytem plodnic převážně na korunových částech kmenů je *T. abietinum*.

Druhy hub na kládách se zmlazujícím smrkem jsou především *P. nigrolimitatus*, *G. picerus* a *T. decora*. S postupujícím rozkladem dřeva přibývá větších stromků.

Průkazný vztah k výskytu plodnic hub mají tyto proměnné: rozklad, rozklad bělí, objem klád, pokryvnost kůrou, zastoupení větví, dotyk se zemí, zastoupení stromků, zastoupení lišejníků na holém dřevě, zákryt vegetací; faktor oloupání kůry a ořezání větví.

Průkazný vztah k výskytu plodnic hub mají také kategorie: původ klád (kategorie odkornění, zlom ve kmeni, vývrat, pokácení v minulosti a neznámý původ); pravděpodobná příčina smrti stromu (napadení kůrovcem, pokácení a infekce – kořenová hniloba).

K výskytu plodnic na dolních částech souší má vztah přítomnost lišejníků na holém dřevě a pevnost dřeva a také smrt stromu vlivem konkurence.

Typy hniloby, které jsem mohl rozlišit a které “vysvětlují” výskyt plodnic, jsou: hniloba způsobovaná houbou *F. pinicola*, *A. serialis* a *P. nigrolimitatus*.

5 Diskuse

5.1 Množství dřeva v lesích

Objem živých stromů je na všech plochách na Trojmezí přibližně $378 \text{ m}^3 / \text{ha}$. Celkový objem tlejícího dřeva je $255 \text{ m}^3 / \text{ha}$; objem souší je $155 \text{ m}^3 / \text{ha}$, (61 % objemu tlejícího dřeva nebo 41 % objemu živých stromů) a objem klád je $100 \text{ m}^3 / \text{ha}$, (39 % tlejícího dřeva). Objem tlejícího dřeva na Trojmezí zaujímá 67 % objemu živých stromů a 40 % celkové zásoby dřeva.

Množství dřeva v boreálních lesích přírodního charakteru je menší nebo přibližně stejné jako na Trojmezí. U klád jsou ze severního Švédska uváděny hodnoty $65 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Jonsson 2000), $31,4 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Edmann et Jonsson 2001); z jihozápadního Finska u klád $111 \text{ m}^3 / \text{ha}$ a u živých stromů $396 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Siitonen et al. 2000).

Ze Šumavy Hort a Vrška (1999) uvádějí, že v roce 1996 tlející dřevo v PR Milešický prales (1100 m n. m.) zaujímalo 25 % objemu živých stromů. Objem tlejícího dřeva na Trojmezí zaujímá 67 % objemu živých stromů. Na hektar byl objem živých stromů 567,08 a objem tlejícího dřeva $138,55 \text{ m}^3$. Objem živých stromů na Trojmezí je tedy menší než v Milešickém pralese, ale výčetní kruhová základna živých stromů na hektar je na Trojmezí $57,95$ oproti $43,122 \text{ m}^2$ v Milešickém pralese. Tyto lokality však nejsou úplně srovnatelné, protože produkce v Milešickém pralese je pravděpodobně větší a je to smrková bučina (bukové dřevo se rozkládá rychleji než smrkové). Také je zde rozdíl sedmi let a různé aktivity kůrovců. Na Modravsku na lokalitě Pytlácký kout (1240 m n. m.) byl v roce 2000 objem souší $317 \text{ m}^3 / \text{ha}$ a objem klád $48 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Škrdla 2003). Tamní porost byl rozvrácen kůrovcovou kalamitou (do roku 1996) a téměř úplně tam chybí dospělé živé stromy (méně než $2 \text{ m}^3 / \text{ha}$), předtím to byl vzrostlý hospodářský les.

Ani několik údajů z původních smrčín Krkonoš nedává větší objemy tlejícího dřeva než na Trojmezí. Podle Jankovského a kol. (2002) byl na ploše Alžbětinka, což je klimaxová smrčina ve stadiu rozpadu, zjištěn vysoký objem tlejícího dřeva - $133 \text{ m}^3 / \text{ha}$, z toho hmota souší byla $96 \text{ m}^3 / \text{ha}$ - 73 % tlejícího dřeva, hmota padlých kmenů byla $36 \text{ m}^3 / \text{ha}$ - 27 % tlejícího dřeva. V Labském dole byl v roce 1993 objem tlejícího dřeva $185 \text{ m}^3 / \text{ha}$ a objem živých kmenů $399 \text{ m}^3 / \text{ha}$ (Vacek 1999).

V Beskydech ve smrčinách na vrcholu Kněhyně (NPR Kněhyně – Čertův mlýn) tvořil podle Ličky (2002) objem souší v jednom porostu 25 % objemu živých stromů a v porostu v pokročilém stadiu rozpadu 37 %. Na Trojmezí byl objem souší 41 % objemu živých stromů. Objem živých stromů na Trojmezí je však mnohem větší i než hodnota u mladšího porostu z Kněhyně ($179 \text{ m}^3 / \text{ha}$). I celkový objem tlejícího dřeva je na Trojmezí větší než u porostu ve stadiu rozpadu na Kněhyni ($206 \text{ m}^3 / \text{ha}$). Přesto však Trojmezí jako celek ve stadiu rozpadu není. Podle Svobody (2005b) je možno porosty zařadit do počáteční fáze stadia rozpadu, do poslední fáze stadia optima nebo do stadia optima. Problematice porovnávání množství dřeva uváděného v různých pracích se věnuje Svoboda (2005a).

5.2 Vztah výskytu hub k charakteristikám klád

Zjištěné vztahy podmínek prostředí a výskytu hub souhlasí s výsledky jiných prací (Renvall 1995, Høiland et Bendiksen 1997, Lindblad 1998) a také s předchozím pozorováním v jiných místech Šumavy (Pouska et Lepšová 2002).

Zajímavá je interpretace ordinačních os DCA. Z korelací proměnných s 1. osou (DCA1) se ve shodě s mými výsledky ukazuje, že rozhodující vliv na složení společenstva hub má rozklad (Renvall 1995, Høiland et Bendiksen 1997, Lindblad 1998, Heilmann-Clausen 2001) a další s rozkladem a s časem související proměnné, např.: pokrytí kůrou, kontakt ze zemí apod. Heilmann-Clausen (2001) uvádí, že gradient druhé osy (DCA2) byl komplexní a odrážel různé faktory mikroklimatu, které představují odchylky od určujícího gradientu DCA1. Pravděpodobně to platí i u výsledku z Trojmezne. Jediné dvě proměnné, které měly v DCA na datech z Trojmezne silnější korelaci s 2. osou než s 1. osou, byly zastoupení stromků na kládách a zastoupení vegetace v těsné blízkosti klád.

Porovnání proměnných, které různým autorům u klád vycházely v analýzách průkazně, s touto prací: (0 znamená, že proměnná byla sledována, ale nevyšla průkazně; DCAs – Spearman's rank correlation, DCAk – Kendall's rank correlations)

	Høiland et Bendiksen DCAs	Lindblad DCAk	Heilmann-Clausen DCAk	Trojmezná CCA
Délka	x	x		0
Obvod / průměr	x	x		
Objem		x		x
Výška nad zemí	x	x		
Rozklad	x	x	x	x
Kontakt se zemí (DsZ)		x	x	x
Pokrytí kůrou		x	x	x
Zastoupení vegetace		x	x	x
Chodbičky hmyzu		x		
Počet klád ve vzdálenosti 2 m (SsD)		x		0
Pokrytí mechorosty			x	0
Expozice (slunci / větru)			x	0

5.3 Výskyt hub ve smrkových lesích Evropy

Zastoupení většiny hub rostoucích na Trojmezne odpovídá výčtu druhů, které uvádí Holec (2000) a nazývá je druhy s boreálním a zároveň temperátně montánním charakterem rozšíření. Z Holcem uváděných typických druhů však na plochách nebyly nalezeny *Antrodia heteromorpha*, *Pholiota subochracea*, *Tyromyces simanii* a *T. undosus*, ze vzácnějších pak *Chysocephala chrysophylla* a *Leptoporus mollis*.

Z nalezených druhů jsou podle Holce (2000) nejcennější prvky Šumavské mykoflóry *Antrodiella* (cf.) *citrinella*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Phellinus viticola* a *Phlebia centrifuga*. Tomšovský (2002) však uvádí *P. viticola* jako nejhojnější druh svého rodu v přirozených i kulturních smrkových lesích na Šumavě. *Antrodiella* (cf.) *citrinella* je možná nový druh pro oblast Trojmezí. Prvně ji na Šumavě objevil v Boubínském pralese Vlasák (1990). U dalšího druhu z Trojmezne - *Hymenochaete fuliginosa* uvádí Tomšovský (2001), že vyžaduje přirozená stanoviště.

Z chorošovitých hub (*Polyporaceae* s.l.), které jsem na lokalitě na studijních plochách našel, uvádí Ryvarden a Gilbertson (1993) jako charakteristické pro severské jehličnaté lesy a horské jehličnaté lesy střední Evropy tyto: *Antrodia serialis*, *A.* (cf.) *sinuosa*, *Climacocystis*

borealis, *Fomitopsis pinicola*, *Gloeophyllum odoratum*, *Gloeophyllum sepiarium*, *Heterobasidion annosum*, *Oligoporus caesius*, *Oligoporus fragilis*, *Phellinus* (cf.) *chrysoloma*, *Phellinus nigrolimitatus*, *Phellinus viticola* a *Trichaptum abietinum*. (Některé z těchto druhů rostou ve smrkových i v borových severských lesích.) Některé z nich se však u nás běžně vyskytují i v hospodářských lesích v nižších polohách.

Složení mykoflory dřevokazných hub v severních boreálních smrkových lesích se liší od jižní Skandinávie a ještě více od hor střední Evropy. Ačkoli jsou ve všech těchto lesích přítomny výše zmíněné druhy, je v horách střední Evropy zastoupení těchto druhů menší. Druhy vzácné v našich horských smrkových lesích bývají v severských oblastech hojnější a některé z nich tam nejsou ani vzácné ani ohrožené, např. *P. nigrolimitatus* a *Phellinus ferrugineofuscus* nejsou ve Finském seznamu ohrožených druhů (Renvall et al. 1991, Renvall 1995). Pro mnoho z nich jsou středoevropské hory jižní hranicí rozšíření a tak by bylo zvláštní, kdyby zde byly hojné. Druhý důvod, proč je značný podíl těchto druhů ve střední Evropě vzácný, je nepatrná rozloha přírodě blízkých lesů s dostatečným množstvím tlejícího dřeva.

To, co přesně znamená dostatečné množství dřeva nebo míra zachovalosti, není jasné a jejich úrovně se pro různé druhy liší. Některé výsledky ukazují, že i malý úbytek dřeva vede k poklesu druhové diverzity na něj vázaných organismů (Bader et al. 1995, Siitonen et al. 2001). U nás bylo několik druhů hub nalezeno pouze v dlouho chráněných pralesích, odkud nebylo tlející dřevo ani živé stromy vůbec vyváženy, zejména v Boubinském a v Žofínském pralese, viz Kotlaba (2001).

Opačný trend oproti výskytu chorošovitých hub je u dřevokazných lupenatých hub (*Agaricales*), které se v boreálních lesích téměř nevyskytují (např. Renvall 1995) Lindblad (1998) v rozsáhlém průzkumu hub na kládách v Norsku uvádí pouze 1 nález ze skupiny *Agaricales* z 1134 nálezů.

Z druhů, které byly nalezeny na Trojmezné jsou *C. murraini*, *P. nigrolimitatus* a *P. centrifuga* v celé Skandinávii považovány za "indikační" druhy, které potřebují přírodě blízké lesy s velkým množstvím tlejícího dřeva (Groven et al. 2002). Z druhů, které jsou ohrožené a nebo indikační v lesích Norska (Lindblad 1998, Rolstad 2004), byly na Trojmezné nalezeny (pořadí podle zastoupení): *P. nigrolimitatus*, *P. centrifuga*, *C. murraini* a *P. chrysoloma*. Z Finska se navíc uvádí *A. citrinella* jako ohrožený druh a *P. nigrolimitatus*, *P. viticola* a *P. chrysoloma* jako druhy indikující přírodě blízké lesy (Renvall 1995, Sippola et al. 2001). Další druh, který se zřejmě pouze v Norsku vyskytuje jen v přirozených lesích je *O. fragilis* (Lindblad 1998).

Høiland a Bendiksen (1997) uvádějí, že podíl hub skupin *Corticiaceae* s.l. a *Polyporaceae* s.l. se v severní Evropě mění ve směru od západu na východ s tím, jak podnebí nabývá na kontinentalitě. Příčina tohoto jevu není jasná, pravděpodobně souvisí se změnami vlhkosti a teploty. Ve středním Norsku bylo druhů skupiny *Corticiaceae* s.l. 83%, zatímco v severovýchodním Finsku, jich podle výsledků Renvalla (1995) bylo 69%. Druhů skupiny *Polyporaceae* s.l. bylo v Norsku 17% a ve Finsku 31%. K celkovému zastoupení druhů skupiny *Corticiaceae* s.l. na Trojmezné lze pouze dodat, že rostou na značném množství dřeva. Určených druhů ze skupiny *Corticiaceae* s.l. bylo 8, určených druhů *Polyporaceae* s.l. bylo 18. Podíl určených druhů je tedy 31 %; při určení všech druhů by však pravděpodobně dosáhl nejméně 50 %.

Na Trojmezné bylo druhů nalezených pouze na jedné kládě 21,4 %. Lindhe a kol. (2004) uvádějí, že ve Švédsku v hospodářském lese bylo 45 % druhů nalezeno pouze jednou (na jedné kládě). V přírodních smrčínách Norska mělo jeden výskyt 35 % druhů (Høiland et Bendiksen 1996). Ve Finsku jen 8 druhů ze 120 rostlo na více než 10 % klád a druhů, které se objevily na méně než 1 % klád bylo 70 (58,3 %) (Renvall 1995).

Fisherův α index diverzity na Trojmezné je pro všechny houby na kládách nejméně 10, pouze pro chorošovitě (*Polyporaceae*) je 4 a pro chorošovitě s lupenatými dohromady je nejméně 7 (výskyt plodnic lupenatých hub je podhodnocený).

Při srovnávání diverzity chorošovitých hub ve Finsku v přírodních lesích a v lesích, kde před více než 50 lety proběhla výběrná těžba bylo zjištěno, že celkový počet druhů byl v přírodních lesích vyšší, stejně jako jejich hojnost (Sippola et al. 2001). V přírodních lesích připadalo na jeden kus tlejícího dřeva více druhů než v lesích, kde proběhla výběrná těžba. Fisherův α index diverzity pro přírodní lesy byl 15,3 oproti 10,5 v lesích ovlivněných těžbou. Je však třeba, mít na zřeteli, že hodnota indexu je vysoká i kvůli tomu, že ve Finsku šlo o lesy s příměsí několika druhů listnáčů a objem tlejícího dřeva listnatých stromů v několika případech převyšoval objem smrkového dřeva. Celková plocha na každé z 10 lokalit, kde byl sledován výskyt hub, byla 3140 m². Objem tlejícího dřeva je na Trojmezné přibližně dvojnásobný než v těchto přírodních lesích. Na jedné Trojmezenské ploše s 2000 m² je tedy často ještě více dřeva než na ploše 3140 m² Finského přírodního lesa. Počet druhů na smrkovém dřevě na ploše 15,7 ha v 5 přírodních lesích byl 42 a v 5 těžbou ovlivněných lesích 27. Počet 42 nebo 27 druhů na ploše 15,7 ha není mnoho ve srovnání s počtem 42 druhů (z toho 18 chorošovitých) na ploše 2,4 ha z Trojmezné. Pro chorošovitě je α sice jen 4, ale vzhledem k tomu, že se ve Finských lesích téměř nevyskytují dřevokazné lupenaté houby, je také třeba porovnávat hodnotu indexu chorošovitých a lupenatých druhů z Trojmezné dohromady, pak je α nejméně 7.

Při porovnání α indexu pouze u ploch s velkou převahou smrkového dřeva jsou výsledky s Trojmeznou podobné: α 9,6 při objemu tlejícího dřeva 53,8 m³ / ha v přírodním lese; v těžbou ovlivněném lese: α 8,6 při 43,3 m³ / ha, α 5,9 při 26,7 m³ / ha. Závěr, který z toho lze udělat je, že druhová diverzita je na Trojmezné přibližně stejná jako ve Finských lesích s mírným způsobem obhospodařování, možná vyšší. V přírodě blízkých borových lesích ve Finsku se hodnoty α pohybovaly mezi 6,3 a 9,3 (Sippola et Renvall 1999).

5.4 Mycelia – plodnice – sukcese

O tom, jak tvorba plodnic odráží růst mycelií není mnoho známo a růst mycelií a výskyt plodnic se značně liší druh od druhu. Plodnice však jsou nejlepším indikátorem reprodukční schopnosti hub (Renvall 1995) a také vitality a velikosti mycelií většiny druhů. Výskyt plodnic u většiny basidiomycetů pravděpodobně dobře odráží skutečný výskyt velkých a aktivních mycelií. Nordén (1997) však u *F. pinicola* uvádí, že v jednom průřezu starší souší ve výšce 0,3 m bylo zjištěno až 33 genet (oddělené liniemi reakčních zón). U čerstvé souše bylo ve výšce do 1 m 12 genet a jejich počet značně klesal směrem vzhůru. Podle vzorků z napadených stromů usoudit na několik ohnisek šíření. Jedna somaticky inkompatibilní geneta zabírá pouze část prostoru. Pravděpodobně za tím stojí schopnost jednojaderných mycelií přetrvávat ve dřevě a čekat na dikaryotizaci. Odlišné výsledky se ukázaly při studii na *P. nigrolimitatus* (Kausarud et Schumacher 2002). Při izolacích byla u zjištěna přítomnost 4 genet v jednom kmeni a v dalších dvou kmenech po 3 genetách. Jedna geneta byla přítomna pouze ve

vegetativním stavu a devět ostatních mělo od jedné do tří plodnic. Největší z jedinců zaujímal 2,3 m délky kmene. Je však třeba podotknout, že kmeny byly vybrány na základě přítomnosti plodnic a tak skutečná tvorba plodnic bude zřejmě nižší, a také je možné, že malí jedinci ve vegetativním stavu unikli pozornosti. Hood a kol. (2004) uvádějí, že poloha plodnic určitých hub a jiných charakteristických znaků tlení souhlasila s výsledky izolací při podrobném rozboru segmentů klád. Přítomnost plodnic předpovídala úspěšnou izolaci ze segmentu dřeva s hodnověrností 91%.

Jednou z výjimek je však václavka (*Armillaria*), která sice někdy tvoří mnoho plodnic, ale v krátkém období, jinak se šíří rhizomorfami. Nenalezl jsem ani jednu plodnici václavky a její výskyt bylo možné odvodit pouze podle rhizomorf nebo syrrocia pod kůrou souší, proto je její výskyt pravděpodobně podhodnocený. Luschka (1993) na Šumavě ze smrkového dřeva uvádí *A. cepestipes* Vel. a *A. ostoyae* Romagn. Na Šumavě v místě kůrovcové kalamity dominovala *A. ostoyae* (Romagn.) Herink a zjištěny byly i *A. cepistipes* Velenovský a *A. borealis* (Jankovský et al. 2003). Na Trojmezné pravděpodobně václavka, stejně jako *H. annosum*, není příliš významným druhem. Je však možné, že s pokračujícím odumíráním stromů kvůli kůrovci, se bude šířit (obsazuje prostor pod kůrou ve spodních částech kůrovcových kmenů).

Jankovský (2002) uvádí, že období tvorby plodnic *Phellinus nigrolimitatus* na ležících kmenech předchází dlouhá doba, kdy se hniloba šíří v bělí živých napadených smrků. Ze svého pozorování to nemohu ani potvrdit ani vyloučit. Ve dvou případech se na Trojmezné vyskytl nízký pahýl s jeho typickou voštinovou hnilobou ve středu, a přestože byla hniloba patrná i na padlých kládách, plodnice nebyly nalezeny. Renvall (1995) řadí *P. nigrolimitatus* spolu s *T. abietinum* do sukcesní řady začínající druhem *P. chrysoloma*.

Dřevo různého původu hostí různé druhy hub a sukcese na něm se pravděpodobně liší. Na základě vlastních pozorování si však netroufám popsat žádnou sukcesní řadu, pouze mohu rozlišit několik druhů, které dávají přednost dřevu z různě odumřelých stromů, viz výsledky. Některé druhy sukcesních řad popsaných pro dřevo smrku v boreálních lesích (Renvall 1995, Niemellä et al. 1995) se na Šumavě nevyskytují nebo jsou velmi vzácné. Na Trojmezné za určitých podmínek, jako je dostatečná vlhkost, pravděpodobně probíhá sukcese od *F. pinicola* k *A. citrinella*. Sukcese začínající u *F. pinicola* podle Renvalla (1995) pokračuje např. k druhům *P. centrifuga* a *T. abietinum*.

5.5 Podíl hub bílé a hnědé hniloby na rozkladu dřeva

Podle výsledků, které z Finska uvádí Renvall (1995) je na smrkovém dřevě druhů způsobujících hnědou hnilobu méně než druhů způsobujících bílou hnilobu (13,3 % druhů na 29,7 % klád), mají však značný podíl na rozkladu dřeva, zvláště ve středních stádiích rozkladu. Na Trojmezné na kládách převažovaly houby způsobující bílou hnilobu, a to jak počtem druhů, tak počtem výskytů. Podíl počtu druhů s hnědou hnilobou byl 28 %, je však třeba vzít v úvahu, že toto číslo by s každým dalším určeným druhem ze skupiny *Corticaceae* s.l. klesalo. Podíl počtu druhů způsobujících hnědou hnilobu na Pytláckém koutě, kde byl smrkový porost rozvrácen kůrovcem, byl 24% (5 druhů z 21). Nejvýznamnější druh způsobující hnědou hnilobu byl na Pytláckém koutě *F. pinicola* - na 20% souší a na 13% klád.

Nejhojnější druh způsobující bílou hnilobu byl na Trojmezné *P. viticola*, který se podílel na rozkladu 38,6 % objemu klád. Nejhojnější druh hnědé hniloby byl *D. stillatus*. Ten pravděpodobně rozkládá pouze povrchovou vrstvu dřeva a proto s ním v objemech nepočítám. Na Trojmezné se *F. pinicola* vyskytoval na 36 % objemu. To je méně než v Beskydech (NPR Kněhyně – Čertův mlýn), odkud jsou údaje 53 a 66 % (Lička 2002). Na souších na

Trojmezné, stejně jako v Beskydech, byl nejpočetnější *F. pinicola*. V Beskydech měl na rozkladu dřeva značný podíl (22 a 31 %) i další druh způsobující hnědou hnilobu - *G. sepiarium*. Na Trojmezné se však vyskytoval velmi málo. *G. sepiarium* má schopnost růst na souších a kládách s malým obsahem vody, které odumřely vlivem imisí, a také na oloupaných kládách ze zásahů proti kůrovci (Jankovský 2002). Já jsem jeho plodnici našel na oloupané kládě na lok. Častá, ale jinak je to houba, která se na mnou sledovaných lokalitách na Šumavě (také Častá a Pytlácký kout) téměř nevyskytovala. Luschka (1993) ji však také ze Šumavy uvádí jako běžný druh na místech s polomy. V Krkonoších (Sluneční údolí) byl opět druh s největším podílem na rozkladu dřeva *F. pinicola* (49 %), z druhů způsobujících bílou hnilobu byly nejvýznamnější *S. sanguinolentum* (17 % objemu dřeva), *P. nigrolimitatus* (7 %), *T. abietinum* (6 %) a *P. viticola* (4 %) (Jankovský et al. 2002). Situace na Trojmezné je opět odlišná nejen v menším podílu *F. pinicola* na rozkladu dřeva, ale také v tom, že *S. sanguinolentum* tam je houba s nepatrným významem. Velmi hojný druh *D. stillatus*, který způsobuje hnědou povrchovou hnilobu, však Lička (2002) neuvádí. Druhu *P. viticola* zase nepřipisuje větší význam Jankovský (2002). *P. nigrolimitatus* se na Trojmezné podílel na rozkladu klád s 12 % objemu.

Z tohoto srovnání se dá usoudit, že ačkoli mají rezervace v Beskydech a v Krkonoších nejvýznamnější zástupce mykoflóry stejné jako Trojmezná, rozkládá se zde dřevo jiným způsobem. Je možné, že to souvisí s vlhkostí, neboť Renvall (1995) uvádí, že druhy způsobující hnědou hnilobu jsou hojnější na suchých stanovištích, zatímco druhy způsobující bílou hnilobu převažují na vlhkých stanovištích. Další možnost, proč to tak může být, je větší zachovalost lesa na Trojmezné, než ve zmíněných rezervacích. Nasvědčoval by tomu i hojnější výskyt druhu *P. nigrolimitatus*.

5.6 Stromky a houby

Největší zastoupení stromů je na kládách s houbami bílé hniloby, především *P. nigrolimitatus*, *T. decora* a *G. picreus*. Pravděpodobně to souvisí s poměrně pomalým rozkladem těchto klád – s tím, že se ani značně zetlelé klády nerozpadají.

Výskyt semenáčků smrku v podmáčených smrčinách na Šumavě sledoval Škrdla (2003). Průkazný pozitivní vliv na přítomnost semenáčků měla přítomnost mechorostů a také pokročilý rozklad. Hniloba dřeva však v tomto případě nebyla sledována. Ve studii z Tater (1300 m n. m.) byla největší hustota semenáčků na smrkových kládách ve středním až pokročilejším stádiu rozkladu (odpovídá mým stupňům 3 a 4). Na hodně rozloženém dřevě bylo uchyceno málo semenáčků, ale převažovaly tam stromky starší 20 let (Zielonka et Niklasson 2001). K podobným výsledkům jako já došel také Lička (2002), který uvádí, že přirozená obnova smrku ve vysoko položených porostech probíhá převážně na dřevě v posledních stupních rozkladu s převahou bílé hniloby.

Zmlazováním smrku se u nás zabýval Vacek (1982, 1999). Jeho závěry o vhodnosti dřeva s hnědou hnilobou *F. pinicola* pro růst stromků však v podmínkách na Trojmezné hoře neplatí. Vacek (1982) uvádí, že zmlazování nejúspěšněji začíná na kmenech až 20 let po odumření, když je v nich hnědá kostkovitá hniloba. Vysvětluje to příznivějším zásobením vodou, které je umožněno druhem pórovitosti. Ve dřevě s bílou hnilobou je údajně poměr rozdělení pórů méně příznivý, převládají hrubé póry, které mohou rychleji vysychat. V období sucha vysychá dřevo s hnědou hnilobou v průměru 2,6 krát pomaleji než střední humusoželezitý podzol.

Podle Vacka (1999) semenáčky nejlépe přežily na kládách (testováno bylo 8 různých substrátů), jejich úmrtnost postupně klesala. K podobným výsledkům došla také Jonášová (2001), která tlející dřevo považuje za nejvhodnější substrát pro růst semenáčků. Semenáčky se snadno uchycují také na smrkovém opadu a mechorostech, ale nejlépe přežívají na dřevě.

Podle Lepšové (2002) se na kládách kořeny semenáčků rozrůstají pod kůrou, kde je malá konkurence kořenů dospělých stromů i jiné vegetace. Jejich kořenový systém je tam mnohem rozsáhlejší než v hrabance pod dospělými stromy. Mykorhizní typy tam sice nejsou tak pestré jako v půdě nebo v hrabance, ale to nemá negativní vliv na růst kořenů.

Na tlejícím dřevě jsou pro růst semenáčků smrku vhodné podmínky, největší výhodu pravděpodobně skýtá v menší konkurenci bylin nad zemí i pod zemí.

6 Literatura

- Albrecht J. a kol. 2003: Českosobudějovicko. In: Mackovčín P., Sedláček M. (eds.) Chráněná území ČR, svazek VIII. 808 p. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha
- Andrén H. 1994: Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review. *Oikos* 71, 355-366
- Bader P. et al. 1995: Wood-inhabiting fungi and substratum decline in selectively logged boreal spruce forests. *Biological Conservation* 72, 355-362
- Breitenbach J. et Kränzlin F. 1986: Fungi of Switzerland. Vol. 2. Heterobasidiomycetes, Aphyllophorales, Gasteromycetes. 412 p. Verlag Mykologia, Luzern
- Breitenbach J. et Kränzlin F. 1991: Fungi of Switzerland. Vol. 3. Boletes and Agarics 1st part. 361 p. Edition Mykologia Lucerne
- Breitenbach J. et Kränzlin F. 1995: Fungi of Switzerland. Vol. 4. Agarics 2nd part. 368 p. Edition Mykologia Lucerne
- Butin H. 1995: Tree Diseases and Disorders – Causes, Biology and Control in Forest and Amenity Trees. 252 p. Oxford University Press
- Čech V. 1962: In: Geologická mapa ČSSR – mapa předčtvrtohorních útvarů, 1 : 200000. Ústřední geologický ústav
- Černý A. 1976: Lesnická fytopatologie. 347 p. Státní zemědělské nakladatelství, Praha
- Dighton J., Thomas E. D. et Latter P. M. 1987: Interactions between roots, mycorrhizas, a saprotrophic fungus and the decomposition of organic substrates in a microcosm. *Biology and Fertility of Soils* 4, 145 – 150
- Edman M. et Jonsson B. G. 2001: Spatial pattern of downed logs and wood-decaying fungi in an old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science* 12, 609-620
- Fisher R. A., Corbet A. S. et Williams C. B. 1943: The relation between number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology* 12, 42-58
- Fox R. T. V. 2000: Pathogenicity. In: Fox R. T. V. (ed.): *Armillaria* Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus. Intercept, Andover
- Graham S. A. 1925: The felled tree trunk as an ecological unit. *Ecology* 4, 397-411
- Groven R., Rolstad J., Storaunet K. O. et Rolstad E. 2002: Using forest stand reconstructions to assess the role of structural continuity for late-successional species. *Forest Ecology and Management* 164, 39-55
- Harmon M. E., Franklin J. F., Swanson F. J. Sollins P., Gregory S. V., Lattin J. D., Anderson N. H., Cline S. P., Aumen N. G., Sedell J. R., Lienkaemper G. W., Cromack K. et Cummins K. W. 1986: Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research* 15, 133-302
- Harrington T. C. 1993: Diseases of conifers caused by species of *Ophiostoma* and *Leptographium*. In: Wingfield M.J., Seifert K.A. et Webber J.F. (eds.): *Ceratocystis* and *Ophiostoma*: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity. APS Press, St. Paul, Minnesota
- Högberg N. et Stenlid J. 1999: Population genetics of *Fomitopsis rosea* - a wood decay fungus of the old-growth European taiga. *Molecular Ecology* 8, 703-710

- Holec J. 2000: Mykoflóra Šumavy – základní literární prameny a shrnutí biodiversity makromycetů v nejvýznamnějších biotopech. *Silva Gabreta* 5, 69-82
- Holmer L. et Stenlid J. 1997: Competitive hierarchies of wood decomposing basidiomycetes in artificial systems based on variable inoculum sizes. *Oikos* 79, 77-84
- Høiland K. et Bendiksen E. 1997: Biodiversity of wood-inhabiting fungi in a boreal coniferous forest in Sør-Trøndelag County, Central Norway. *Nordic Journal of Botany* 16, 643-659
- Hood I. A., Beets P. N., Kimberley M. O., Gardner J. F., Oliver G. R. et Pearce S. 2004: Colonisation of podocarp coarse woody debris by decomposer basidiomycete fungi in an indigenous forest in the central North Island of New Zealand. *Forest Ecology and Management* 196, 311-325
- Hort L. et Vrška T. 1999: Podíl odumřelého dřeva v pralesovitých útvarech ČR. p. 75-86 In: Vrška T. (ed.) Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí konaného 8. – 9. října 1999 v Národním parku Podují, Znojmo
- Jakuš R. 2002: Stanovisko k problematike odumierania lesa a ochranných opatrení v oblasti rezervácie Trojmezna v NP Šumava. www.sos-sumava.cz/indexy/posudjakus.htm
Autor: Ing. Rastislav Jakuš, PhD., Laboratórium ochrany lesa, Ústav ekológie lesa Slovenská Akadémia Vied, Štúrova 2, 960 53 Zvolen, Slovensko
- Jankovský L., Vágner A. et Apltauer J. 2002: The decomposition of wood mass under conditions of climax spruce stands and related mycoflora in the Krkonoše Mountains. *Journal of Forest Science* 48 (2), 70-79
- Jankovský L., Cudlín P. et Moravec I. 2003: Root decays as a potential predisposition factor of bark beetle disaster in the Šumava Mts. *Journal of Forest Science* 49 (3), 125-132
- Jelínek J. 1997: Historický průzkum – Ověřování genofondu smrku ztepilého *P. abies* (L.) na vytypovaných lokalitách NP Šumava. Správa Národního Parku a Chráněné krajinné oblasti Šumava
- Jonášová M. 2001: Regenerace horských smrčín po kůrovcové kalamitě. *Silva Gabreta* 6, 241-248
- Jonsson B. G. 2000: Availability of coarse woody debris in a boreal old-growth *Picea-abies* forest. *Journal of Vegetation Science* 11, 51-56
- Jülich W. 1984: Die Nichtblätterpilze, Gallertpilze und Bauchpilze. In: Gams, H. (ed). *Kleine Kryptogamenflora*. Band IIb/1. 626 p. Gustav Fisher, Stuttgart, New York
- Kauserud H. et Schumacher T. 2002: Population structure of the endangered wood decay fungus *Phellinus nigrolimitatus* (Basidiomycota). *Canadian Journal of Botany* 80, 597-606
- Kauserud H. et Schumacher T. 2003: Genetic structure of Fennoscandian populations of the threatened wood-decay fungus *Fomitopsis rosea* (Basidiomycota). *Mycological Research* 107 (2), 155-163
- Kauserud H. et Schumacher T. 2003: Regional and local population structure of the pioneer wood-decay fungus *Trichaptum abietinum*. *Mycologia* 95 (3), 416-425

- Komonen A., Pentillä R., Lindgren M. et Hanski I. 2000: Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus. *Oikos* 90, 119-126
- Kotlaba F. 2001: Vybrané vzácné chorošovitě houby Šumavy. *Silva Gabreta* 7, 235-240
- Kowalski T. et Kehr R. D. 1997: Fungal endophytes of living branch bases in several European tree species. 67-86. In: Redlin S.C. et Carris L.M. (eds.) *Endophytic Fungi in Grasses and Woody Plants*. APS Press – The American Phytopathological Society, St. Paul, Minnesota
- Kruys N. et Jonsson B. G. 1999: Fine woody debris is important for species richness on logs in managed boreal spruce forests of northern Sweden. *Can. J. For. Res.* 29, 1295-1299
- Kubát K., Hrouda L., Chrtěk J. jun., Kaplan Z., Kirschner J. et Štěpánek J. (eds.) 2002: *Klíč ke květeně České republiky*. 928 p. Academia, Praha
- Kučera J. 1996: Bryofloristic characteristics of some notable vegetation types in Bohemian forest. *Silva Gabreta* 1, 83-88
- Landa Z., Horňák P., Osborne L. S., Nováková A. et Bursová E. 2001: Entomogenous fungi associated with spruce bark beetle *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae) in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta* 6, 259-272
- Lepš J. 1996: *Biostatistika*. 166 p. Biologická fakulta JU, České Budějovice
- Lepš J. et Šmilauer P. 2000: *Mnohorozměrná analýza ekologických dat*. 102 p. Biologická fakulta JU, České Budějovice
- Lepš J. et Šmilauer P. 2003: *Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO*. 269 p. Cambridge University Press
- Lepšová A. 2001: Ectomycorrhizal system of naturally established Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings from different microhabitats – forest floor and coarse woody debris. *Silva Gabreta* 7, 223-234
- Lička D. 2002: *Význam tlejícího dřeva v podmínkách NPR Kněžhyně – Čertův mlýn v Moravskoslezských Beskydech*. 159 p. Diplomová práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita Brno, Lesnická a dřevařská fakulta
- Lieutier F. 1993: Induced defence reaction of conifers to bark beetles and their associated *Ophiostoma* species. In: Wingfield M.J., Seifert K.A. et Webber J.F. (eds.): *Ceratocystis and Ophiostoma: Taxonomy, Ecology and Pathogenicity*. APS Press, St. Paul, Minnesota
- Lindblad I. 1998: Wood-inhabiting fungi on fallen logs of Norway spruce: relations to forest management and substrate quality. *Nordic Journal of Botany* 18, 243-255
- Luschka N. 1993: Die Pilze des Nationalparks Bayerischer Wald im bayerisch-böhmischen Grenzgebirge. *Hoppea* 53, 5-363
- Maser C. et Trappe J. M. 1984: *The seen and unseen world of the fallen tree*. 54 p. U.S.D.A., Forest Service, Gen. Tech. Report PNW-GTR-164
- McCullough H. A. 1948: Plant succession on fallen logs in a virgin spruce-fir forest. *Ecology* 29, 508-513
- Moser M. 1983: Die Röhrlinge und Blätterpilze 5. In: Gams, H. (ed). *Kleine Kryptogamenflora*. Band IIb/2. 533 p. Gustav Fisher, Stuttgart, New York

- Müller M. M. et Hallaksela A-M. 2000: Fungal diversity in Norway spruce: a case study. *Mycological Research* 104 (9), 1139-1145
- Müller M. M., Varama M., Heinonen J. et Hallaksela A-M. 2002: Influence of insects on the diversity of fungi in decaying spruce wood in managed and natural forests. *Forest Ecology and Management* 166, 165-181
- Næsset E. 1999: Decomposition rate constants of *Picea abies* logs in southeastern Norway. *Canadian Journal of Forest Research* 29, 372-381
- Neuhäuslová Z. (ed.) 2001: Mapa potenciální přirozené vegetace Národního parku Šumava. *Silva Gabreta, Supplementum* 1
- Neuhäuslová Z. et Eltsova V. 2003: Climax spruce forests in the Bohemian Forest. *Silva Gabreta* 9, 81-104
- Niemelä T., Renvall P. et Pantillä R. 1995: Interactions of fungi at late stages of wood decomposition. *Annales Botannici Fennici* 32, 141-152
- Nordén B. 1997: Genetic variation within and among populations of *Fomitopsis pinicola* (Basidiomycetes). *Nordic Journal of Botany* 17, 319-329
- Novák F., Kalousková N., Machovič V. et Brus J. (1999): Složení a struktura fulvokyselin horizontu B podzolové půdy z Trojmezí (Šumava). *Journal of Forest Science* 45 (12), 554-565
- Owens E. M., Reddy C. A. et Grethlein H. E. 1994: Outcome of interspecific interactions among brown-rot and white-rot wood decay fungi. *FEMS Microbiology Ecology* 14, 19-24
- Papoušek T. (ed.) 2004: Velký fotoatlas hub z jižních Čech. 819 p. České Budějovice
- Pouska V. 2001: Výskyt dřevokazných hub ve vztahu k vlastnostem dřeva smrku ztepilého na Šumavě. [Bc. Thesis, in Czech.] 42 p. Faculty of Biological Sciences, The University of South Bohemia, České Budějovice
- Pouska V. et Lepšová A. 2002: Houby na tlejícím dřevě smrku ztepilého na Šumavě. In: Karas J. et Podrázský V. (eds.) *Monitoring, výzkum a management ekosystémů Národního parku Šumava. Sborník z konference v Kostelci nad Černými lesy*, p. 46-49
- Rayner A. D. M. et Boddy L. 1988: Fungal Communities in the Decay of Wood. In: Atlas R. M., Jones J. G. et Jørgensen B. B. (eds.) *Advances in microbial ecology*. Plenum Press, New York
- Renvall P. 1995: Community structure and dynamics of wood-rotting Basidiomycetes on decomposing conifer trunks in northern Finland. *Karstenia* 35, 1-51
- Renvall P., Renvall T. et Niemellä T. 1991: Basidiomycetes at the timberline in Lapland 2. An annotated checklist of polypores of northeastern Finland. *Karstenia* 31, 13-28
- Rice C. G. et Demarais S. 1996: A table of values for Fisher's alpha log series diversity index. *Texas J. Sci.* 48, 147-158 (http://nhsbig.inhs.uiuc.edu/general_stats/alpha.lst)
- Rypáček V. 1957: *Biologie dřevokazných hub*. 209 p. Nakladatelství ČSAV, Praha
- Ryvarden L. et Gilbertson R. L. 1993: European Polypores. Part 1. Abortiporus – Lindtneria. *Synopsis Fungorum* 6, 6-387, *Fungiflora – Oslo – Norway*
- Ryvarden L. et Gilbertson R. L. 1994: European Polypores. Part 2. Meripilus – Tyromyces. *Synopsis Fungorum* 7, 394-743, *Fungiflora – Oslo – Norway*

- Schwarze F. W. M. R., Engels J. et Mattheck C. 2000: Fungal Strategies of Wood Decay in Trees. 185 p. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- Siitonen J., Martikainen P., Punttila P., Rauh J. 2000: Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *Forest Ecology and Management* 128, 211-225
- Siitonen J., Penttillä R. et Kotiranta H. 2001: Coarse woody debris, polyporous fungi and saproxylic insects in an old-growth spruce forest in Vodlozero National Park, Russian Karelia. *Ecological Bulletins* 49, 231-242
- Sippola A-L. et Renvall P. 1999: Wood-decomposing fungi and seed tree cutting: A 40-year perspective. *Forest Ecology and Management* 115, 183-201
- Sippola A-L., Lehesvirta T. et Renvall P. 2001: Effects of selective logging on coarse woody debris and diversity of wood-decaying polypores in eastern Finland. *Ecological Bulletins* 49, 243-254
- Smith M. L., Bruhn J. N. et Anderson J. B. 1992: The fungus *Armillaria bulbosa* is among the largest and oldest living organisms. *Nature (London)* 356, 428-431
- Solheim H. 1992: Fungal succession in sapwood of Norway spruce infested by the bark beetle *Ips typographus*. *European Journal of Forest Pathology* 22, 136-148
- Stenlid J. et Gustafsson M. 2001: Are rare wood decay fungi threatened by inability to spread? *Ecological Bulletins* 49, 85-91
- Stokland J. et Kauserud H. 2004: *Phellinus nigrolimitatus* - a wood-decomposing fungus highly influenced by forestry. *Forest Ecology and Management* 187, 333-343
- Sverdrup-Thygeson A. et Lindenmayer D. B. 2003: Ecological continuity and assumed indicator fungi in boreal forest: the importance of the landscape matrix. *Forest Ecology and Management* 174, 353-363
- Svoboda M. 2002: Sledování rozpadu a struktury lesních porostů v I. zóně NP Šumava Trojmezská. In: Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava, Kostelec nad Černými Lesy 28. až 29. 11. 2002, p. 70-81. Česká zemědělská univerzita v Praze
- Svoboda M. 2003a: Biological activity, nitrogen dynamics, and chemical characteristics of the Norway spruce forest soils in the National Park Šumava (Bohemian Forest). *Journal of Forest Science* 49, 302-312
- Svoboda M. 2003b: Tree layer disintegration and its impact on understory vegetation and humus forms state in the Šumava National Park. *Silva Gagreta* 9, 201-216
- Svoboda M. 2003c: Struktura lesních porostů, kvantitativní a kvalitativní charakter odumřelé dřevní biomasy v oblasti Trojmezenského pralesa. In: Vliv hospodářských zásahů a spontánní dynamiky porostů na stav lesních ekosystémů. 14 p. Kostelec nad Černými Lesy, Česká zemědělská univerzita v Praze
- Svoboda M. 2005a: Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezská. Zprávy lesnického výzkumu. In press
- Svoboda M. 2005b: Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezské ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*. In press

- Tarasov M. E. et Birdsey R. A. 2001: Decay rate of potencial storage of coarse woody debris in the Leningrad Region. *Ecological Bulletins* 49, 137-147
- Termorshuizen A. J. 2000: Ecology and epidemiology of *Armillaria*. In: Fox R.T.V. (ed.) *Armillaria Root Rot: Biology and Control of Honey Fungus*. Intercept, Andover
- Tomšovský M. 2001: Ecology and distribution of the genus *Hymenochaete* (Basidiomycetes, Hymenochaeteceae) in the Bohemian Forest (the Šumava Mts.). *Silva Gabreta* 7, 241-250
- Tomšovský M. 2002: The genus *Phellinus* in tne Šumava Mts. *Czech Mycology* 54 (1-2), 45-78
- Vacek S. 1982: Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách. *Zprávy lesnického výzkumu* 27 (2), 5-11
- Vacek S. 1999: Ekologické aspekty dekompozice dřeva v autochtonní smrčíně. p. 49-60 In: Vrška T. (ed.) *Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech*. Sborník příspěvků ze semináře s exkurzí konaného 8. – 9. října 1999 v Národním parku Podyjí, Znojmo
- Vlasák J. 1990: *Antrodiella citrinella* – nový choroš pro ČSFR. *Česká mykologie* 44, 238-239
- Worrall J. J., Anagnost S.E. et Zabel R.A. 1997: Comparison of wood decay among diverse lignicolous fungi. *Mycologia* 89 (2), 199-219
- Zatloukal V. 1998: Historické a současné příčiny kůrovcové kalamity v Národním parku Šumava. *Silva Gabreta* 2, 327-357
- Zielonka T. et Niklasson M. 2001: Dynamics of dead wood and regeneration pattern in natural spruce forest in the Tatra Mountains, Poland. *Ecological Bulletins* 49, 159-163

příloha I

Seznam všech dřevokazných hub nalezených na dřevě na trvalých plochách

Vysvětlivky:

TS – trofická skupina: **lig** – lignikolní saprofyt, **ligp** – lignikolní saproparazit

TH – typ hniloby: **h** – hnědá, **hk** – hnědá kostkovitá, **b** – bílá, **bv** – bílá voštinová, **bk** – bílá kostkovitá. U druhů, kde se typ hniloby nepodařilo v literatuře ověřit, se předpokládá, že mají bílou hnilobu.

Zkratka je jen u druhů zařazených do ordinačních analýz.

Druh - skupina	TS	TH	Zkratka
Heterobasidiomycetes			
<i>Calocera viscosa</i> (Pers. ex Fr.) Fr.	lig	h	CalVis
<i>Dacrymyces stillatus</i> Nees ex Fr.	lig	h	DacSti
<i>Exidia pithya</i> (Alb. et Schw.) ex Fr.	lig	b	ExPith
<i>Pseudohydnum gelatinosum</i> (Scop. ex Fr.) P. Karst.	lig	(b)	PseuG
Aphylophorales s. l.			
<i>Amylostereum areolatum</i> (Fr.) Boidin	lig	b	AmyA
<i>Antrodia serialis</i> (Fr.) Donk	lig	hk	AntSer
<i>Antrodia</i> cf. <i>sinuosa</i> (Fr.) Karst.	lig	hk	
<i>Antrodiella</i> cf. <i>citrinella</i> Niemelä et Ryv.	lig	b	AntCit
<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.: Fr.) Karst.	lig	b	BjeAdu
<i>Climacocystis borealis</i> (Fr.) Kotl. et Pouz.	ligp	bk	CliBor
<i>Columnocystis abietina</i> (Fr.) Pouzar	lig	h	ColAbi
<i>Coniophora olivacea</i> (Fr.) Karst.	lig	(b)	
<i>Cystostereum murraini</i> (Berk. et Curt.) Pouzar	lig	b	CystM
<i>Fomitopsis pinicola</i> (Swartz: Fr.) Karst.	lig(p)	hk	FomP
<i>Gloeophyllum odoratum</i> (Wulf.: Fr.) Imaz.	lig	h	GloeO
<i>Gloeophyllum sepiarium</i> (Wulf.: Fr.) Karst.	lig	h	GloeS
<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.) Bref.	ligp	b(v)	HetAnn
<i>Hymenochaete fuliginosa</i> (Pers.) Bres.	lig	b	
<i>Laetiporus sulphureus</i> (Bull.: Fr.) Murr.	ligp	hk	
<i>Lentinus</i> cf. <i>castoreus</i>	lig	hk?	LentC
<i>Oligoporus caesius</i> (Schrad.: Fr.) Gilb. et Ryvarden	lig	h	OliCae
<i>Oligoporus fragilis</i> (Fr.) Gilb. et Ryvarden	lig	hk	
<i>Phellinus</i> cf. <i>chrysoloma</i> (Fr.) Donk.	ligp	bv	
<i>Phellinus nigrolimitatus</i> (Romell) Bourdot et Galzin	ligp	bv	PheNig
<i>Phellinus viticola</i> (Schwein. in Fr.) Donk.	lig	bv	PheVit
<i>Phlebia centrifuga</i> P. Karst.	lig	(b)	PhleC

příloha I

<i>Merulius tremellosus</i> Fr.	lig	b	Phle
<i>Resinicium bicolor</i> (Alb. et Schw. ex Fr.) Parm.	lig	b	
<i>Stereum sanguinolentum</i> (Alb. et Schw. ex Fr.) Fr.	ligp	b	SteSan
<i>Trichaptum abietinum</i> (J. Dicks.) Ryv.	lig	bv	TriAbi

Agaricales

<i>Armillaria</i> sp.	ligp	b	rhArm
<i>Crepidotus subsphaerosporus</i> (Lge.) Kühn. et Romagn.	lig	b	CreSub
<i>Gymnopilus picreus</i> (Pers. ex Fr.) Karst.	lig	(b)	GymP
<i>Collybia acervata</i> (Fr.) Karst.	lig	(b)	GymAc
<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) ex Fr. Kummer	lig	(h?b?)	HyphC
<i>Hypholoma marginatum</i> (Pers. ex Fr.) Schroeter	lig	(b)	HyphM
<i>Mycena maculata</i> Karst.	lig	(b)	MycMac
<i>Mycena rubromarginata</i> (Fr. ex Fr.) Kummer	lig	(b)	MycRub
<i>Mycena viridimarginata</i> Karst.	lig	(b)	MycVir
<i>Pholiota flammans</i> (Fr.) Kummer	lig	(b)	PhoFla
<i>Pholiota scamba</i> (Fr.) Mos.	lig	(b)	
<i>Pleurocybella porrigens</i> (Pers. ex Fr.) Sing.	lig	(b)	
<i>Tricholomopsis decora</i> (Fr.) Sing.	lig	b	TriDec

Poznámky:

Laetiporus sulphureus (Bull.: Fr.) Murr. v tomto případě roste na smrku v horách, proto je možné považovat ho za *L. montanus* Černý; jeho plodnice byly v době nálezu téměř rozpadlé.

Merulius tremellosus Fr. odpovídá v novém pojetí druhu *Phlebia tremellosa* (Schrad.) Nakasone et Burds.

Collybia acervata (Fr.) Karst. odpovídá v novém pojetí druhu *Gymnopus acervatus* (Fr.) Karst.

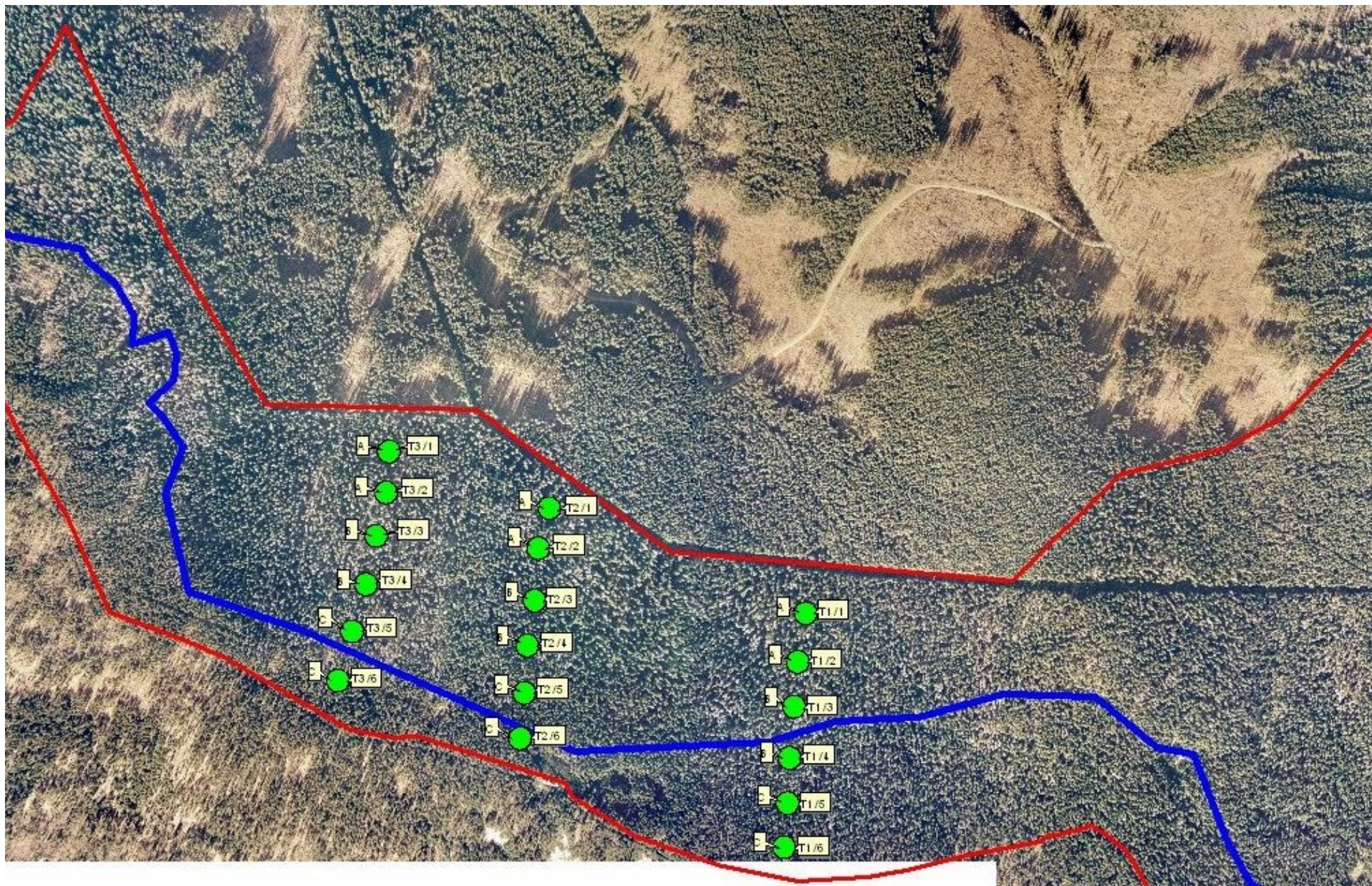
Lentinus cf. *castoreus* - podle staršího pojetí *Lentinellus castoreus* (Fr.) K. et M. nebo *L. ursinus* (Fr.) Kühn.

Neurčeno: *Trechispora* sp., *Ascocoryne* sp.

Ve skupině neurčených druhů *Corticaceae* s.l. byly hojné rody *Athelia* a *Botryobasidium*, další zjištěné rody byly *Grandinia*, *Vesiculomyces* a *Peniophora*. Neurčených druhů je přibližně 10 (A. Lepšová, pers. comm.).

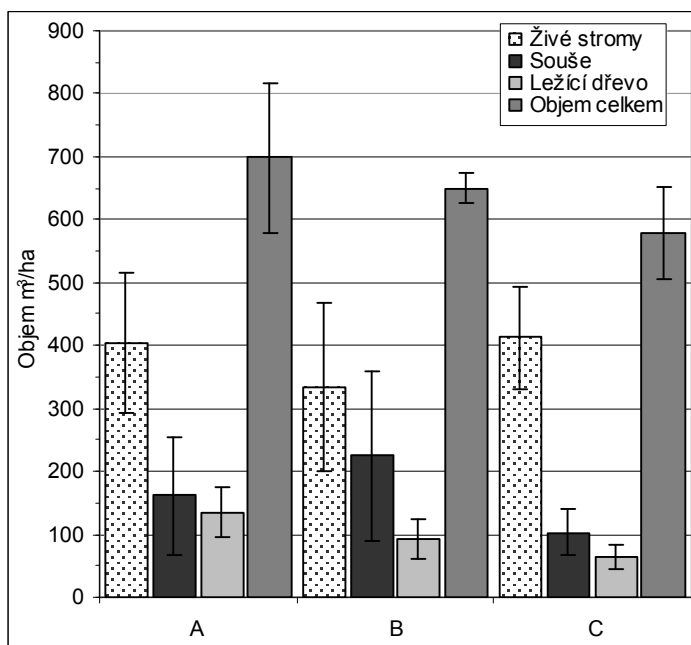
Většina vysvětlivek pochází z Ryvarden et Gilbertson (1993; 1994) a Worrall et al. (1997).

V názvech podle starších publikací (Moser 1983, Jülich 1984) je zachované původní ex namísto dvojtečky a také zkratka Fr., která se v novějších publikacích začala vypouštět



Fotografie 1: Letecký snímek Trojmezí hor. Červeně je vyznačena hranice rezervace Trojmezí, zelené kruhy představují studijní plochy a modrá linka odděluje hřebenovou část (dolní – jižní část obrázku), kde se v minulosti těžilo od porostu, který byl těžbou málo ovlivněný.

příloha III – objem dřeva



Průměrný objem (m^3 / ha) živých stromů, klád, souší a celkové zásoby dřeva na skupinách ploch A, B a C. Svislé úsečky představují směrodatnou odchylku; převzato od M. Svobody (2005).

A - dolních šest ploch (první dvě plochy na všech transektech)

B – prostředních 6 ploch

C – horních 6 ploch (poslední dvě plochy na všech transektech)

příloha IV

Vybrané druhy hub rostoucí na smrku jako saproparazité a jejich hniloby:

Fomitopsis pinicola (Swartz: Fr.) Karst. – troudnatec páskovaný, Aphyllophorales – Polyporaceae; Schwarze et al. (2000), Černý (1976)

Hojný saprofyt, zřídka parazit rozšířený v mírném pásmu severní polokoule (Černý 1976). V Evropě se vyskytuje hlavně na smrku a buku i na bříze, v horách i na jedli. Nejčastější místa vstupu infekce jsou poranění kůry nebo pahýly větví - výtrusy *F. pinicola* pronikají do stromů přes rány a suché větve. Na šíření infekce se mohou podílet i kůrovci (Castello et al. 1976). Houba může dlouho přežívat na pahýlu větve, dokud pahýl nezaroste do dřeva a to houbě umožní proniknout do jádra (Sinclair et al. 1987). Využívá také pylová zrna, která ulpí na kůře a to jí pomáhá přežít, dokud nepronikne do dřeva (Hutchinson et Barron 1997).

F. pinicola rozkládá i jehličí. Zbylý materiál bohatý na lignin se stává součástí horní vrstvy půdy a má zde významnou stabilizační funkci. Je vhodným substrátem pro rozvoj mykorhiz a dusík fixujících bakterií. Také zvyšuje nasáklivost půdy a výměnnou kapacitu kationů (Sinclair et al. 1987).

Tlející dřevo má známky typické hnědé hniloby – zpočátku je dřevo okrově hnědé, později světle hnědé a začínají v něm vznikat podélné a příčné trhlinky a v konečné fázi se hranolovitě rozpadá. Častý je výskyt bílého měkkého mycelia - syrrocia v prasklinách. Hniloba je podobná jako u druhu *L. sulphureus*. Plodnice jsou víceleté.

Heterobasidion annosum (Fr.) Bref. – kořenovník vrstevnatý, Aphyllophorales – Polyporaceae; Schwarze et al. (2000), Černý (1976)

Velmi rozšířený druh na jehličnanech s výskytem v obou mírných pásmech. Pro smrkové porosty je však nebezpečný jen mimo jejich původní rozšíření (Černý 1976). V místech velmi zatížených infekcí se může vyskytnout i na listnácích. Bylo u něj zjištěno na 200 hostitelů včetně bylin (Dimitri 1976; Zycha 1976; Sinclair et al. 1987).

Je to známý parazit, nebezpečný napadáním živých kořenů hlavně pro mladé stromky (Rishbeth 1951; Peek et al. 1972; Woodward 1992). V napadeném porostu infekci šíří výtrusy, které jsou deštěm smývány do vrchních horizontů půdy a klíčí na kořenech. K infekci jsou náchylnější silné kořeny. Z napadených kořenů mycelium často proniká i do kořenů zdravých stromů (Rishbeth 1951). U starších stromů *H. annosum* způsobuje bílou hnilobu vnitřku kmene, která se šíří od paty vzhůru. U napadených smrků se onemocnění navenek projeví zřídka. U vyhnílych stromů někdy nastává nadměrná tvorba pryskyřice a nebo mohou být nafouklé paty stromů.

Houba se v porostu z počátku uchytí nad zemí na pařezech, pahýlech apod. prostřed-nictvím výtrusů nebo vzácněji konidií (z pařezů apod.) nebo mycelia (Hanlin 1982).

Bílá hniloba, kterou způsobuje se někdy nazývá červená. Červené zbarvení mají buňky, které jsou změněné obrannou reakcí. Podle Černého (1976) čerstvě napadené dřevo dostává šedomodrý nádech, potom bývá světle okrově hnědé (téměř nerozlišitelné od zdravého dřeva), následuje známé červenohnědé zbarvení. Ve spodní části kmenů se takto zbarvené dřevo rozpadá podél letokruhů a v mezerách mohou být blány bílého syrrocia. V další fázi dřevo bledne a vznikají šedobílé protáhlé dvůrky (voštiny), ve kterých převládá čistá celulóza. V jejich blízkosti vznikají černé protáhlé útvary (až 10 krát 2 mm), což jsou zbytky dřeva slepené černou látkou vznikající při tlení. Dvůrky se postupně spojují a spolu se zbytky ligninu dávají hnilobě mramorovitý vzhled. Butin (1996) to popisuje jako červenohnědé prstence s bílou výplní s černým jádrem. Kvůli selektivní delignifikaci na konci dřevo dostane vláknitou strukturu s velkým podílem zachované celulózy. Plodnice jsou víceleté.

Rod václavka – *Armillaria*, Agaricales; Schwarze et al. (2000), Černý (1976), Fox R. T. V. (2000), Smith et al. (1992), Termorshuizen A. J. (2000)

Na našem území je několik druhů, které se od sebe dají těžko odlišit podle plodnic. Tyto druhy se liší svojí ekologií, rozšířením, výběrem hostitelů atd. Většina s nich jsou saprofyty. Za určitých podmínek se však některé z nich chovají jako agresivní parazité, kteří způsobují hniloby kořenů a spodku kmene. Václavky nejčastěji napadají oslabené (např. suchem) a přestálé stromy. Pro smrkové porosty jsou nebezpečné na nevhodných stanovištích (Černý 1976). U jehličnanů bývá parazitem *A.*

příloha IV

ostoyae Romagn. – václavka smrková, která může u mladých stromků způsobit smrt i za několik týdnů (Nierhaus-Wunderwald 1994). Podle Černého (1976) je nejčastějším příznakem napadení stromků ronění pryskyřice. Další, spíš saprofytní druhy, které mohou napadnout jen oslabené stromy jsou: *A. gallica* Marxmüller et Romagnesi, *A. cepistipes* Velenovský a *A. borealis* Marxmüller et Korhonen. Znamé jméno *A. mellea* (Vahl: Fr.) Kumm. má druh, který dává přednost listnatým stromům a může být jejich nebezpečným parazitem (Roll-Hansen 1985).

Šíření václavky je podobné způsobu šíření kořenovníku, s tím rozdílem, že se při něm často uplatňují rhizomorfy, ale ne konidie. Jimi se jediná geneta může rozšířit i na ploše mnoha hektarů (Shaw et Kile 1991, Smith et al. 1992). Rhizomorfy jsou dvou typů, silné, které slouží k přesunu živin a šíření, a tenké, které pronikají do kořenů a způsobují infekci. Woeste (1956) uvádí, že václavka k proniknutí do kořene nepotřebuje ani poškozenou kůru ani lenticely. Umožňuje jí to mechanické a chemické působení rhizomorfy, která v sevřeném svazku hyf proniká k lýku, odkud jednotlivé hyfy pronikají pryskyřičnými kanálky a dřevnými paprsky ke kambiu. Gäumann (1946) popisuje, že se rhizomorfy přichytí na kořen pomocí lepkavé látky, kterou jsou obaleny jejich špičky. Rhizomorfa se může ukotvit hyfami, které z vrcholku vrostou do vnější vrstvy kůry. Rhizomorfy také tvoří postranní větve, které podobně jako u jmelí rozmačkávají buňky epidermis a peridermu.

Po proniknutí pod kůru se v některých případech blanité mycelium (syrrocium) šíří hlavně podél kambia, což může vést ke smrti stromu. Nad napadenými místy se může ronit pryskyřice. Pláty mycelia se v některých případech vyskytují i u stromů uschlých nastojato např. kvůli napadení lýkožroutem. Jiný způsob spočívá v rozkladu vnitřku kořenů a poté kmene. Pak se navenek u stromu příznaky projevují až v pokročilém stupni, kdy je ohrožena jeho stabilita.

Ačkoli je václavka řazena mezi druhy s bílou hnilobou, rozkládá alespoň zpočátku přednostně celulózu a hemicelulózu (Campbell 1931, 1932). Swift (1965) zaznamenal i rozklad kůry, kde jsou buněčné stěny impregnované suberinem. Byla zjištěna schopnost rozkládat i dřevo nasycené vodou (Metzler 1994; Schumacher et Grosser 1995). Podle Černého (1976) je dřevo na počátku rozkladu světle oranžově hnědé, hniloba jazykovitě proniká do zdravého dřeva a bývá ohraničena tenkou černou zónou (pseudosklerotická vrstva). V další fázi je dřevo světle žlutooranžově hnědé nebo žlutobílé, měkké a od první fáze hniloby je odděleno černou zónou. Zetlelé dřevo se rozpadá na plátky, které vypadají jako tenké měkké hobliny. Vyčnívají z nich méně rozložené dřevné paprsky. Černý (1976) jeho strukturu nazývá žebříčkovitou a připisuje mu šedočerné až šedočerné zbarvení, které má původ v barvivo uvolněném z černé zóny. Já jsem však většinou pozoroval světle hnědou barvu. V kořenech a ve spodní části kmene vznikají dutiny, spodky kořenů mohou zcela odumřít, což stromy vyrovnávají velkými přírůstky na vnějších stranách. Vyhnílé stromy proto v těchto místech bývají charakteristicky ztloustlé. Plodnice se u václavek neobjevují příliš často, při příznivých podmínkách však na krátkou dobu velmi hojně.

Ze smrků s infekcí václavky ve zvýšené míře unikají těkavé oleje, které přitahují lýkožrouta *Ips typographus* (Madziara-Borusiewicz et Strzelecka 1977).

Climacocystis borealis (Fr.) Kotl. et Pouz. – plstnateček severský, Aphyllophorales – Polyporaceae; Černý (1976)

Roste na jehličnanech v mírném pásmu severní polokoule. U nás parazituje na smrku hlavně v horách, v pahorkatinách se vyskytuje velmi vzácně.

Jeho jednoleté plodnice vyrůstají ze spodních částí kmenů a z kořenových náběhů napadených smrků, ale často i z pahýlů několik let mrtvých. Uchytit se může pouze na živých stromech. Na větší vzdálenosti se šíří basidiosporami a infekce do stromů proniká přes poraněná místa. Z napadeného smrku se infekce šíří do okolních smrků také v místech dotyku kořenů.

Při rozkladu dřevo dostává světle červenohnědou barvu, začínají se tvořit trhlínky a dřevo se rozpadá na malé hranolky. Mezi nimi je bílé podhoubí, hlavně v příčných trhlínkách. Ke konci je dřevo měkké, béžově žlutobílé. Na povrchu zlomů se tvoří šedobílé, nepravidelné povlaky syrrocia. Když hniloba pronikne do bělového dřeva, smrky postupně odumírají. Kmeny se nejčastěji vylamují v patě, nebo až ve výšce kolem 2 m, pokud je tam dřevo méně pevné. Plodnice jsou jednoleté.

Stereum sanguinolentum (Alb. et Schw.) Fr. – pevník krvavějící, Aphyllophorales - Stereaceae; Černý (1976)

příloha IV

Houba rozšířená v mírných pásmech na dřevě jehličnanů. Často infikuje stromy v místech poranění běli a působí značné škody v hospodářských lesích. Jako saproparazit osídluje dřevo mezi prvními houbami a podílí se tak např. na odpaďování odumírajících a suchých větví.

Napadené dřevo je zpočátku zbarvené světle okrově až oranžově a v místě styku se zdravým dřevem je až 1 cm široká šedofialová zóna. S postupujícím rozkladem je dřevo výrazně oranžově hnědé a vláknitě se rozpadá. Živé stromy v místech infekce roní pryskyřici.

Bylo popsáno soužití pevníku s pilořitkou velkou (*Urocerus gigas* L.) Houba roste kolem chodeb larev. Byla izolována i ze žláz na bázi kladélka (Cartwright et Findlay 1938). Plodnice jsou jednoleté.

Pokud je mi známo, hniloby charakteristické pro různé druhy hub prvně popsal Rypáček (1957).

Vybrané saprotrofní houby na jehličnanech a jejich hniloby: (Černý 1976, str. 169-177)

Antrodia serialis (Fr.) Donk – outkovka řadová; Aphyllophorales - Polyporaceae
- severní mírný pás

Způsobuje hnědou hnilobu.

Podle našeho pozorování se rozkládané dřevo rozpadá na drobné podlouhlé (asi 0,5 cm široké) hranolky, které na padlých kmenech tvoří charakteristické podélné pásy.

Plodnice se často nezachovávají delší dobu, protože často slouží jako místa, kde se kuklí hmyz.

Gloeophyllum abietinum (Bull.: Fr.) Karst. – trámovka jedlová; Aphyllophorales - Polyporaceae
- severní mírný pás

Rozkládané dřevo je na počátku světle okrově hnědé, později tmavohnědé a kostkovitě se rozpadává. V trhlinách vyrůstají rezavohnědé vějíře podhoubí a někdy, zejména v budovách, se mohou na povrchu vytvořit až 2 cm silné povlaky světle hnědého vzdušného podhoubí.

Gloeophyllum odoratum (Wulf.: Fr.) Imaz. – anýzovník vonný; Aphyllophorales - Polyporaceae
- severní mírný pás

Tato houba se na tlejícím dřevě objevuje obvykle až ve druhém sledu po druhých jako *S. sanguinolentum*. Typickým místem jeho výskytu jsou pařezy, které často úplně rozloží.

Ze začátku je dřevo světle okrově hnědé, později se kostkovitě rozpadá a v trhlinách jsou bílé blanky syroccia. Na konci je dřevo červenohnědé a rozpadává se na prášek.

Gloeophyllum sepiarium (Wulf.: Fr.) Karst. – trámovka plotní; Aphyllophorales - Polyporaceae
- severní mírný pás

- živé stromy infikuje vzácně

- podhoubí roste ve vnitřku dřeva, proto bývá povrch dlouho nenarušený

V podhoubí se někdy tvoří oválné chlamydospory nebo konidie, které jsou značně odolné proti suchu.

Napadené dřevo je z počátku bledě žluté, postupně křehne a měkne. V poslední fázi je červenohnědé a kostkovitě se rozpadává.

Trichaptum abietinum (J. Dicks.) Ryv. – outkovka jedlová; Aphyllophorales
- severní mírný pás

Její hniloba je bílá voštinová. Na počátku je dřevo světle okrové, později se vytváří podélné dutinky (2 – 12 x 1 – 3 mm). Mezi letokruhy někdy roste tenké bílé syroccium. Na konci mají dutinky tenké stěny – voštinová stavba.

Za povšimnutí stojí, že jediné lupenaté houby, které jsou významnými saproparazity a saprofyty, smrku jsou václavky. Ostatní významné druhy patří zejména mezi chorošovité.

Literatura:

příloha IV

Primární citace: Schwarze et al. (2000), str. 98-138; Černý (1976), str. 67-115; Termorshuizen A. J. (2000), str. 55-56; Fox R. T. V. (2000); Smith et al. (1992)

Sekundární citace:

In Schwarze et al. (2000):

- Butin H. 1996: Krankheiten der Wald- und Parkbäume. Diagnose – Biologie – Bekämpfung, 3rd edn. Thieme, Stuttgart
- Campbell W. G. 1931: The chemistry of white rots of wood. II. The effect on wood substance of *Armillaria mellea* (Vahl) Fr., *Polyporus hispidus* (Bull.) Fr. and *Stereum hirsutum* Fr. Biochem. J. 25, 2023-2097
- Campbell W. G. 1932: The chemistry of white rots of wood. III The effect on wood substance by *Ganoderma applanatum* (Pers.) Pat., *Fomes fomentarius* (Linn.) Fr., *Polyporus adustus* (Willd.) Fr., *Pleurotus ostreatus* (Jacq.) Fr., *Armillaria mellea* (Vahl.) Fr., *Trametes pini* (Brot.) Fr. and *Polystictus abietinus* (Dicks.) Fr. Biochem. J. 26, 1827-1837
- Dimitri L. 1976: Die Resistenz der Fichte gegenüber dem Wurzelschwamm *Fomes annosus*. In Zycha H. et al. (eds.) Der Wurzelschwamm (*Fomes annosus*) und die Rotfäule der Fichte (*Picea abies* Karst.). Forstw. Cbl. Beih. 36, 67-75
- Engels J. 1998: Studien zur Besiedlung und Holzersetzung an ausgewählten Laub- und Nadelbäumen durch wurzelbürtige Pilze. FZKA 6068, Forschungszentrum Karlsruhe, Diss. Univ. Freiburg
- Hanlin R. T. 1982: Conidiogenesis in *Spiniger meineckellus*. Mycologia 74, 236-241
- Hutchinson L.T. at Barron G.L. 1997: Parasitism of pollen as a nutritional source for lignicolous Basidiomycota and other fungi. Mycol. Res. 101 (2), 191-194
- Metzler B. 1994: Die Luftversorgung der Hallimasch in nassem Fichtenholz. Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzd. 46, 292-294
- Nierhaus-Wunderwald D. 1994: Die Hallimasch-Arten. Biologie und vorbeugende Maßnahmen. Wald und Holz 14, 150-152
- Peek R. D., Liese W. et Parameswaran N. 1972: Infektion und Abbau des Wurzelholzes von Fichten durch *Fomes annosus*. Eur. J. For. Path. 2, 237-248
- Phillips D. E. et Burdekin D. A. 1982: Diseases of forest and ornamental trees. Macmillan, London
- Rishbeth J. 1951: Observations on the biology of *Fomes annosus*, with particular reference to East Anglian pine plantations. II. Spore production, stump infection, and saprophytic activity in the stumps. Ann. Bot. Lond. NS 15, 1-21
- Roll-Hansen F. 1985: The *Armillaria* species in Europe. Eur. J. For. Pathol. 15, 22-31
- Schumacher P. et Grosser D. 1995: Befall länger beregneten Fichtenstammholzes durch Hallimasch (*Armillaris* spp.) und sonstige Holzpilze. Holz als Roh-Werkst. 53, 137-145
- Shaw C. G. et Kile G. 1991: *Armillaria* root disease. USDA For.Serv., Agric. Handbook No. 691
- Sinclair W.A., Lyon H.H. et Johnson W.T. 1987: Diseases of trees and shrubs. Comstock, Cornell University Press, London
- Woodward S. 1992: Responses of gymnosperm bark tissue to fungal infections. In: Blanchette R. A. et Biggs A. R. (eds.) Defence mechanisms of wood plants against fungi. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, pp 62-75
- Zycha H. 1976: Die Infektion der Fichte. In: Zycha H. et al. (eds.) Der Wurzelschwamm (*Fomes annosus*) und die Rotfäule der Fichte (*Picea abies* Karst.). Forstw. Cbl. Beih.36, 31-38

In Černý (1976):

- Cartwright K. S. G. et Findlay W. P. K. 1938: Principal Decays of Softwoods used in Great Britain. London
- Gäumann E. 1946: Pflanzliche Infektionslehre. 1-585, Basel
- Woeste U. 1956: Anatomische Untersuchungen über die Infektionswege einiger Wurzelpilze. Phytopath Z. 26, 225-272

In Termorshuizen A. J. (2000):

- Madziara-Borusiewicz K. et Strzelecka H. 1977: Conditions of spruce (*Picea excelsa*) infestation by the engraved beetle (*Ips typographus* L.) in mountains in Poland. I. Chemical composition of volatile oils from healthy trees and those infected with the honey fungus (*Armillaria mellea* (Vahl) Qué.). Zeitschrift fuer Angewandte Entomologie 83: 409-415

In Fox R. T. V. (2000):

- Swift M. J. 1965: Loss of suberin from bark tissue rotted by *Armillaria mellea*. Nature 207, 436-437

příloha V – podrobnosti k ordinačním analýzám

Vysvětlivky k výsledkům ordinačních analýz: λ - *eigenvalue*; hodnota se pohybuje od 0 do 1, čím je vyšší, tím více variability v datech příslušná osa vysvětluje. % - *cumulative percentage variance of species data*; ukazuje, kolik variability v druhových datech vysvětlují osy, ke kterým se vztahuje. r – *species - environment correlation*; čím je hodnota vyšší, tím těsnější je vztah mezi kanonickou osou a druhovými daty. Čísla os jsou římskými číslicemi.

Obr. 1 - DCA:

	I	II	III	IV	Total inertia
λ	0.680	0.511	0.423	0.344	6.653
délka gradientu	5.938	5.236	5.204	4.157	
r	0.723	0.503	0.288	0.380	
%	11.2	19.6	26.5	32.2	

Percentages are taken with respect to residual variances, i.e. variances after fitting covariables
None of the four eigenvalues reported above is canonical. The corresponding axes are not constrained by the environmental variables.

Inflation factor byl ve všech případech menší než 4.

Korelace prvních dvou os s proměnnými prostředí:

rozklad	0.5927	0.2701
rozklad beli	0.6508	0.2367
kura	-0.3580	0.0067
vetve	-0.3548	-0.1845
mechorosty	0.5207	0.3504
lisejniky	0.3056	0.0534
stromky	0.3487	0.3751
boruvka	0.1923	0.1909
vegetace	-0.0632	0.2992
DsZ	0.2870	0.2761
SsD	0.0815	-0.0494
EXP	-0.0976	-0.0606
	SPEC AX1	SPEC AX2

Obr. 2, 3 - PCA:

	I	II	III	IV	Total variance
λ	0.319	0.154	0.093	0.085	1.000
%	31.9	47.3	56.5	65.1	

Obr. 4 – CCA:

	I	II	III	IV	Total inertia
λ	0.469	0.278	0.152	0.117	7.066
r	0.830	0.724	0.560	0.546	
%	7.1	11.3	13.6	15.3	

Percentages are taken with respect to residual variances, i.e. variances after fitting covariables
All four eigenvalues reported above are canonical and correspond to axes that are constrained by the environmental variables.

Obr. 5 – CCA:

	I	II	III	IV	Total inertia
λ	0.396	0.117	0.079	0.032	7.510
r	0.808	0.537	0.468	0.310	
%	5.6	7.3	8.4	8.9	

příloha VI – charakteristiky dřeva

Proměnné u klád:

Délka [m], průměr na obou koncích klády (čelo a čep) [cm] a objem - podle vzorce pro komolý kužel [m³]

Rozklad běli: 0 – *po kůrou nebo bez narušení*; 1 – *praskliny (porušení do 6 %)*; 2 – *místa začíná odpadávat (porušení kolem 10% povrchu klády)*; 3 – *16 – 35 % povrchu běli odpadlo*; 4 – *36 – 75 % povrchu odpadlo*; 5 – *vrchní vrstva běli dlouho chybí (nejčastěji "mumie" s P. nigrolimitatus)*; zvláštní kategorie – *oloupaná kůra při zásahům proti kůrovci (odkornění)*

Zachovalost větví: 4 – *zachovalá většina nejtenčích větviček*, 3 – *polovina větví má zachované větvení alespoň do 3. řádu (bez nejtenčích)*, 2 – *většina má zachované větvení alespoň na jednu vidlici*, 1 – *alespoň polovina možného počtu pahýlů (kolem 25 cm) je přítomna*, 0 – *málo pahýlů nebo žádné*; zvláštní kategorie – *osekané nebo ořezané větve + větve chybějící*

Semenáčky a stromky: 0 – *žádné nebo jen velmi malé (do 5 cm)*, 1 – *nejméně 10 stromků vyšších než 5 cm nebo 5 stromků o výšce kolem 20 cm*, 2 – *alespoň 3 stromky o výšce mezi 26 cm a 1 m*, 3 – *alespoň 1 stromek vyšší než 1 m*

Borůvka: *žádná nebo málo (0)*, roste na víc než 1/2 klády (1)

Vegetace: 0 – *0 až 5%*, 1 – *6 až 25 %*, 2 – *26 až 50 %*, 3 – *víc než 50% délky klády shora zakryto vegetací*

Dotyk se zemí (DsZ): 1 – *na zemi leží méně než 1/4 délky klády*, 2 – *na zemi méně než 1/2 délky*, 3 – *na zemi méně než 3/4 délky*, 4 – *na zemi víc než 3/4 délky*

Styk se dřevem: počet jiných kusů tlejícího dřeva (i v okolí ploch)

Expozice - zápoj korun, oslunění: 1 - *zapojený porost – všechny stromy v nejbližším okolí živé*; 2 - *v malé světlině nebo na zastíněném (jižním) okraji světliny*; 3 – *na světlině*

Část stromu: *kmenová (a) nebo korunová (b)*, nezjištěno

Původ klády: *vývrat (100), vývrat souže (150), zlom v patě (600), pahýl do výšky 1,3 m (500), kmen (400), koruna (200), pokáceno v minulosti (850), pokáceno a odkorněno (800), neznámý (0)*

Pravděpodobná příčina smrti stromu: *kůrovec, konkurence, kořenová hniloba (infekce), vývrat větrem, pokáceno, neznámá*

Proměnné u souší:

Zlom: *bez poškození (0), vrškový zlom (300), korunový zlom (200), kmenový zlom (400)*

Pevnost ve výšce přibližně 1 m – podle zaražení bodce [v cm]

Kůra – *výška pokrytí vzhledem k výšce stromu: bez kůry (0), kůra do 1/4 původní výšky stromu (1), kůra do 1/2 koruny (2), kůra do 3/4 - špička bez kůry (3), kůra všude (4), kůra chybí v dolní části až na půlce obvodu kmene (0,5)*

Větve: *stejně jako u klád*

Lišejníky na holém dřevě: *přítomny ve větším množství (1), dřevo je v kůře nebo na něm nejsou lišejníky (0)*

Hniloba do výšky 1,5 m: *stejně jako u klád*, 0 - *nepatrná*

Dlabání od ptáků (tedy přítomnost hmyzu): *hodně dlabů, hlavně v dolní části (1), velmi málo nebo žádné dlaby (0)*

Hnilobu podél klády jsem zapisoval takto: *hnědá kostkovitá (Fomitopsis pinicola) - hk_fom, hnědá drobně kostkovitá (Antrodia serialis) - hk_tra, hnědá kostkovitá - hk, bílá - b, bílá voštinová (Trichaptum abietinum, Phellinus viticola) - bv, bílá (Phellinus nigrolimitatus) - bv_nig, bílá kostkovitá (Climacocystis borealis) - bk_clim, bílá (Heterobasidion annosum) - b_het, bílá (Armillaria) - b_arm, "půda", neznámá*

Zvlášť jsem zaznamenával hnilobu na čele klády (v místě zlomu nebo na bázi vývratu). Tyto typy jsem sledoval i u souší.