

# **Hodnocení aspektů managementu mrtvého dřeva v hospodářských lesích a předběžný návrh doporučení**

Zpráva k projektu: QI102A085 - Optimalizace pěstebních opatření pro zvyšování biodiverzity v hospodářských lesích (2010-2014, MZE/QI)



**ČESKÁ ZĚMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE  
FAKULTA LESNICKÁ A DŘEVAŘSKÁ  
Katedra pěstování lesů**

Zpracovali: Radek Bače, Miroslav Svoboda

Praha  
leden 2012

*obsah*

<b>1. Úvod</b>	<b>3</b>
<b>2. Faktory spojené s přímým funkčním účinkem pro diverzitu saproxylických organismů</b>	<b>4</b>
2.1 Metodika	4
2.2 Výsledky a diskuze	6
<b>3. Přehledová analýza výhod a nevýhod jednotlivých způsobů navýšení množství mrtvého dřeva podle hospodářských souborů</b>	<b>8</b>
3.1 Metodika	8
3.2 Výsledky	10
<b>4. Zásoba jednotlivých typů mrtvého dřeva a potenciál ponechání živé dřevní hmoty nižší ekonomické hodnoty na příkladě porostů Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy</b>	<b>12</b>
4.1 Metodika	12
4.2 Výsledky a diskuze	15
<b>5. Předběžná doporučení a zdůvodnění</b>	<b>20</b>
<b>6. Literatura</b>	<b>22</b>

## 1. Úvod

Zpráva rozebírá různé aspekty managementu mrtvého dřeva (MMD). Ty lze rozdělit do dvou základních skupin. Do první skupiny patří ty, které jsou spojené s účinností navrhovaných opatření. Účinností rozumíme především účinnost navrhovaných opatření pro zvýšení biodiverzity v hospodářských lesích. Biodiverzita je sice pouze jedním z více důvodů, proč bychom se měli snažit o zavedení vhodného MMD, nicméně je důvodem patrně nejdůležitějším. Další výhody z ponechávání mrtvého dřeva v lese (jako například zlepšení živinové bilance nebo ochrana proti erozi půd) jsou pak v menší či větší míře ponecháním zvýšeného množství mrtvého dřeva, ať už jakýmkoli způsobem, naplněny také. Studií, které by zhodnocovaly vliv cílených opatření pro podporu saproxylických druhů je doposud relativně málo (Bače et al. 2011a). Naprostá většina vědeckých prací zabývajících se mrtvým dřevem vychází ze studia přirozených či přírodě blízkých lesů, resp. jedná se o srovnávací studie, kdy na jedné straně je popisován přírodní les, na straně druhé pak lesy hospodářské. Jednoznačně největší úroveň poznání nároků saproxylických druh je ve skandinávských lesích. Proto jsme při hodnocení faktorů mrtvého dřeva ovlivňujících biodiverzitu vycházeli z nekomplexnějších skandinávských studií. Přenositelnost některých poznatků může být částečně problematická (viz např. Lassauce et al. 2011). Z jiného pohledu jsou ale ve Švédsku vesměs stejné druhy dřevin jako u nás (kromě absence jedle) a na jihu Švédska jsou porosty téměř stejné jako u nás (např. bučiny). Např. ze studie Jonsson et al. (2010) vyplývá, že jednotlivé faktory mrtvého dřeva působí na biodiverzitu v jižním Švédsku podobně jako na severu Švédska. Poznamenejme, že vzdálenost lokality studie na jihu k území ČR je menší než její vzdálenost k severní lokalitě. V porovnání s druhou skupinou aspektů, jsou však aspekty funkční účinnosti vědecky zdůvodněny v desítkách až stovkách studií, především z evropských lesů (Bače et al. 2011a).

Do druhé skupiny patří aspekty, které mají negativní dopad pro vlastníka v podobě aktuálních finančních ztrát, ať už přímých - z nemožnosti zpeněžení ponechané hmoty, anebo nepřímých - např. přes ztěžování podmínek při provádění pěstebních či těžebně-dopravních pracích. Problémem druhé skupiny aspektů je to, že nebyly téměř vědecky řešeny. Je to dáno vysokou ekonomicko-politicko-biologickou komplexností celého problému. Přesto se již objevují studie, které se snaží nákladově-účinnostní bilanci MMD modelovat. Jedná se opět o studie (využívající přístup modelování) ze Švédska (Jonsson et al. 2006, Jonsson et al. 2010). Vzhledem k odlišnému systému obhospodařování skandinávských lesů je však přenositelnost poznatku do našich lesů výrazněji omezena. Proto jsme při přehledové analýze hospodářských aspektů vycházeli především ze zkušeností a názorů odborné veřejnosti (Bače et al. 2011a, Kyzlík et al. 2011).

Zpráva dále obsahuje přehled zásob jednotlivých typů mrtvého dřeva a potenciál ponechání živé dřevní hmoty nižší ekonomické hodnoty na příkladě porostů Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy. Vycházeli jsme z dat nasbíraných v rámci projektu „Komplexní nepeněžní a ekonomické ohodnocení biodiverzity jako základního potenciálu funkcí lesa“ (Marušák et al. 2009). Data byla zpracována tak, aby umožnila posoudit současný stav typů mrtvého dřeva na příkladu LHC s převahou hospodářského lesa a možný potenciál navýšení hodnot mrtvého dřeva.

Závěrem jsou předložena některá předběžná doporučení, vycházející z poznatků této zprávy a z literární rešerše Bače et al. (2011a).

## 2. Faktory spojené s přímým funkčním účinkem pro diverzitu saproxylických organismů

### 2.1 Metodika

Pomocí databází „Web of Science“ a „Google scholar“ by hledána vědecká literatura, která řeší vztah alespoň některého z významných saproxylických taxonů (především brouci a houby) k alespoň jednomu parametru mrtvého dřeva (stadium rozkladu, pozice, tloušťka, oslunění, druh dřeviny). Rozdílné stupnice faktorů byly individuálně sjednoceny na následující zjednodušující úrovně:

**Stupeň rozkladu odumřelého dřeva** (Marušák et al. 2009):

**0** Dřevo je čerstvé, tvrdé, bez zjevného výskytu hniloby. Strom vyschl, resp. se zřítíl nedávno a z větší části leží na větvích, je vyvýšený nad povrchem země. Tloušťka přítomných tenkých větví je menší než 1 cm. Kůra většinou pokrývá celý kmen.

**1** Dřevo je ještě tvrdé, avšak registrujeme už zjevný výskyt hub. Tloušťka tenkých větví je větší než 1 cm. Kmen leží částečně na zemském povrchu, anebo ho podepírají silné větve. Kůra je ještě ve většině případů přítomna.

**2** Dřevo je částečně měkké, někdy je možné odloupat kusy rozpadajícího se dřeva. Jsou přítomné nejvíce jen silné větve. Kmen leží celým svým povrchem na zemi, v terénních depresích, ale nekopíruje jeho povrch. Povrch kmene je pokrytý většími shluky epifytické vegetace. Kůra ve většině případů chybí.

**3** Dřevo je velmi měkké, rozpadavé. Ležící kmen leží celým svým povrchem na zemi, častěji je vnořený pod povrch a kopíruje terénní nerovnosti. Na jeho povrchu jsou zjevné hluboké rýhy a množství epifytických rostlin a hub. Kůra je ve většině případů nepřítomná.

**Pozice** (stojící, ležící).

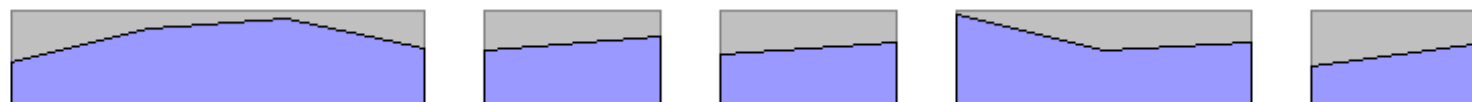
**Tloušťka** (10–20cm, nad 20cm).

**Oslunění** (světlo-zápoj do 25%, polostín 25–75%, stín nad 75%).

**Druh dřeviny** (jehličnatá, listnatá).

Výsledky studií byly vyjádřeny pomocí relativních čísel, vyjadřujících podíl počtu druhů, jež hostí daná úroveň faktoru k maximálnímu počtu druhů na některé úrovni tohoto faktoru (tabulka 1). Dále byly spočteny průměrné hodnoty těchto relativních čísel pro jednotlivé faktory a taxony. Následně byly spočteny vážené průměry těchto čísel pro celkovou diverzitu. Jako váhy byly použity váhy jednotlivých taxonů. Ty byly zjištěny podle celkového počtu saproxylických druhů jednotlivých taxonů (viz tabulka 2). Všechny použité literární zdroje měly stejnou váhu. Spočtená čísla poté vstoupila do analýzy vhodnosti jednotlivých typů MMD (tabulka 3).

Reference	Taxon	Stádium rozkladu				Pozice		Průměr		Oslunění			Dřevina	
		0	1	2	3	stojící	ležící	10-20cm	>20cm	světlo	polostín	stín	jehl.	listn.
Bunnell & Houde 2010 <sup>a</sup>	lišejníky	0.35	0.45	0.9	0.5									
	mechorosty	0.15	0.25	0.4	0.9									
	houby	0.15	0.4	0.6	0.95									
	bezobratlí	0.3	0.4	0.7	0.95									
	obratlovci	1	1	0.75	0.3									
Jonsson et al. 2010 <sup>b</sup>	lišejníky	0.45	1	0.85	0.25	1	0.25	0.55	1	0.8	1	0.8		
	mechorosty	0.1	1	1	0.4	0	1	0.65	1	0.1	0.5	1		
	houby	0.5	1	1	0.5	0.3	1	0.8	1	0.25	0.8	1		
	brouci	1	1	0.9	0.1	1	0.7	0.85	1	0.9	1	0.25		
Lindhe et al. 2005 <sup>c</sup>	brouci							1	1	1	1	0.5		
Jonsell et al. 2004 <sup>d</sup>	brouci	0.4	1	0.8	-			1	1	1	0.85	0.65		
Jonsell et al. 1998 <sup>e</sup>	bezobratlí							0.85	1	1	0.8	0.8		
www.saproxylic.org <sup>f</sup>	všechny druhy	0.25	1	0.8	0.25	1	0.9			1	0.15	0.35		
Stokland et al. 2004 <sup>g</sup>	všechny druhy	0.65	0.75	1	0.45	0.65	1	0.75	1				0.6	1
	lišejníky <sup>h</sup>	0.40	0.73	0.88	0.38	1.00	0.25	0.55	1.00	0.80	1.00	0.80		
	mechorosty <sup>h</sup>	0.13	0.63	0.70	0.65	0.00	1.00	0.65	1.00	0.10	0.50	1.00		
	houby <sup>h</sup>	0.33	0.70	0.80	0.73	0.30	1.00	0.80	1.00	0.25	0.80	1.00		
	brouci <sup>h</sup>	0.70	1.00	0.85	0.10	1.00	0.70	0.95	1.00	0.97	0.95	0.47		
	obratlovci <sup>h</sup>	1.00	1.00	0.75	0.30									
	bezobratlí dohr. <sup>h</sup>	0.30	0.40	0.70	0.95			0.85	1.00	1.00	0.80	0.80		
	všechny druhy <sup>h</sup>	0.45	0.88	0.90	0.35	0.83	0.95	0.75	1.00	1.00	0.15	0.35	0.60	1.00
	<b>vážený průměr<sup>i</sup></b>	<b>0.50</b>	<b>0.88</b>	<b>1.00</b>	<b>0.67</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>0.80</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>0.60</b>	<b>0.69</b>	<b>0.60</b>	<b>1.00</b>



**Tabulka 1.** Jak se liší druhová diverzita na/v jednotlivých úrovních faktorů mrtvého dřeva? Čísla znamenají podíl počtu druhů k maximálnímu počtu druhů na některé z úrovní jednotlivých faktorů.

<sup>a</sup> holarktická oblast, pouze ležící mrtvé dřevo

<sup>b</sup> Švédsko, pouze druhy Červeného seznamu (počet ohrožených druhů koreluje s celkovým počtem druhů; Pouska et al. 2010)

<sup>c</sup> Švédsko, souše, celkem 316 saproxylických druhů; <sup>d</sup> Švédsko, vysoké pařezy

<sup>e</sup> Švédsko, pouze druhy Červeného seznamu; <sup>f</sup> databáze saproxylických druhů (především Skandinávie + Dánsko)

<sup>g</sup> Skandinávie; <sup>h</sup> průměrné hodnoty z referencí

<sup>i</sup> Váha jednotlivých taxonů byla zjištěna podle celkového počtu saproxylických druhů v taxonu (tabulka 2).



**Tabulka 2.** Počty saproxylických druhů podle taxonů. Data převzata ze studie Stokland et al. 2004. Jedná se o počet saproxylických druhů ve Skandinávii.  
\*počet je pouze odhadován

## 2.2 Výsledky a diskuze

### *Stadium rozkladu*

Druhové složení saproxylických organismů se mění v závislosti na stadiu rozkladu. Houby jsou prvními osidlovateli a „připravovateli“ mrtvého dřeva pro další ekologické procesy. Průběh sukcese se může výrazně obměňovat v závislosti na druhu stromu, velikosti, režimu světla, vlhkosti a pozici kmene (Lonsdale et al. 2008). Závislost počtu druhů na stadiu rozkladu má unimodální průběh (tabulka1). Základním vysvětlením tohoto průběhu je postupný proces obsazování kmene. Jestliže se jednalo o zdravý kmen s minimálním množstvím hnilob, první druhy na něm se vyskytující jsou druhy epifytické, které se na kmeni vyskytovaly ještě coby součást živého stromu. Kolonizátoři kmene pak připravují podmínky pro další druhy. Například plodnice dřevokazných hub hostí larvální stadia mnoha druhů brouků (Jonsell & Nordlander 2002, Persiani et al. 2010). S postupem rozkladu se zdroje a hmota začínají vyčerpávat a diverzita začíná klesat. Dalším vysvětlení spočívá v dynamice rozkladu kmene. Jednotlivé části kmene se nerozkládají rovnoměrně, jak v podélném tak příčném směru. Kmeny ve středním stadiu rozkladu proto nabízejí zároveň v jednom čase části s různě rozloženým dřevem (Pyle & Brown 1999, Zielonka 2006).

Ve skandinávských zemích bylo zjištěno, že ohrožené druhy jsou hojnější na mrtvém dřevě v pozdějších stadiích rozkladu, když je ve dřevě vytvořena více diverzifikovaná nabídka substrátu. Tyto druhy se ocitly na Červeném seznamu, protože ležících kmenů v pokročilých stadiích rozkladu je v hospodářských lesích nejméně, zatímco stojící souše jsou hojnější (Fridman & Walheim 2000, Ehnström 2001).

### *Pozice*

Opět platí, že jak stojící, tak ležící mrtvé dřevo je druhově specifické. Ležící pozice hostí mírně více druhů. Vysvětlení může spočívat v tom, že kmeny padají k zemi ještě před tím, než dosáhne vrcholu křivka závislosti druhové diverzity na stadiu rozkladu. Typickou skupinou saproxylických druhů vázaných na stojící souše, jsou dutinová ptáčí, kteří ležící mrtvé dřevo pro účely hnízdění nevyužívají, ovšem může sloužit jako významný zdroj jejich potravy (Bunnell & Houde 2010).

### *Tloušťka*

Důvodem, proč je ze dvou rozměrů je lépe používat ve vztahu k diverzitě tloušťku kmene, je to, že, ač silně korelovaná s délkou kmene, lépe odráží diverzitu (Bunnell & Houde 2010). Silnější kmeny nesou mírně větší druhovou diverzitu. Základním vysvětlením pozitivního vlivu tloušťky je fakt, že silnější kmeny mají větší povrch a objem. Zaměříme-li se ale na diverzitu druhů na jednotku objemu hmoty dřeva, pak je tato veličina pravděpodobně větší u kmenů slabších dimenzí (Heilmann-Clausen & Christensen 2004). Z tohoto pohledu se jeví jako vhodnější pro biodiverzitu ponechat v lese dva kmeny o objemu 0,5 m<sup>3</sup> než jeden kmen o objemu 1 m<sup>3</sup>, protože mají dohromady větší povrch.

### *Oslunění*

Mrtvé dřevo, které je vystaveno většímu světelnému a tepelnému požitku nese větší druhovou diverzitu. Platí to jak pro lesy, v nichž se vyskytuje mrtvé dřevo díky přirozenému působení intenzivních disturbancí (Müller et al. 2010) tak díky dlouhodobému hospodaření člověka (Vodka et al. 2009).

### *Druh dřeviny*

Mezi všemi kvalitativními proměnnými mrtvého dřeva je faktor druhu dřeviny nejvýznamnějším faktorem ovlivňujícím druhové složení saproxylických organismů (Jonsell et al. 1998). Téměř všechny rody stromů mají dokonce své vlastní monofágní druhy bezobratlých (Jonsell et al. 1998).

Mrtvé dřevo listnatých dřevin nese ve skandinávských lesích větší druhovou diverzitu saproxylických druhů než mrtvé dřevo dřevin jehličnatých (Stokland et al. 2004). Lze předpokládat, že v našich středoevropských lesích bude tento rozdíl výraznější, protože přirozené zastoupení jehličnatých dřevin je zde nižší. Stanovištně původní druhy přirozeně hostí více původních druhů společenstva.

Z obecného pohledu se nejvýznamnější pro biodiverzitu stává takový druh dřeviny, který se v porostu vyskytuje v menší míře. Např. velmi důležitá je přítomnost břízy a osiky v boreálních smrkových porostech, což platí jak pro saproxylické, tak pro ostatní druhy (Okland et al. 1996). Jednotlivé dřeviny se mezi sebou liší v celkovém počtu na ně vázaných druhů. Velmi významným druhem pro biodiverzitu saproxylických bezobratlých Evropy je např. rod *Quercus* (Vodka et al. 2009, Bouget et al. 2011): 32% (to je absolutně 174) saproxylických druhů Červené knihy Švédska je známa právě z rodu *Quercus* (Jonsell et al. 1998). S postupem rozkladu kmene přestává hostujícím druhům záležet na druhu dřeviny a kolonizující organismy již nejsou v tomto smyslu tak obligatorní (Jonsell et al. 1998).

### 3. Přehledová analýza výhod a nevýhod jednotlivých způsobů navýšení množství mrtvého dřeva podle hospodářských souborů

#### 3.1 Metodika

Byla vytvořena přehledová analýza výhod a nevýhod jednotlivých možných způsobů navýšení mrtvého dřeva v lesích. MMD má mnoho aspektů a v přehledu jsme se pokusili zohlednit všechny jeho aspekty, jinými slovy faktory, které MMD ovlivňují.

##### *Aspekty managementu mrtvého dřeva (MMD)*

Faktory, které ovlivňují MMD lze rozdělit do dvou hlavních skupin. Do první skupiny patří ty faktory, které způsobují vlastníkově lesa přímé či nepřímé finanční ztráty. Do přímých můžeme zařadit ztráty z ponechání dřevní hmoty na místě a nemožnosti zpeněžení, dále pak náklady na aktivní vytváření určitých typů mrtvého dřeva. Do nepřímých hospodářských ztrát a zvýšených bezpečnostních rizik pak patří následující faktory:

- 1/ nebezpečí poškození oplocenky proti škodám zvěří, poškození nárostu, odrostlé kultury, mlaziny a dalších fází odrůstajícího porostu při pozdějším pádu ponechaného stojícího mrtvého dřeva
- 2/ nebezpečí namnožení podkorního hmyzu a následující nutnost provádění obraných opatření k ochraně lesa v případě ponechání rizikových dřevin (především u smrku)
- 3/ možnost namnožení dřevokaze čárkovaného (Andrš 2007)
- 4/ mechanická překážka při těžebně-dopravních a pěstebních operacích při ponechání jak ležící, tak stojící formy mrtvého dřeva
- 5/ nebezpečí úrazu lesního dělníka při těžebních pracích díky četnějším překážkám na pracovišti nebo při aktivním vytváření určitých typů mrtvého dřeva
- 6/ nebezpečí úrazu návštěvníka lesa při pozdějším pádu ponechaného stojícího mrtvého dřeva

Do druhé skupiny patří faktory, které působí na funkční účinnost ponechání či vytváření mrtvého dřeva. Tyto faktory zohledňují, do jaké míry se opatření k ponechání mrtvého dřeva pozitivně promítají do zvyšování biodiverzity, tedy k hlavnímu účelu MMD (Bače et al. 2011a). Jsou to následující faktory:

- 1/ rychlost funkčního účinku pro biodiverzitu – od kdy začne opatření působit
- 2/ komplexnost zastoupení všech stadií rozkladu mrtvého dřeva
- 3/ komplexnost zastoupení obou pozic – stojící/ležící mrtvé dřevno
- 4/ variabilita tloušťkových tříd mrtvého dřeva
- 5/ variabilita oslunění mrtvého dřeva
- 6/ variabilita druhu dřeviny mrtvého dřeva



Mezi další pozitivní faktory patří celková podpora přirozených procesů v lese, která je v přírodě blízkém lesním hospodařením žádoucí, dále dlouhodobý přísun živin s pozitivním účinkem na dlouhodobou produkci nebo také možnost využití ponechaných živých stromů coby výstavků pro podporu přirozené obnovy. Z estetického hlediska pak mohou být jednotlivá opatření jak pozitivní, tak negativní.

Informace o stavu hladin jednotlivých faktorů pro jednotlivé hospodářské soubory byly získány převážně z internetového zdroje (Základy typologického systému...2011). Faktory, které působí jen v některých cílových hospodářských souborech (CHS) jsou v tabulce uvedeny ve dvou řádcích pro dvě skupiny CHS. V jedné skupině faktor hraje roli a v druhé skupině roli nehraje anebo má výrazně menší význam.

### *Různé způsoby hospodářských opatření za účelem navýšení objemu mrtvého dřeva*

Vzhledem ke skutečnosti, že z celkového rozboru problematiky saproxylických druhů v lesích Evropy (Bače et al. 2011a, tabulka 1) vyplývá, že mnoho známých ohrožených saproxylických druhů je vázáno na osluněné mrtvé dřevo, jsou následující způsoby navýšení mrtvého dřeva vztaženy k období mýtní těžby, kdy dochází zpravidla k největším prosvětlením lesního prostředí u všech hospodářských způsobů, mimo způsobu výběrného. V tomto období je pak nejsnazší dosáhnout určitého podílu osluněného mrtvého dřeva. Mezi možné způsoby navýšení objemu mrtvého dřeva v hospodářských lesích po mýtní těžbě byly do analýzy vybrány následující způsoby:

#### **1/ponechání souší**

Myslí se tím ponechání vybraných stojících uschlých stromů s vyšší ekologickou hodnotou.

#### **2/ ponechání živých stromů**

Myslí se tím ponechání vybraných stojících živých stromů, přednostně s nižší ekonomickou hodnotou.

#### **3/ ponechání ležících kmenů**

Myslí se tím ponechání uříznutých částí nebo celých kmenů, které jsou ponechány po těžbě na místě.

#### **4/ ponechání vysokých pařezů**

Tato možnost je vhodná, zejména u pařezů výších než 1 m vzhledem k bezpečnosti práce, spíše ve spojení s harvesterovou technologií těžby. Výška harvesterem vytvořených pařezů může dosahovat i přes 5 m (Schroeder et al. 1999).

#### **5/ cílené kroužkování živých stromů**

Jedná se o cílené usmrcování ponechaných živých stromů pomocí záměrného přerušení jejich vodivých pletiv v lýkové části. Existuje více variant této metody usmrcení stromu. Účinnost jednotlivých metod je různá. Základní rozdělení je podle šířky kroužku a podle jeho úplnosti. Šířka kroužku může být jen tenká, může pak docházet k přerůstání tenkého kroužku hojivým pletivem. Kmen je možné celkově okroužkovat kolem dokola, nebo provést jen částečné okroužkování, kdy se na jedné straně kmene nechá neporušený pruh kůry. Strom je pak díky této spojce schopný stále transportovat živiny a dokáže přežít i několik let. Další variantou kroužkování je spirálování, kdy se do kmene vyřízne spirála, která kmen alespoň jednou dokola obkrouží (Veverková 2009).

## 6/ ponechání vývratů

Použití této metody je omezeno především nepravidelností výskytu vyvrácených stromů v čase. Ponechání vývratů je také spojeno s rizikem namnožení škodlivého podkorního hmyzu. Vyvrácené stromy dále často představují, vzhledem k omezeným možnostem vybrat si jejich umístěním, překážku při pěstebních a těžebně-dopravních činnostech.

Mezi možnosti navýšení hodnot mrtvého dřeva nebyly uvažovány:

- 1/ vytváření rezervací v krajině hospodářských lesů
- 2/ možnost prodloužení obmýtí
- 3/ rozštěpování dřevní hmoty na místě.

Tyto možnosti byly zkoumány z hlediska přínosů pro biodiverzitu a zároveň v relaci k hospodářským ztrátám v lesích Skandinávie, kde vzhledem k odlišnému způsobu lesního hospodářství připadají více v úvahu. Všechny tři se ukázaly jako méně efektivní z důvodu vyšších ekonomických ztrát při realizaci těchto opatření (Ranius et al. 2005, Jonsson et al. 2010).

Jednotlivé faktory MMD a typy MMD byly postaveny v tabulce proti sobě (tabulka 3). Faktory, které při daném způsobu opatření MMD působí negativně, měly hodnotu -1. Faktory, které nepůsobí anebo působí neutrálně, měly hodnotu 0. Pozitivně působící faktory měly hodnotu +1. Hodnoty byly odhadovány na základě dostupných zdrojů (Bače et al. 2011a). Odhadovány byly i váhy jednotlivých faktorů. Součet vah pro faktory způsobující ztráty pro vlastníka je přibližně roven součtu vah pro faktory pozitivně působící na funkční účinek pro biodiverzitu. Dále byly provedeny součty hodnot a součty hodnot násobených vahami pro jednotlivé způsoby opatření MMD (tabulka 3). Pro jednotlivé cílové hospodářské soubory (CHS) se sečetly hodnoty faktorů, které v daném CHS působí. K těmto součtům se připočetl součet vah všech faktorů a tím byla zjištěna absolutní hodnota vhodnosti daného způsobu hospodářského opatření pro jednotlivé CHS. Nakonec se spočetla relativní čísla vhodnosti daného typu hospodářského opatření k hodnotě nejvhodnějšího opatření v rámci CHS.

## 3.2 Výsledky

Jednotlivé možnosti navýšení mrtvého dřeva se v konečném součtu od sebe výrazně nelišily (tabulka 4). Jako nevhodnější způsob se jeví ponechávání živých stromů, a to pro všechny hospodářské soubory, kromě souboru 53 - smrkové hospodářství kyselých stanovišť vyšších poloh, kde je podle předběžné analýzy nevhodnější ponechávat stojící souše. Ponechávání souší je celkově druhý nevhodnější způsob opatření s hodnotou 94% vhodnosti v porovnání s možností ponechávat živé stromy. Další tři způsoby - cílené kroužkování živých stromů, ponechání ležících kmenů a ponechání vysokých pařezů se mezi sebou celkově nelišily. Všechny tři jsou z 90% procent vhodné oproti ponechávání živých stromů. Jako nejméně vhodná, ovšem stále s 84% vhodností oproti nejlepší metodě, vyšla metoda ponechávání vývratů. Vhodnost opatření se mezi hospodářskými soubory z celkového pohledu lišila jen nepatrně.

Váha faktor u	Faktor	Možné dvě hladiny faktoru pro dvě skupiny CHS			CHS	Způsob hospodářského opatření za účelem navýšení objemu mrtvého dřeva					
		Míra okusu/ druh obnovy	Intenzita návštěv	Použitá těžební technologie		Nemožnost ponechávání jiného než smrkového dřeva	Ponechání souší	Ponechání živých stromů	Ponechání ležících kmenů	Ponechání vysokých pařezů	Kroužkování živých stromů
0.1	poškození oplocenky	vysoká a zároveň umělá obnova			19,25,55,57	-1	-1	0	0	-1	0
0.1	poškození oplocenky	nízký okus nebo přirozená obnova			13,21,23,27,43,45,53	0	0	0	0	0	0
1	nebezpečí úrazu dělníka			harvestor	13,43,45,53,55	0	0	0	0	0	0
1	nebezpečí úrazu dělníka			JMP	19,21,23,25,27,57	-1	0	-1	-1	0	-1
1	nebezpečí návštěvníka lesa		větší		13,21,23,25,27,43,45	-1	-1	0	0	-1	0
1	nebezpečí návštěvníka lesa		menší		19,53,55,57	0	0	0	0	0	0
1	nebezpečí namnožení kůrovce			ne	13,19,21,23,25,27,45,55	0	0	0	0	0	0
1	nebezpečí namnožení kůrovce			ano	43,53,57	0	-0.5	-1	-1	-1	-1
1	překážka při vyklizování			harvestor	13,43,45,53,55	-0.5	-0.5	-1	0	-0.5	-1
1	překážka při vyklizování			JMP	19,21,23,25,27,57	0	0	-1	0	0	-1
0.1	nebezpečí namnožení dřevokaze					-1	0	-1	-1	-1	-1
0.1	využití semenné funkce výstavek					0	1	0	0	0	0
1	fin. ztráty z ponechání či vytváření					-0.5	-1	-1	-1	-2	-0.5
1	podpora přirozených procesů					1	1	1	0.5	0.5	1
0.1	estetické hledisko					1	1	0	-1	-1	1
0.1	dlouhodobý přísun živin					1	1	1	1	1	1
0.1	rychlost účinku pro biodiverzitu					1	0	1	1	1	0.5
1	zastoupení sekvencí stadií rozpadu					1	1	1	1	1	1
1	zastoupení obou pozic stojící/ležící					1	1	0	0.5	1	0
1	variabilita tloušťkových tříd					0.5	1	1	0	1	1
1	variabilita oslunění					1	1	1	1	1	0
1	nízká variabilita druhu dřeviny			ne	13,19,21,23,25,27,45,55	0	1	1	1	1	0
1	nízká variabilita druhu dřeviny			ano	43,53,57	0	0	0	0	0	0
					<b>Suma (hodnota)</b>	<b>2.5</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
					<b>Suma (hodnota × váha)</b>	<b>3.1</b>	<b>3.7</b>	<b>0.1</b>	<b>0</b>	<b>1.4</b>	<b>-0.4</b>

**Tabulka 3.** Přehledová analýza faktorů, které souvisejí s jednotlivými způsoby hospodářských opatření za účelem navýšení objemu mrtvého dřeva. Faktory, které působí jen v některých CHS, jsou uvedeny dvakrát po sobě pro dvě skupiny CHS. Zobrazeny jsou i odhadované váhy jednotlivých faktorů. Součet vah pro faktory způsobující ztráty pro vlastníka je přibližně roven součtu vah pro faktory pozitivně působící na funkční účinek pro biodiverzitu. Faktory, které při daném způsobu opatření MMD působí negativně, mají hodnotu -1. Faktory, které nepůsobí anebo působí neutrálně, mají hodnotu 0. Pozitivně působící faktory mají hodnotu +1. Hodnoty byly odhadovány na základě dostupných zdrojů (Bače et al. 2011a). Zobrazeny jsou i součty hodnot a součty hodnot násobených vahami pro jednotlivé způsoby opatření MMD.

Typ hospodářského opatření za účelem navýšení objemu mrtvého dřeva

Cílový hospodářský soubor	Ponechání živých stromů	Ponechání souší	Kroužková ní živých stromů	Ponechání ležících kmenů	Ponechání vysokých pařezů	Ponechání vývrátů
13 borové přirozených borových stanovišť	1.00	0.95	0.91	0.94	0.94	0.87
19 lužních stanovišť	1.00	0.90	0.92	0.86	0.85	0.79
21 borové/dubové exponovaných stanovišť	1.00	0.90	0.91	0.90	0.89	0.83
23 borové/dubové kyselých stanovišť	1.00	0.90	0.91	0.90	0.89	0.83
25 dubové živných stanovišť	1.00	0.90	0.91	0.90	0.89	0.83
27 borové/dubové oglejených stanovišť	1.00	0.90	0.91	0.90	0.89	0.83
43 smrkové/borové/bukové kyselých stanovišť středních poloh	1.00	0.98	0.88	0.94	0.93	0.91
45 bukové/smrkové živných stanovišť středních poloh	1.00	0.95	0.91	0.97	0.96	0.90
53 smrkové kyselých stanovišť vyšších poloh	0.98	1.00	0.87	0.87	0.87	0.85
55 smrkové živných stanovišť vyšších poloh	1.00	0.95	0.92	0.93	0.92	0.86
57 smrkové/jedlové oglejených stanovišť vyšších poloh	1.00	0.97	0.89	0.82	0.82	0.80
aritmetický průměr	<b>1.00</b>	<b>0.94</b>	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	<b>0.90</b>	<b>0.84</b>

**Tabulka 4.** Podíly vhodnosti jednotlivých typů hospodářských opatření za účelem navýšení objemu mrtvého dřeva v hospodářských lesích podle vybraných cílových hospodářských souborů (CHS). Zobrazená čísla znamenají podíl vhodnosti daného typu hospodářského opatření k hodnotě nevhodnějšího opatření v rámci CHS. Vhodnost jednotlivých opatření byla spočtena podle přehledové analýzy (tabulka 3). Hodnoty se nejprve znásobily vahami jednotlivých faktorů, poté byly provedeny součty těchto násobků u hladin faktorů, které při daném CHS působí. K těmto součtům se připočetl součet vah všech faktorů a tím byla zjištěna absolutní hodnota vhodnosti daného způsobu hospodářského opatření pro jednotlivé CHS.

## 4. Zásoba jednotlivých typů mrtvého dřeva a potenciál ponechání živé dřevní hmoty nižší ekonomické hodnoty na příkladě porostů Školního lesního podniku Kostelec nad Černými lesy

### 4.1 Metodika

Modelový objekt Lesní hospodářský celek ŠLP Kostelec nad Černými lesy má výměru 5 910 ha. Přes značnou rozsáhlou oblast je rozpětí růstových podmínek vymezené soubory lesních typů poměrně úzké, čemuž odpovídá i počet hospodářských souborů. Symetrické rozložení 2. a 4. lvs kolem převládajícího 3. lvs s plošně bezvýznamným uplatněním 1. a 5. lvs soustřeďuje hospodářské soubory převážně do středních poloh, v menší míře do nižších poloh. Smrkové hospodářství má své těžiště na svěžích půdách v HS 45 a oglejených půdách HS 47. Těžištěm borového hospodářství je HS 23. V nejrozšířenějším souboru kyselých stanovišť středních poloh - HS 43 se stýká borové i smrkové hospodářství, které odlišují v tomto rámci svěží a sušší polohy (Marušák et al. 2009). V LHC se nachází i NPR Voděradské bučiny o rozloze 658 ha. V rezervaci se místy nacházejí staré porosty s vyšším množstvím mrtvého dřeva.

Území lesních porostů ŠLP Kostelec nad Černými lesy bylo stratifikováno na straty (Marušák et al. 2009). Vylišení jednotlivých strat bylo provedeno na základě odlišnosti jednotlivých faktorů, které ovlivňují druhovou diverzitu i cenu za dřevní produkci. Těmito faktory jsou věková kategorie, kategorie zakmenění a stanovištní kategorie. Každé stratum je označeno

čtyřmístným kódem, kde 1. číslice udává stanovištní kategorii, druhá a třetí číslice udává věkovou kategorii (12 kategorií) a čtvrtá číslice udává kategorii zakmenění (5 kategorií).

**Stratifikátor 1** – Stanovištní kategorie, která kombinuje vegetační stupeň a edafickou kategorii, ale i podobnost v druhové bohatosti dřevin i ceně za dřevní hmotu na ha. Jde o agregaci SLT do následujících 5 kategorií:

**1** 3C, 3V, 2L, 2B, 3B, 3S, 3J, 3U, 3H, 3D, 2M

**2** 0Z, 3M, 4B, 2S, 4Q, 4S, 3F, 2D, 4K, 2C, 3A, 4O, 3N, 4V, 2K, 2H, 4P, 3O, 2I, 3K, 3P, 3I

**3** 1V, 4N, 4D

**4** 1Z, 4A, 4F

**5** 1K, 1C, 0K, 2N, 3L, 4G, 1G

**Stratifikátor 2** – Věková kategorie definovaná rozpětím věku porostu. Rozlišuje se následujících 12 kategorií:

**0** holina

**1** 1-20

**2** 21-40

**3** 41-60

**4** 61-80

**5** 81-100

**6** 101-120

**7** 121-140

**8** nad 141

**9** maximální a minimální věk < 40

**10** maximální věk  $\geq$  40 a minimální věk  $\geq$  30

**11** maximální věk > 80 a minimální věk < 30

**Stratifikátor 3** – Kategorie zakmenění definovaná rozpětím sumy zakmenění porostu.

Rozlišuje se 5 kategorií

**1** 0 – 2

**2** 3 – 4

**3** 5 – 6

**4** 7 – 8

**5** nad 9

V každém stratu byly umístěny zkusné plochy pomocí kombinace výběru na pravidelné síti a randomizovaného výběru. Zahuštění zkusných ploch se zvyšuje se snižující se rozlohou stratu. Velikost zkusné plochy je 500 m<sup>2</sup> a tvar kruhový i čtvercový. Podrobněji je výběr zkusných ploch popsán v práci Marušák et al. (2009). Na plochách bylo zaznamenáváno mrtvé dřevo v následujících typech:

## **Hroubí odumřelého stojícího dřeva – souše**

Stojící souš je strom anebo jeho část vyšší než 1,3 m, kterého koruna i kmen je odumřelý. Do této kategorie se zařazují souše, kterých tloušťka v d<sub>1,3</sub> je větší než 7,0 cm (stromy s hroubím).

## **Hroubí odumřelého ležícího dřeva**

Hroubí odumřelého ležícího dřeva je definováno minimální tloušťkou na tenčím konci rovnou nebo větší než 7 cm (s kůrou) a délkou větší než 1 m. Byly zaznamenávány parametry středního kmene (tloušťka v d<sub>1/2</sub>, délka) a jejich počet. Do zásoby odumřelého dřeva se počítala jen dřevní hmota náležející zkusné ploše.

## **Silné pařezy**

Pařez představuje část stromu, která je pozůstatkem úmyslné činnosti člověka (těžby) nebo působení biotických či abiotických faktorů a jeho výška je menší než 1,3 m. Do této kategorie patří pařez s tloušťkou (dp) ve výšce pařezu (hp) cca 20-30 cm větší než 15 cm. Byly zaznamenávány parametry středního pařezu (tloušťka ve výšce pařezu cca 20-30 cm, výška pařezu) a jejich počet. V případě, že pařez je vyšší než výška pařezu hp např. 1 m, jeho tloušťka dp se měří anebo odhaduje ve výšce hp.

## **Nehroubí odumřelého dřeva**

Do kategorie nehroubí patří souše s tloušťkou v d<sub>1,3</sub> menší než 7 cm, odumřelé ležící dřevo tenčí než 7 cm na silnějším konci a pařezy tenčí ve výšce pařezu 15 cm. Byla odhadována plocha anebo relativní pokryvnost nehroubí odumřelého dřeva. Relativní pokryvnost je chápaná jako procento plochy, kterou zabírá těsně vedle sebe uložené nehroubí vzhledem k celé výměře inventarizační plochy. V případě, že odumřelé dřevo bylo naházené resp. poskládané na hromadě, odhadlo se, jakou plochu by odumřelé dřevo pokrylo po jejím rozebrání. Pro objektivizaci tohoto odhadu sloužila pomocná tabulka.

## **Dále se určoval stupeň rozkladu odumřelého dřeva:**

Byl určován na všech kategoriích odumřelého dřeva stejně podle následujících kritérií:

**0** Dřevo je čerstvé, tvrdé, bez zjevného výskytu hniloby. Strom vyschl, resp. se zřítíl nedávno a z větší části leží na větvích, je vyvýšený nad povrchem země. Tloušťka přítomných tenkých větví je menší než 1 cm. Kůra většinou pokrývá celý strom, kmen (může chybět po žíru podkorního hmyzu). Vyskytující se epifytická vegetace je stejná jako na okolních stojících stromech. Na pařezech je vidět zjevné stopy po nedávném řezu anebo zlomu.

**1** Dřevo je ještě tvrdé, avšak registrujeme už zjevný výskyt hub. Tloušťka tenkých větví je větší než 1 cm. Kmen leží částečně na zemském povrchu, anebo ho podepírají silné větve. Kůra je ještě ve většině případů přítomna. Příčný řez na pařezu je zbarvený.

**2** Dřevo je částečně měkké, někdy je možné odloupat kusy rozpadajícího se dřeva. Jsou přítomné nejvíce jen silné větve. Kmen leží celým svým povrchem na zemi, v terénních depresích ale nekopíruje jeho povrch. Povrch kmene je pokrytý většími shluky epifytické vegetace. Kůra ve většině případů chybí. Pařez ztrácí pevné obrysové kontury.

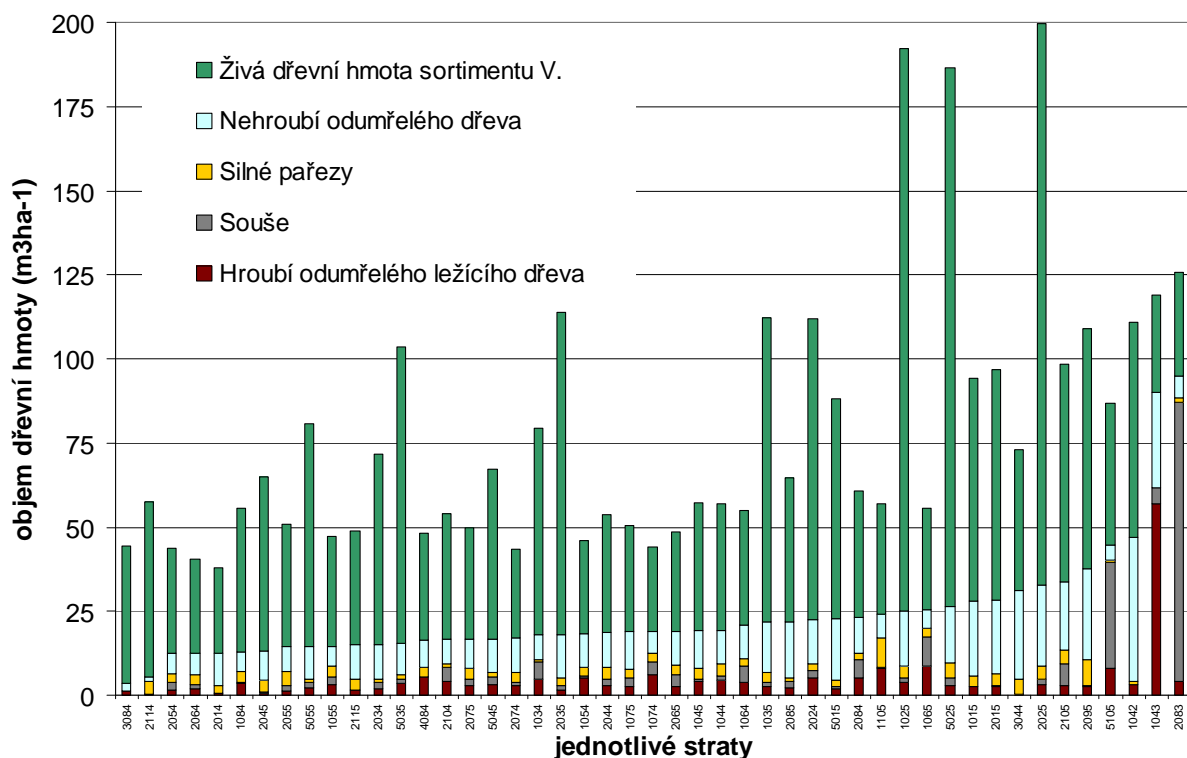
**3** Dřevo je velmi měkké, rozpadavé. Kmen sice stojí, ale při dotyku může být velmi labilní a při pádu by se rozbil na kusy. Jeho výška těsně překračuje výčetní výšku. Ležící kmen leží celým svým povrchem na zemi, častěji je vnořený pod povrch a kopíruje terénní nerovnosti.

Na jeho povrchu jsou zjevné hluboké rýhy a množství epifytických rostlin a hub. Kůra je ve většině případů nepřítomná. Pařez úplně ztratil pevné obrysové kontury.

Dále se zaznamenávaly strukturální charakteristiky živých stromů a jejich zdravotní stav, včetně hodnocení kvality kmene (Marušák et al. 2009). K celkovému zhodnocení ekonomické hodnoty živé dřevní hmoty byly použity Pařezovy sortimentační tabulky. Zjednodušeným výstupem byl podíl sortimentů živého porostu ve 2 skupinách (I až IV a V.).

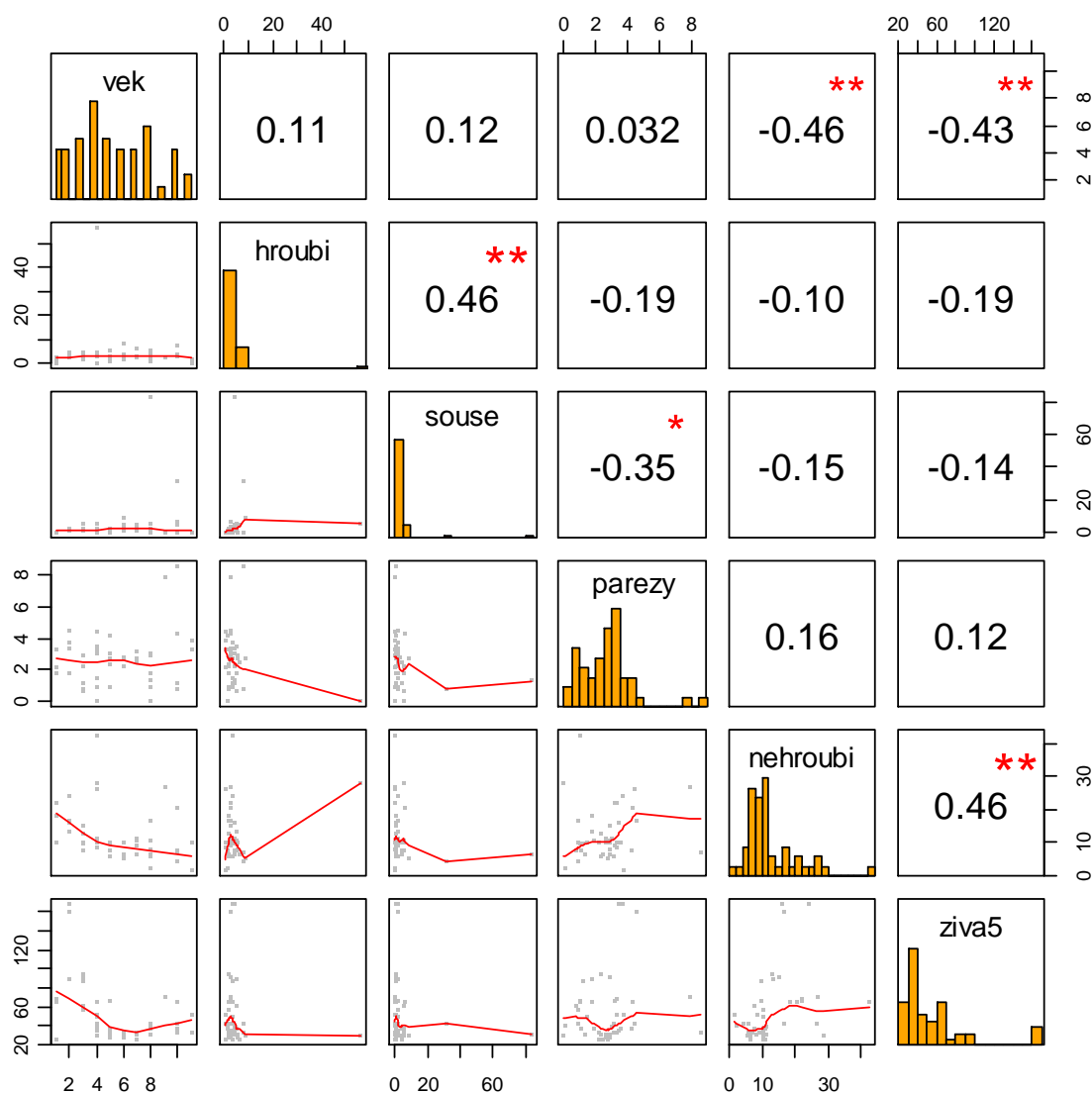
## 4.2 Výsledky a diskuze

Jednotlivé straty se vzájemně liší v objemech jednotlivých typů mrtvého dřeva. Ve všech 47 analyzovaných stratch je teoreticky možné dosáhnout hodnoty celkového objemu mrtvého dřeva vyššího než  $35 \text{ m}^3$  ponecháním dřevní hmoty, která by byla zařazena do sortimentu V. (Obr 1). Průměrné hodnoty objemu mrtvého dřeva na strat jsou  $4.6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  hroubí odumřelého ležícího dřeva;  $4.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  tvoří souše;  $2.7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  silné pařezy;  $13.0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  nehroubí odumřelého dřeva. Průměrná hodnota objemu živé dřevní hmoty sortimentu V. je  $54.9 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ .



**Obr. 1.** Objem dřevní hmoty jednotlivých typů mrtvého dřeva a živé dřevní hmoty sortimentu V. v jednotlivých stratch LHC ŠLP Kostelec nad Černými lesy.

Podle statistické analýzy (Spearmanův korelační test) nebyla prokázána závislost zásoby hroubí odumřelého ležícího dřeva na věku porostu. Stejně tak se celkový objem souší a celkový objem pařezů výrazně nemění s věkem porostu. Se stářím porostu však průkazně klesá objem nehroubí odumřelého dřeva a objem živé dřevní hmoty sortimentu V. V porostech, kde je větší objem hroubí odumřelého ležícího dřeva je i větší objem hroubí stojícího mrtvého dřeva – souší ( $p < 0.01$ ). Další korelační koeficienty mezi proměnnými jsou zobrazeny v obr. 2.



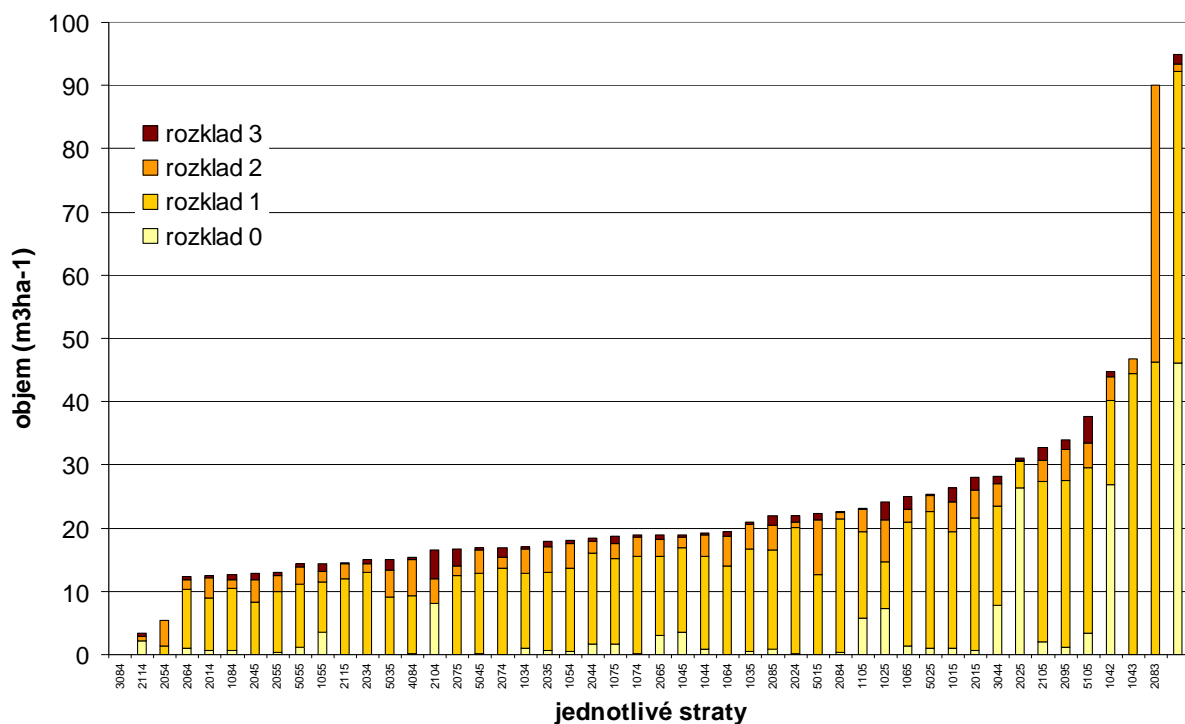
**Obr. 2.** Korelační matice vztahů mezi věkem porostu (vek [věková kategorie, viz metodika]), objemem hroubí odumřelého ležícího dřeva (hroubí [ $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ]), souší [ $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ], pařezů [ $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ], nehroubí odumřelého dřeva [ $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ], živé dřevní hmoty sortimentu V. (ziva5 [ $\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ ]). V šikmé diagonále jsou zobrazena rozdělení jednotlivých poměňů. V pravé a horní části jsou zobrazeny korelační koeficienty. V levé a dolní části jsou zobrazeny závislosti pomocí bodových diagramů s červenou křivkou představující tzv. lokální regresi. Počet hvězdiček nad korelačním koeficientem představuje hladinu významnosti, na které se zamítá hypotéza, že mezi proměnnými není vztah (Spearmanův korelační test).

Bez hvězdičky:  $p \geq 0.05$

\*  $0.01 \leq p < 0.05$

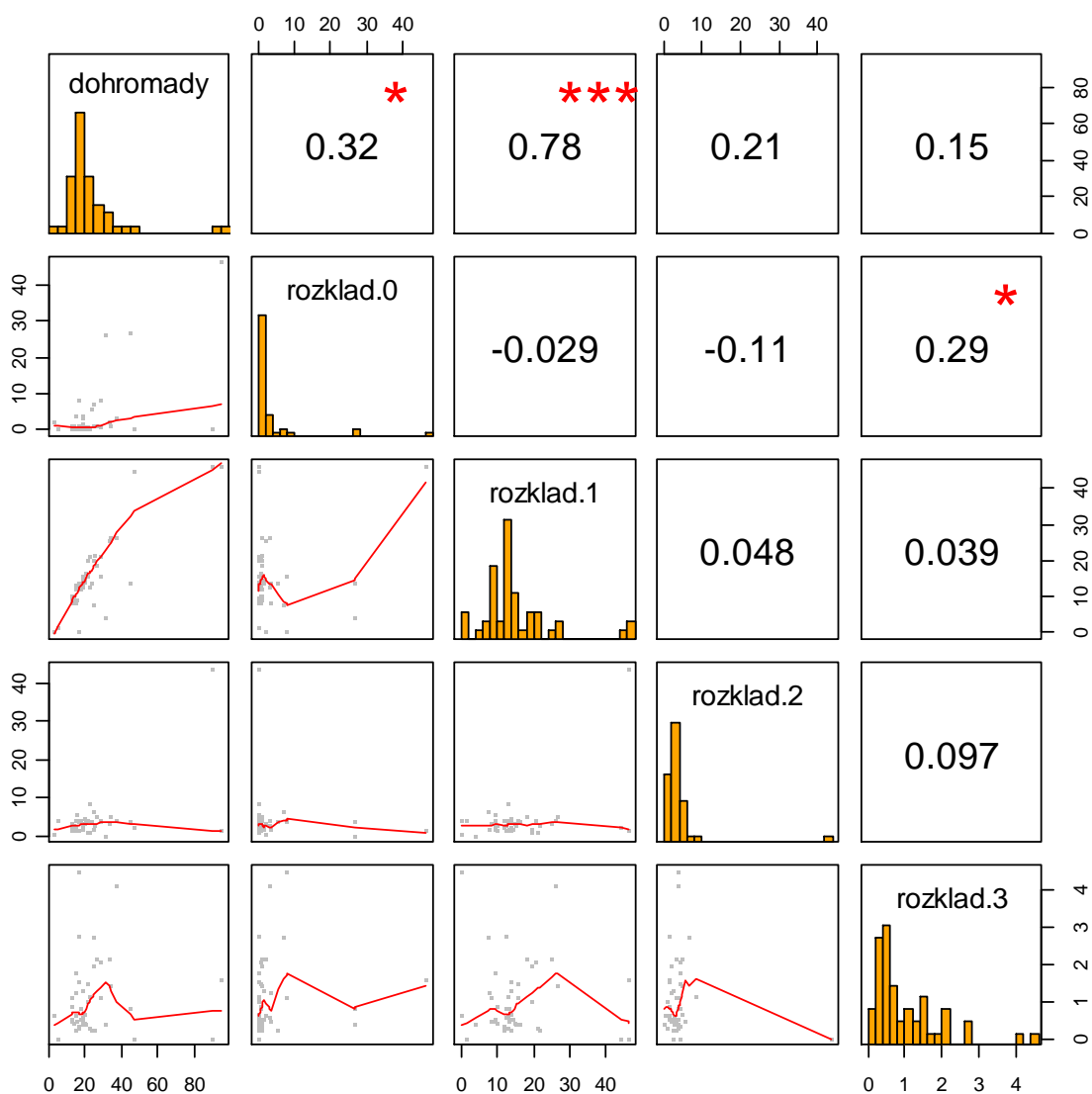
\*\*  $0.001 \leq p < 0.01$





**Obr. 3.** Objem mrtvého dřeva v jednotlivých stratch podle stadia jeho rozkladu. Do mrtvého dřeva jsou zařazeny všechny jeho typy (hroubí odumřelého ležícího dřeva, souše, silné pařezy, nehroubí odumřelého dřeva).

Rozbor poměru zásob mrtvého dřeva podle jeho stadií rozkladu ukázal (obr. 3) výraznou převahu raných stadií rozkladu nad stadii pokročilými. Tento nepoměr se zvyšuje s celkovou zásobou mrtvého dřeva. Ve stratch, kde je celková zásoba mrtvého dřeva vyšší, je průkazně vyšší i objem mrtvého dřeva ve dvou raných stadiích rozkladu (obr. 4).



**Obr. 4.** Korelační matice vztahů mezi celkovým objemem mrtvého dřeva a jeho objemem v jednotlivých stádiích rozkladu. Objem je v jednotkách  $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ . V šikmé diagonále jsou zobrazena rozdělení jednotlivých objemů (histogramy četností hodnot objemů v jednotlivých stadiích). V pravé a horní části jsou zobrazeny korelační koeficienty. V levé a dolní části jsou zobrazeny závislosti pomocí bodových diagramů s červenou křivkou představující tzv. lokální regresi.

Počet hvězdiček nad korelačním koeficientem představuje hladinu významnosti, na které se zamítá hypotéza, že mezi proměnnými není vztah (Spearmanův korelační test).

Bez hvězdičky:  $p \geq 0.05$

\*  $0.01 \leq p < 0.05$

\*\*\*  $p < 0.001$

	jednotky	všechny lesy ČR NIL ČR (Kučera 2012)	LHC ŠLP Kostelec n. Č.I. (tato studie)
Hroubí odumřelého ležícího dřeva	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	6.8	4.6
Souše	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	4.8	4.5
Silné pařezy	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	2.9	2.7
Nehroubí odumřelého dřeva	m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	?	13

**Tabulka 5.** Porovnání průměrných hodnot objemu mrtvého dřeva z NIL ČR a LHC ŠLP Kostelec n. Č.I.

Poznámka: u dat z LHC ŠLP se jedná o průměrnou hodnotu na stratum, nikoli o vážený průměr podle velikosti stratu.

Zásoby jednotlivých typů mrtvého dřeva se výrazně neliší od průměrných hodnot zásob mrtvého dřeva zjištěných Národní inventarizací lesů ČR (NIL). Mírně vyšší průměrné hodnoty všech lesů ČR pro všechny typy mrtvého dřeva (tabulka 5) jsou pravděpodobně způsobeny tím, že v LHC ŠLP Kostelec n. Č. I. nejsou zastoupeny lesy, ve kterých je mrtvého dřeva výrazně více. Jedná se především o lesy vysokohorské a lesy NP, z fytoecologického pohledu např. o řady extrémní a rašelinou (Kučera 2012). Inventarizace v ŠLP přinesla první výsledky o zásobách mrtvého dříví v podobě nehroubí, které jsou v porovnání s hodnotami hroubí relativně vysoké. Ověření této hodnoty bude možné, až budou známy hodnoty z další fáze NIL ČR (Kučera 2012). Objem nehroubí není však v porostech rovnoměrně rozmístěn. Více nehroubí mrtvého dřeva se nachází v porostech mladších.

I když je zásoba živého dřeva sortimentu V. ve starších porostech nižší než v porostech mladších (u mladých porostů je to díky menším dimenzím kmenů a u starých porostů spíše díky snížené kvalitě), stále jsou její hodnoty vyšší než 25 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>, což při teoretickém ponechání této hmoty po mýtní těžbě umožňuje potenciálně zvýšit zásoby mrtvého dřeva nad hodnoty, které přesahují prahové hodnoty pro většinu saproxylických druhů ve všech typech evropských lesů (Müller & Bütler 2010).

Větší množství mrtvého dřeva v ranějších fázích rozpadu, oproti fázím pozdějším, bude pravděpodobně nejvíce způsoben tím, že mladší mrtvé dřevo se v porostech vyskytuje, ale později je z porostů vyklizováno během předmytních a mýtních zásahů. Podobně nerovnoměrné rozložení stadií rozkladu je v hospodářských lesích Skandinávie (Fridman & Walheim 2000, Ehnström 2001). I když je nejvíce saproxylických druhů vázáno na střední stadia rozkladu (tabulka 1), ohrožené druhy z Červeného seznamu jsou vázány především na dřevo pokročilejšího rozkladu (Ehnström 2001, Heilmann-Clausen & Christensen 2004).

Rozbor dat z LHC ŠLP poskytl exaktnější pohled, jaký je potenciál zdejších lesů k naplnění teoretických prahových hodnot objemu mrtvého dřeva na hektar. Bylo by dobré udělat podobný rozbor na základě dat z lesů celé ČR, například z dat NIL ČR.

## 5. Předběžná doporučení a zdůvodnění

### 1/Upřednostňovat ponechávání stojících živých/odumírajících/odumřelých stromů po mýtní těžbě

Proč?

a/ Jsou plně zachována všechna stadia přirozeného vývoje mrtvého dřeva (postupující fáze rozkladu dřevní hmoty, postupná změna pozice dřeva ze svislé do vodorovné polohy, postupně klesající míra oslunění). Každá z těchto fází je druhově specifická. Druhů, jejichž vztah je indiferentní k variabilitě těchto stadií je výrazná menšina (Bače et al. 2011a).

b/ Míra nároku saproxylických druhů na množství oslunění je negativně korelovaná s mírou jejich nároku na pokročilost stadia rozkladu mrtvého dřeva. Větší podíl ohrožených druhů saproxylických bezobratlých na kmenech v raných stadiích rozkladu přirozeně preferuje osluněné dřevo a naopak větší podíl druhů na pokročilých stadiích rozkladu preferuje zastíněné mrtvé dřevo (Jonsell et al. 1998). Je to logické, protože mrtvé dřevo vzniká v přirozených lesích často v důsledku narušení, v našich podmínkách nejčastěji větrem. Například dynamika přirozených podhorských jedlo-bukových lesů je z podstatné části řízena disturbancemi větrem, které nepravidelně vyvábí porostní mezery o rozloze 100 až 10 000 m<sup>2</sup> (Nagel & Svoboda 2008). V mezerách také zůstávají jednotlivé souše v počátečních stadiích rozkladu a živé stromy, vystaveny silnému oslunění. Následně však porost opět dorůstá a začíná zastiňovat ležící kmene v pokročilých stadiích rozkladu (Nagel et al. 2006). Podobné podmínky se vyskytují na holinách hospodářských lesů (Franklin et al. 2007). Proto ponechávání mrtvého dřeva na holinách má zásadní význam pro biodiverzitu v boreální zóně Fénoskandinávie (Jonsell et al. 1998, Kouki et al. 2001).

### 2/ Zachovat pokud možno veškeré stávající ležící kmene

+ pravidlo se netýká ležícího mrtvého dřeva vzniklého důsledkem kalamitních událostí (vývraty a zlomy větrem a sněhem), které se běžně zpracovávají nahodilými těžbami.

Proč?

V porostech aktuálně nejvíce absentuje mrtvé dřevo v pozdějších stadiích rozkladu. To je důležité pro ohrožené druhy na něj vázané.

### 3/Upřednostňovat souše a žijící stromy s nejnižší ekonomickou hodnotou

+ postupovat tak, aby mrtvé dřevo netvořilo překážku při těžebně-dopravních a pěstebních operacích

Výhodou je, že ekologická hodnota mrtvého dřeva je nepřímo úměrná hodnotě ekonomické.

### 4/ Dodržet pravidlo heterogenity tloušťkových tříd

+ Ponechat vždy jeden z nejsilnějších stojících kmenů.

Proč?

Většina saproxylických druhů má svoji vlastní prahovou hodnotu tloušťky kmene (větve), pod (ale některé i nad; Brunet et al. 2010) kterou již nemohou v/na kmeni existovat. Brin et al. (2011) zjistili, že průměrná délka těla druhů brouků se zvyšuje se zvyšujícím se průměrem ležícího kmene, proto absence kmenů větších rozměrů může být limitujícím faktorem pro velké druhy brouků (Brin et al. 2011). Dalším důvodem je to, že v našich podmínkách je mrtvého dřeva větších dimenzí menší množství než dimenzí menších (obr. 1; Fridman & Walheim 2000, Ververk et al. 2011), oproti podmínkám přírodního lesa (Bače et al. 2011b, Pouska et al. 2011). Ponecháním silného dřeva se také prodlužuje časová kontinuita výskytu mrtvého dřeva na stanovišti, neboť silné části stromů se rozpadají a rozkládají déle než slabé části (Densmore et al. 2004, Holeksa et al. 2008). Mohutné a staré odumírající stromy mají pro biodiverzitu největší význam (Bače et al. 2011a, Bouget et al. 2011).

#### **5/ Je možné vytvářet jak agregovanou, tak rozptýlenou prostorovou strukturu mrtvého dřeva**

+ záměrně neagregovat mrtvé dřevo do shluků o takových hustotách, které převyšují hustoty mrtvého dřeva v přírodním lese, vzniklé v souvislé porostní mezeře po silné vichřici

Proč?

Některé druhy mohou více profitovat z první, některé z druhé varianty (Bunnell & Houde 2010, Bače et al. 2011a).

#### **6/ Nesnažit se o homogenizaci opatření ke zvýšení množství mrtvého dřeva**

Proč?

Ekologické niky saproxylických druhů jsou různé. Dynamika přírodního lesa rovněž nevytváří homogenní dynamiku mrtvého dřeva v čase a prostoru.

## 6. Literatura

- Andrš I 2007 K otázce mrtvého dřeva v lese. Lesnická práce 86.
- Bače R, Svoboda M, Kjučukov P 2011a Podkladová literární rešerše k návrhu metodiky managementu mrtvého dřeva. Zpráva k projektu: Q1102A085. Praha. 33pp.
- Bače R, Svoboda M, Janda P 2011b Density and height structure of seedlings in subalpine spruce forests of Central Europe: logs vs. stumps as a favourable substrate. *Silva Fennica* 45(5): 14pp (in press).
- Bouget C, Nusillard B, Pineau X, Ricou C 2011 Effect of deadwood position on saproxylic beetles in temperate forests and conservation interest of oak snags. *Insect Conservation and Diversity*: 10.1111/j.1752-4598.2011.00160.x
- Brin A, Bouget C, Brustel H, Jactel H 2011 Diameter of downed woody debris does matter for saproxylic beetle assemblages in temperate oak and pine forests. *Journal of Insect Conservation*: 10.1007/s10841-010-9364-5
- Brunet J, Fritz O & Richnau G 2010 Biodiversity in European beech forests – a review with recommendations for sustainable forest management. *Ecol Bull* 53: 77–94
- Bunnell FL & Houde I 2010 Down wood and biodiversity—implications to forest practices. *Environ Rev* 18: 397–421
- Densmore N, Parminter J & Stevens V 2004 Coarse woody debris: Inventory, decay modelling, and management implications in three biogeoclimatic zones. *BC Journal of Ecosystems and Management* 5(2): 14–29
- Ehnström B 2001 Leaving dead wood for insects in boreal forests—suggestions for the future. *Scand J For Res Suppl.* 3: 91–98
- Franklin JF, Mitchell RJ & Palik BJ 2007 *Natural Disturbance and Stand Development Principles for Ecological Forestry* (Northern Research Station, Newton Square, PA) USDA Forest Service General Tech. Rpt. NRS-19
- Fridman J & Walheim M 2000 Amount, structure and dynamics of dead wood on manager forestland in Sweden. *For Ecol Manage* 131: 23–36
- Heilmann-Clausen J & Christensen M 2004 Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests. *Forest Ecol Manag* 201: 105–117
- Holeksa J, Zielonka T & Zywiec M 2008 Modeling the decay of coarse woody debris in a subalpine Norway spruce forest of the West Carpathians, Poland. *Can J For Res*: 38(3): 415–428
- Jonsell M & Nordlander G 2002 Insects in polypore fungi as indicator species: a comparison between forest sites differing in amounts and continuity of dead wood. *Forest Ecol Manag* 157(1-3): 101–118
- Jonsell M, Nitterus K & Stighall K 2004 Saproxylic beetles in natural and man-made deciduous high stumps retained for conservation *Biological Conservation* 118(2): 163–173
- Jonsell M, Weslien J & Ehnstrom B 1998 Substrate requirements for red listed saproxylic invertebrates in Sweden. *Biodiversity and Conservation* 7: 749–764

- Jonsson M, Ranius T, Ekvall H, Bostedt G 2010 Cost effectiveness of silvicultural measures to increase substrate availability for wood-dwelling species: a comparison among boreal tree species. *Scand. J. For. Res.* 25: 46–60
- Jonsson M, Ranius T, Ekvall H, Bostedt G, Dahlberg A, Ehnström B et al. 2006 Cost-effectiveness of measures to increase the amount of substrate for red-listed wood-living organisms in Norway spruce forests. *Biological Conservation* 127: 443–462.
- Kouki J, Lofman S, Martikainen P, Rouvinen S & Uotila A 2001 Forest fragmentation in Fennoscandia: Linking habitat requirements of wood-associated threatened species to landscape and habitat changes. In: *Workshop on Science and the Management of Boreal Forest Biodiversity, SEP 27-30, 1999 Olofsfors, Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research: 27–37*
- Kučera M 2012 Mrtvé dříví v národní inventarizaci lesů. *Lesnická práce* 91(1):20–22
- Kyzlík P 2011 Ponechávání dřevní hmoty v lesích. *Sborník referátů. Lesnická práce.* 28pp.
- Lassauce A, Paillet Y, Jactel H & Bouget C 2011 Deadwood as a surrogate for forest biodiversity: meta-analysis of correlations between deadwood volume and species richness of saproxylic organisms. *Ecological Indicators* 11: 1027–1034
- Lonsdale D, Pautasso M & Holdenrieder O 2008 Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. *European Journal of Forest Research* 127: 1–22
- Marušák R, Merganič J, Šišák L 2009 Komplexní nepeněžní a ekonomické ohodnocení biodiverzity jako základního potenciálu funkcí lesa. *Neperiodická zpráva za rok 2009. Praha, 71pp.*
- Müller J, Bütler R 2010 A review of habitat thresholds for dead wood: a baseline for management recommendations in European Forests *European Journal of Forest Research* 129(6): 981–992
- Müller J, Noss RF, Bussler H et al. 2010 Learning from a “benign neglect strategy” in a national park: response of saproxylic beetles to dead wood accumulation. *Biol Conserv* 143: 2559–2569
- Nagel TA, Svoboda M 2008 Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus–Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia–Herzegovina. *Can J For Res* 38: 2728–2737
- Nagel TA, Svoboda M, Diaci J 2006 Regeneration patterns after intermediate wind disturbance in an old-growth *Fagus–Abies* forest in southeastern Slovenia. *For Exil Manag* 226:268–278
- Okland B, Bakke A, Hagvar S & Kvamme T 1996 What factors influence the diversity of saproxylic beetles? A multiscaled study from a spruce forest in southern Norway. *Biodiversity and Conservation* 5(1): 75–100
- Persiani AM, Audisio P, Lunghini D, Maggi O, Granito VM, Biscaccianti AB, Chiavetta U & Marchetti M 2010 Linking taxonomical and functional biodiversity of saproxylic fungi and beetles in broad-leaved forests in southern Italy with varying management histories. *Plant Biosystems* 144(1): 250–261

- Pouska V, Svoboda M, Lepsova A 2010 The diversity of wood-decaying fungi in relation to changing site conditions in an old-growth mountain spruce forest, Central Europe. *European Journal of Forest Research* 129(2): 219–231
- Pouska V, Lepš J, Svoboda M, Lepšová A 2011 How do log characteristics influence the occurrence of wood fungi in a mountain spruce forest? *Fungl Ecol.* 4: 201–209
- Pyle C, Brown MM 1999 Heterogeneity of wood decay classes within hardwood logs. *Forest Ecology and Management* 114: 253 –259
- Ranius T, Ekvall H, Jonsson M & Bostedt G 2005 Cost-efficiency of measures to increase the amount of coarse woody debris in managed Norway spruce forests. *Forest Ecol Manag* 20(1-3): 119–133
- Schroeder LM, Weslien J, Lindelow A & Lindhe A 1999 Attacks by bark- and woodboring Coleoptera on mechanically created high stumps in the two years following cutting. *Forest Ecol Manage* 123: 21–30
- Stokland J, Tomter S & Söderberg U 2004 Development of dead wood indicators for biodiversity monitoring: experiences from Scandinavia. pp 207-226 in Marchetti, M. (Ed). *Monitoring and indicators of forest biodiversity in Europe - From ideas to operationality*, EFI workshop, November 12th-15th 2003, Firenze, Italy, Vol. 51.
- Ververk PJ, Lindner M, Zanchi G & Zudin S 2011 Assessing impacts of intensified biomass removal on deadwood in European forests. *Ecol Indicat* 11: 27–35
- Veverková Z 2009 Boj s akátem. Metodický list. DAPHNE ČR, České Budějovice
- Vodka S, Konvička M & Čížek L 2009 Habitat preferences of oak-feeding saproxylic beetles in a temperate woodland: implications for forest history and management. *Journal of Insect Conservation* 13(5): 553–562
- Základy typologického systému (ÚHÚL) a hospodářský soubor, 2011. Dostupné z: <<http://inldf.mendelu.cz/projekty/pestovani/ucebnitext/vychodiska/typologie/hs.html>>
- Zielonka T 2006 When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *J Veg Sci* 17: 739–746